



POLITECNICO DI MILANO

ING II - Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

L'approccio Lean nelle Service Operations

Analisi della letteratura e dell'impatto di diverse regole gestionali sulle prestazioni di un processo di erogazione di un servizio

Relatore: Chiarissimo Professore Alberto Portioli Staudacher

Correlatore: Ingegnere Marco Tantardini

Enrica Messina [731211]

Nadia Francesca Zanzottera [736347]

Anno Accademico 2009/2010

Abstract

Il presente lavoro di tesi si propone di analizzare più a fondo la problematica “*Lean nei servizi*”. La trattazione è suddivisa in tre capitoli.

Il primo capitolo si occupa di analizzare la letteratura esistente incentrata sull’approccio *Lean* nei servizi per poterne definire lo stato dell’arte. Lo scopo è quello di evidenziare i *trend* in atto ed individuare eventuali lacune presenti nelle ricerche, in modo da poter identificare e suggerire possibili direzioni di sviluppo da seguire negli studi futuri. Pertanto i *paper* raccolti sono distinti sulla base di differenti assi di classificazione.

Il secondo capitolo valuta, tramite *survey*, la gestione delle *operations* nelle aziende appartenenti al settore dei servizi; ci si focalizza sui settori della Sanità e delle *Utilities*. All’interno dell’indagine si esplorano anche le principali esigenze del mercato e le problematiche più critiche che queste tipologie di imprese devono affrontare. Infine si analizza il livello di conoscenza e applicazione dell’approccio *Lean* all’interno dei loro processi.

Il terzo capitolo simula una *supply chain* tipica delle aziende di servizio e confronta il metodo di gestione delle *operations* tradizionale in queste aziende – definito a partire dai casi di studio trattati – con un metodo in linea con l’approccio *Lean*, che si basa sul bilanciamento del flusso degli ordini. Le simulazioni vogliono verificare la superiorità dell’approccio *Lean* sul metodo tradizionale anche in scenari tipici delle aziende di servizio. Le dimensioni rilevanti che caratterizzano tali imprese sono due: i tempi di processamento dei diversi ordini che entrano nel sistema non sono noti con precisione; i tempi di processamento pianificati (o *standard*) sono nella realtà differenti da quelli effettivi.

Abstract

This paper aims to investigate the issue "Lean in services". The paper is divided into three chapters.

The first chapter deals with analyzing the literature on Lean approach in services to define the state of the art. The aim is to highlight current trends and any gaps in current research, in order to identify and suggest possible future directions of research. Therefore, the collected papers are distinguished on the basis of different taxonomies of classification.

The second chapter examines how the operations are managed in service companies. Survey was used. It focuses on the areas of Healthcare and Utilities. Moreover, the main market needs and the most critical issues that these companies usually face have been explored in the survey. Finally we analyze the level of knowledge and application of the Lean approach within their processes.

The third chapter simulates a typical supply chain of the service companies and compares the traditional operations management in these companies with a method consistent with the Lean approach, which is based on balancing the flow of orders. The traditional management of operations is defined from the case studies addressed. The simulations wish to verify the superiority of the Lean approach on the traditional method in typical scenarios of service companies. There are two important dimensions that characterize these companies: the processing times of the different orders that enter the system are not known with precision, the timing of scheduled jobs are in fact different from the actual.

Sommario

<i>Abstract</i>	3
Abstract	4
1. Introduzione	21
2. Obiettivi del lavoro di Tesi	32
2.1. Problematiche	33
2.2. Obiettivi	34
3. Analisi della letteratura: il <i>Lean</i> applicato ai servizi	37
3.1. Definizione di “servizio”	39
3.2. Metodo di ricerca	43
3.3. Stadio di sviluppo della ricerca	46
3.3.1. <i>Theory Building</i> e <i>Theory Testing</i>	49
3.3.2. Le fasi del processo di <i>Theory Building</i>	52
3.4. Suddivisione degli articoli in base alla tipologia di ricerca effettuata	55
3.5. Suddivisione degli articoli in base al <i>topic</i>	58
3.5.1. Classe 1: <i>Paper</i> descrittivi	60
3.5.1.1. Descrizione	62
3.5.1.2. Applicabilità dell’approccio <i>Lean</i> ai servizi	63
3.5.1.2.1. METODO	64
3.5.1.3. Classificazione trasversale 1: Pubblico e privato	68

3.5.1.4.	Classificazione trasversale 2: <i>Front office, back office</i> e variabilità	69
3.5.1.5.	Classificazione trasversale 3: Estensione dell'ambito	71
3.5.2.	Classe 2: Delineamento e fissazione dei problemi	72
3.5.2.1.	Confronto tra manifatturiero e servizi	73
3.5.2.2.	Confronto tra i servizi	76
3.5.2.3.	Indagine per sondare il livello di applicazione nella realtà	78
3.5.2.4.	<i>Review</i> della letteratura	79
3.5.2.5.	Classificazione trasversale 1: Pubblico e privato.....	79
3.5.2.6.	Classificazione trasversale 2: <i>Front office, back office</i> e variabilità	80
3.5.2.7.	Classificazione trasversale 3: Estensione dell'ambito	81
3.5.3.	Classe 3: Risoluzione delle problematiche.....	82
3.5.3.1.	Problema specifico	82
3.5.3.2.	Nuovo modello	82
3.5.3.2.1.	METODO	85
3.5.3.3.	Classificazione trasversale 1: Pubblico e privato.....	85
3.5.3.4.	Classificazione trasversale 2: <i>Front office, back office</i> e variabilità	86
3.5.3.5.	Classificazione trasversale 3: Estensione dell'ambito.....	86
3.6.	Verifica delle direzioni per la ricerca proposte in passato.....	89
3.6.1.	Terminologia	89
3.6.2.	Sviluppare un <i>framework</i> per la ricerca.....	91

3.6.3.	Applicare la ricerca <i>Just in Time</i> attuale alle <i>service operations</i>	93
3.6.4.	Sviluppare modelli per valutare il successo del <i>Just in Time</i>	93
3.7.	Conclusioni sulla classificazione della letteratura.....	95
4.	La gestione delle <i>Operations</i> e la diffusione del <i>Lean</i> nelle aziende di servizio	100
4.1.	L'eccellenza nella gestione delle <i>Operations</i> nella Sanità.....	102
4.1.1.	La gestione delle <i>operations</i> nella Sanità	105
4.1.1.1.	Obiettivi <i>corporate</i>	105
4.1.1.2.	Problematiche <i>corporate</i>	109
4.1.1.3.	Problematiche operative nei processi trasversali	111
4.1.1.4.	Azioni di miglioramento	114
4.1.1.5.	Chi si occupa di gestire le <i>operations</i>	116
4.1.1.6.	L'area qualità	118
4.1.2.	Il <i>Lean</i> nella Sanità	120
4.1.2.1.	Diffusione dell'approccio	120
4.1.2.2.	Motivazioni per implementare il <i>Lean</i>	121
4.1.2.3.	Tecniche <i>Lean</i> più utilizzate	122
4.2.	L'eccellenza nella gestione delle <i>Operations</i> nelle <i>Utilities</i>	124
4.2.1.	La gestione delle <i>operations</i> nelle <i>Utilities</i>	127
4.2.1.1.	Obiettivi <i>corporate</i>	127
4.2.1.2.	Problematiche <i>corporate</i>	130

4.2.1.3.	Problematiche operative nei processi trasversali	131
4.2.1.4.	Azioni di miglioramento	134
4.2.1.5.	Chi si occupa di gestire le <i>operations</i>	137
4.2.1.6.	L'area qualità	140
4.2.2.	Il <i>Lean</i> nelle <i>Utilities</i>	141
4.2.2.1.	Diffusione dell'approccio	141
4.2.2.2.	Motivazioni per implementare il <i>Lean</i>	142
4.2.2.3.	Tecniche <i>Lean</i> più utilizzate	143
5.	Il miglioramento delle prestazioni nel processo di erogazione di un servizio	145
5.1.	I <i>service process</i>	147
5.1.1.	Richiesta di allacciamento alla rete idrica.....	148
5.1.1.1.	Descrizione del processo	148
5.1.1.2.	Risorse impiegate agli stadi	150
5.1.1.3.	Modalità di programmazione e di gestione delle richieste	150
5.1.1.4.	Strumenti d'incentivo e di monitoraggio delle prestazioni	151
5.1.2.	Manutenzione delle reti e ricerca delle perdite	151
5.1.2.1.	Descrizione del processo	151
5.1.2.2.	Risorse impiegate agli stadi	154
5.1.2.3.	Modalità di programmazione e di gestione delle richieste	154
5.1.2.4.	Strumenti d'incentivo e di monitoraggio delle prestazioni	154

5.1.3.	Richiesta di autorizzazione per gli scarichi industriali	155
5.1.3.1.	Descrizione del processo	155
5.1.3.2.	Risorse impiegate agli stadi.....	157
5.1.3.3.	Modalità di programmazione e di gestione delle richieste	157
5.1.3.4.	Strumenti d’incentivo e di monitoraggio delle prestazioni	158
5.2.	<i>Framework</i> di riferimento: il sistema di <i>Order Review and Release</i>	160
5.2.1.	I diversi approcci di <i>Order Release</i>	164
5.2.1.1.	La limitazioni del carico (<i>bounding</i>)	164
5.2.1.1.1.	<i>Total Shop</i>	166
5.2.1.1.2.	<i>Aggregate Load</i>	167
5.2.1.2.	Il bilanciamento	168
5.3.	La progettazione della simulazione.....	171
5.3.1.	La lunghezza del transitorio	172
5.3.2.	La determinazione della lunghezza di ogni <i>run</i>	176
5.3.3.	La determinazione del numero di <i>run</i>	178
5.4.	Il modello di simulazione.....	180
5.4.1.	Caratteristiche dello <i>shop</i>	180
5.4.2.	Caratteristiche del <i>job</i> e calcolo delle <i>due date</i>	181
5.4.3.	<i>Experimental design</i>	183
5.4.4.	Metodologia per il calcolo delle classi	188

5.4.4.1.	Suddivisione dei tempi <i>standard</i> in 3 classi	188
5.4.4.2.	Suddivisione dei tempi <i>standard</i> in 5 classi	189
5.4.5.	Metodologia per il calcolo dei tempi effettivi “distorti”	190
5.4.6.	Funzionamento del modello di simulazione.....	191
5.4.7.	Meccanismo di rilascio: l’algoritmo di limitazione con priorità alla data di consegna più recente (EDD).....	193
5.4.8.	Meccanismo di rilascio: l’algoritmo di bilanciamento	194
5.4.9.	Misura dei risultati	198
5.5.	Analisi dei risultati	201
5.5.1.	Domanda 3a	202
5.5.1.1.	<i>Total Shop</i>	203
5.5.1.2.	<i>Aggregate Load</i>	210
5.5.1.3.	Bilanciamento.....	216
5.5.2.	Domanda 3b.....	222
5.5.2.1.	Scostamenti percentuali.....	233
5.5.3.	Conclusioni sull’analisi dei risultati	236
6.	Conclusioni.....	239
7.	Bibliografia	245

Indice delle figure

Figura 1 Le fasi del processo di <i>Theory Building</i>	52
Figura 2 Fasi del processo di allacciamento alla rete idrica.....	149
Figura 3 Fasi del processo di manutenzione delle reti e di ricerca delle perdite	153
Figura 4 Fasi del processo di autorizzazione per gli scarichi industriali.....	156
Figura 5 <i>Focus</i> sul processo di valutazione tecnica svolto all'interno dell'azienda	156
Figura 6 Posizionamento dell'ORR all'interno del sistema di <i>scheduling</i> e controllo	161
Figura 7 Componenti del <i>lead time</i> con rilascio controllato.....	163
Figura 8 Confronto della distribuzione dei <i>job</i> tra Esponenziale e 2-Erlang.....	182

Indice delle tabelle

Tabella 1 Crescita della produttività dei diversi <i>business sector</i> statunitensi (Federal Reserve Bank of St. Louis).....	29
Tabella 2 <i>Paper</i> inseriti nella "classe 1"	60
Tabella 3 <i>Paper</i> inseriti nella sottoclasse "descrizione"	62
Tabella 4 <i>Paper</i> inseriti nella sottoclasse "applicabilità"	64
Tabella 5 <i>Paper</i> inseriti nella "classe 2"	72
Tabella 6 <i>Paper</i> inseriti nella "classe 3"	82
Tabella 7 Funzioni svolte dall'area qualità (Sanità).....	118
Tabella 8 Funzioni svolte dall'area qualità (<i>Utilities</i>)	140
Tabella 9 Prove di simulazione effettuate	187
Tabella 10 Valori dei parametri per la creazione delle distorsioni	191
Tabella 11 Scostamenti percentuali in termini di <i>Gross Throughput Time</i> tra le configurazioni reali e le 3 classi per il valore di norma che comporta la differenza maggiore	225
Tabella 12 Scostamenti percentuali in termini di Output tra le configurazioni reali e le 3 classi per il valore di norma che comporta la differenza maggiore	228
Tabella 13 Scostamento percentuale in termini di <i>Gross Throughput Time</i> tra i differenti modelli per tutte le sei configurazioni, in corrispondenza della norma che porta alle <i>performance</i> migliori	234
Tabella 14 Scostamento percentuale in termini di <i>Shop Floor Time</i> tra i differenti modelli per tutte le sei configurazioni, in corrispondenza della norma che porta alle <i>performance</i> migliori	234
Tabella 15 Scostamento percentuale in termini di <i>Output</i> tra i differenti modelli per tutte le sei configurazioni, in corrispondenza della norma che porta alle <i>performance</i> migliori	235

Indice dei grafici

Grafico 1 Crescita dei servizi nel periodo 2002-2007 in termini di numero di imprese, addetti, fatturato e valore aggiunto (Tavole ISTAT “Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi”, anni 2002-2007)	24
Grafico 2 Confronto tra industria, servizi e costruzioni in termini di occupazione e valore aggiunto (Rapporto annuale ISTAT “Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi”, anni 2002-2007)	25
Grafico 3 Evoluzione della produttività del lavoro nei servizi nel periodo 2002-2007 (Tavole ISTAT “Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi”, anni 2002-2007)	27
Grafico 4 Evoluzione a confronto della produttività del lavoro di servizi e industria (in termini assoluti e relativi). I dati sono stati elaborati a partire dalle tavole ISTAT “Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi”, anni 2002-2007.	28
Grafico 5 Confronto tra la curva teorica della maturità della ricerca e il <i>trend</i> evolutivo della letteratura sul <i>Lean</i> nei servizi	47
Grafico 6 Evoluzione della metodologia utilizzata nei <i>paper</i>	48
Grafico 7 Suddivisione dei <i>paper</i> tra <i>Theory Building</i> e <i>Theory Testing</i>	51
Grafico 8 Suddivisione dei <i>paper</i> in base alla fase del processo di <i>Theory Building</i> di appartenenza	54
Grafico 9 Suddivisione dei <i>paper</i> in base a ricerca empirica/analitica	55
Grafico 10 Suddivisione dei <i>paper</i> in base alla tipologia di ricerca	57
Grafico 11 Suddivisione dei <i>paper</i> in base all'obiettivo della ricerca	59
Grafico 12 Sottoclassificazione dei <i>paper</i> all'interno della "classe 1"	61
Grafico 13 Suddivisione in base al metodo utilizzato nei <i>paper</i> nella sottoclasse “applicabilità”	65

Grafico 14 Suddivisione dei <i>paper</i> nella "classe 1" in base all'ambito di applicazione	71
Grafico 15 Suddivisione dei <i>paper</i> nella "classe 2" in base all'ambito di applicazione	81
Grafico 16 Suddivisione in base al metodo dei <i>paper</i> nella "classe 3"	85
Grafico 17 Suddivisione dei <i>paper</i> nella "classe 3" in base all'ambito di applicazione	87
Grafico 18 Evoluzione negli anni della terminologia	90
Grafico 19 Tipologia delle aziende intervistate (Sanità).....	103
Grafico 20 Area geografica di appartenenza delle aziende intervistate (Sanità).....	103
Grafico 21 Forma giuridica delle aziende intervistate (Sanità).....	104
Grafico 22 Funzione intervistata (Sanità)	104
Grafico 23 Importanza ed evoluzione nel tempo degli obiettivi <i>corporate</i> (Sanità)	106
Grafico 24 Importanza ed evoluzione nel tempo delle problematiche <i>corporate</i> (Sanità).....	109
Grafico 25 Importanza media di obiettivi e problematiche <i>corporate</i> (Sanità)	111
Grafico 26 Importanza ricoperta dai processi trasversali (Sanità)	112
Grafico 27 Problemi operativi nei processi trasversali (Sanità).....	113
Grafico 28 Azioni di miglioramento (Sanità).....	114
Grafico 29 Funzioni preposte alla modifica di competenze e procedure per aumentare l'efficienza (Sanità)	115
Grafico 30 Funzioni preposte all'aumento dell'informatizzazione per aumentare il livello di servizio (Sanità)	115
Grafico 31 Funzioni preposte all'introduzione di sistemi di programmazione e controllo delle attività (Sanità).....	115

Grafico 32	Aggregazione delle attività di miglioramento (Sanità).....	116
Grafico 33	Funzioni preposte alla definizione di procedure e <i>standard</i> (Sanità).....	117
Grafico 34	Funzioni preposte alla <i>customer satisfaction</i> (Sanità)	117
Grafico 35	Funzioni preposte al miglioramento dei processi (Sanità).....	118
Grafico 36	A chi risponde l'area qualità (Sanità)	119
Grafico 37	Diffusione dell'approccio <i>Lean</i> (Sanità).....	120
Grafico 38	Motivi per implementare il <i>Lean</i> (Sanità)	121
Grafico 39	Tecniche <i>Lean</i> implementate (Sanità).....	122
Grafico 40	Area geografica di appartenenza delle aziende intervistate (<i>Utilities</i>).....	125
Grafico 41	Tipologia di servizio offerto dalle aziende intervistate (<i>Utilities</i>)	125
Grafico 42	Forma giuridica delle aziende intervistate (<i>Utilities</i>)	126
Grafico 43	Fusione intervistata (<i>Utilities</i>)	126
Grafico 44	Importanza ed evoluzione nel tempo degli obiettivi <i>corporate</i> (<i>Utilities</i>).....	128
Grafico 45	Importanza ed evoluzione nel tempo delle problematiche <i>corporate</i> (<i>Utilities</i>)	130
Grafico 46	Importanza media di obiettivi e problematiche <i>corporate</i> (<i>Utilities</i>)	131
Grafico 47	Importanza ricoperta dai processi trasversali (<i>Utilities</i>)	132
Grafico 48	Problemi operativi nei processi trasversali (<i>Utilities</i>)	133
Grafico 49	Azioni di miglioramento (<i>Utilities</i>).....	134
Grafico 50	Funzioni preposte alla modifica di competenze e procedure per aumentare l'efficienza (<i>Utilities</i>).....	135

Grafico 51 Funzioni preposte all'aumento dell'informatizzazione per aumentare l'efficienza (<i>Utilities</i>).....	135
Grafico 52 Funzioni preposte all'aumento dell'informatizzazione per aumentare il livello di servizio (<i>Utilities</i>).....	136
Grafico 53 Funzioni preposte al miglioramento delle strategie di manutenzione (<i>Utilities</i>)	136
Grafico 54 Aggregazione delle attività di miglioramento (<i>Utilities</i>)	137
Grafico 55 Funzioni preposte alla definizione di procedure e <i>standard</i> (<i>Utilities</i>).....	138
Grafico 56 Funzioni preposte alla <i>customer satisfaction</i> (<i>Utilities</i>).....	138
Grafico 57 Funzioni preposte al miglioramento dei processi (<i>Utilities</i>)	139
Grafico 58 A chi risponde l'area qualità (<i>Utilities</i>)	140
Grafico 59 Diffusione dell'approccio <i>Lean</i> (<i>Utilities</i>)	141
Grafico 60 Motivi per implementare il <i>Lean</i> (<i>Utilities</i>)	142
Grafico 61 Tecniche <i>Lean</i> implementate (<i>Utilities</i>)	143
Grafico 62 Il valore del transitorio per il <i>Gross Throughput Time</i>	175
Grafico 63 Il valore del transitorio per lo <i>Shop floor time</i>	175
Grafico 64 Il valore del transitorio per l' <i>Output</i>	176
Grafico 65 Andamento del <i>Gross Throughput Time</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time (Total Shop)</i>	203
Grafico 66 Andamento dell' <i>output</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time (Total Shop)</i>	205
Grafico 67 Andamento del WIP in funzione dello <i>Shop Floor Time (Total Shop)</i>	207
Grafico 68 Andamento della saturazione media in funzione dello <i>Shop Floor Time (Total Shop)</i> ..	208

Grafico 69 Andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello <i>Shop Floor Time (Total Shop)</i>	209
Grafico 70 Andamento del <i>Gross Throughput Time</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)</i>	210
Grafico 71 Andamento dell' <i>output</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)</i>	212
Grafico 72 Andamento del WIP in funzione dello <i>Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)</i>	213
Grafico 73 Andamento della saturazione media in funzione dello <i>Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)</i>	214
Grafico 74 Andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello <i>Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)</i>	215
Grafico 75 Andamento del <i>Gross Throughput Time</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time (Bilanciamento)</i>	216
Grafico 76 Andamento dell' <i>output</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time (Bilanciamento)</i>	218
Grafico 77 Andamento del WIP in funzione dello <i>Shop Floor Time (Bilanciamento)</i>	219
Grafico 78 Andamento della saturazione media in funzione dello <i>Shop Floor Time (Bilanciamento)</i>	220
Grafico 79 Andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello <i>Shop Floor Time (Bilanciamento)</i>	221
Grafico 80 Confronto dell'andamento del <i>Gross Throughput Time</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/2-Erlang)	223
Grafico 81 Confronto dell'andamento del <i>Gross Throughput Time</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/Gamma).....	223
Grafico 82 Confronto dell'andamento del <i>Gross Throughput Time</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo 2-Erlang	224

Grafico 83 Confronto dell'andamento del Gross Throughput Time in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo Gamma	225
Grafico 84 Confronto dell'andamento dell' <i>Output</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/2-Erlang).....	226
Grafico 85 Confronto dell'andamento dell' <i>Output</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/Gamma)	226
Grafico 86 Confronto dell'andamento dell' <i>Output</i> in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo 2-Erlang.....	227
Grafico 87 Confronto dell'andamento dell' <i>Output</i> in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo Gamma.....	228
Grafico 88 Confronto dell'andamento della saturazione media in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/2-Erlang)	229
Grafico 89 Confronto dell'andamento della saturazione media in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/Gamma).....	229
Grafico 90 Confronto dell'andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/2-Erlang)	230
Grafico 91 Confronto dell'andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/Gamma).....	230
Grafico 92 Confronto della stabilità del caricamento medio in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/2-Erlang)	231
Grafico 93 Confronto della stabilità del caricamento medio in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/Gamma).....	231
Grafico 94 Confronto del bilanciamento delle stazioni in funzione dello <i>Shop Floor Time</i> nei tre modelli (3classi/2-Erlang).....	232

Grafico 95 Confronto del bilanciamento delle stazioni in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (3classi/Gamma)232

Indice degli allegati

Allegato 1 QUESTIONARIO DELLA RICERCA: “L’eccellenza nella gestione delle *Operations* nelle aziende di servizio” 259

1. Introduzione

In questi ultimi anni stanno prendendo forma diversi *trend* che modificano l'economia globale apportandone dei cambiamenti strutturali. Esempi di questi *trend* sono la globalizzazione, la digitalizzazione, la deregolamentazione e la privatizzazione, i cambiamenti demografici, il cambiamento del mix dell'industria, la standardizzazione dei processi e l'importanza crescente delle economie emergenti (Lee e Lee, 2002). Particolare rilevanza assume il cambiamento in atto all'interno dell'industria: il settore dei servizi sta diventando sempre più importante per l'economia mondiale. Secondo quanto affermato da una recente indagine ISTAT (2008), da oltre vent'anni è in atto il passaggio da una "economia della manifattura" ad una "economia dei servizi". Lo sviluppo esponenziale dell'economia dei servizi comincia negli anni '70 e continua senza interruzione fino agli anni '90, con un picco negli anni '80 (Martinelli e Gadrey, 2000). Circa 100 anni fa era l'agricoltura che contribuiva maggiormente al reddito nazionale nei paesi sviluppati. L'era agraria ha poi ceduto il passo all'era industriale; adesso l'era industriale sta cedendo il passo all'era dei servizi. Quello dei servizi è infatti l'unico settore che ha continuato a crescere e creare nuovi posti di lavoro nel corso degli ultimi vent'anni su scala mondiale, mentre il settore produttivo e l'agricoltura hanno subito un declino delle attività, a cui corrisponde un forte calo nelle cifre relative all'occupazione. Lo sviluppo dei servizi porta quindi a consolidare la competitività nelle economie avanzate e garantisce il benessere sociale nei Paesi economicamente meno sviluppati. La crescita dei servizi è tale che attualmente viene utilizzata come indicatore di crescita a livello globale: il successo e la vitalità di questo settore sono i fattori essenziali per misurare i progressi di un'economia, la sua qualità e il suo futuro (Lee et al., 2007).

È chiaro come si sia giunti ad una nuova era, l'era dei servizi. Particolare rilievo ricoprono le industrie ad alta intensità di conoscenza e informazione, come l'*information and communication technology* (ICT), i servizi finanziari, la Sanità, le biotecnologie, l'educazione, l'intrattenimento e simili. È però necessario evidenziare l'esistenza di un settore dei servizi che spesso risulta nascosto: quello delle divisioni delle compagnie manifatturiere, che forniscono supporto alle funzioni interne (manutenzione, amministrazione, risorse umane) e supporto esterno su prodotti e servizi (riparazioni in garanzia, assistenza post vendita e consulenza prima della vendita).

Tra tutte le tipologie di servizi, sono quelli collegati alle imprese che apportano il maggior contributo alla creazione di posti di lavoro nei paesi industrializzati¹ e dispongono del maggior potenziale di crescita. Si parla in particolare dei servizi caratterizzati da alta densità di conoscenza, come le consulenze in tecnologie dell'informazione (TI), le consulenze di gestione, la pubblicità e la formazione professionale; nonché dei servizi operativi, quali la pulizia industriale, i servizi di sicurezza e i servizi di segreteria. In genere la forte crescita di questi servizi è spiegata dalla migrazione dell'occupazione dall'industria manifatturiera verso i servizi, dando in subappalto attività che precedentemente venivano svolte all'interno dell'azienda. Il cambiamento in atto risulta essere trainato anche da altri fattori, altrettanto importanti: i mutamenti dei sistemi produttivi, gli incrementi di flessibilità, la concorrenza più vivace sui mercati internazionali, il potenziamento delle tecnologie, delle applicazioni e dei servizi ad esse connessi, il ruolo crescente delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), nonché la conoscenza e la nascita di nuovi tipi di servizi².

L'importanza associata ai servizi nei Paesi industrializzati e nei Paesi in via di sviluppo è molto differente. Nei primi il terziario contribuisce in maniera preponderante rispetto all'industria manifatturiera alla formazione del PIL. L'Asia e altri Paesi in via di sviluppo invece presentano un netto *deficit* nei servizi, in contrasto con il loro *surplus* nella produzione (Dubini e Annushkina, 2005). Per questo motivo ci si concentrerà ora sui soli Paesi industrializzati, in particolare su Stati Uniti, Europa e Italia. Di seguito si presentano ad un maggior livello di dettaglio i *trend* e il livello di crescita e sviluppo del settore dei servizi in queste tre aree.

L'economia americana sta vivendo una rapida crescita nei servizi di base. Secondo quanto affermato da una statistica dell'US Bureau of Labor Statistics (Gennaio 2008), a dicembre 2007 le industrie dei servizi negli Stati Uniti occupavano l'84% della popolazione lavoratrice, mentre le aziende di produzione solo il 10%. Riddle e Brown (1988) propongono un *excursus* sullo sviluppo dei servizi negli Stati Uniti. Nel periodo compreso tra il 1947 e il 1985 il prodotto nazionale lordo del settore manifatturiero è diminuito del 42%, mentre quello del settore dei servizi è cresciuto approssimativamente del 21%. Nel 1988 questo settore contava il 60% del PNL, il settore manifatturiero il 30% e quello amministrativo il 10%. Nel 1994 i servizi contribuivano a circa il 70% del reddito nazionale statunitense (Fitzsimmons and Fitzsimmons, 1994). Considerando invece il

¹ Vengono infatti create moltissime nuove imprese rispetto agli altri settori.

² Competitività dei servizi collegati alle imprese, http://europa.eu/legislation_summaries/index_it.htm.

livello d'impiego nei servizi, esso è cresciuto del 30% dal 1982 al 2000, raggiungendo un valore pari al 78% di tutti i lavoratori; il settore manifatturiero ha invece presentato una crescita piatta (Canel et al., 2000). Il settore dei servizi è ormai diventato il punto di forza fondamentale dell'economia USA: esso rappresenta il 76% delle attività statunitensi ed occupa l'80% dei posti di lavoro (Drucker, 2002). Tra tutti questi servizi spiccano per rilevanza quelli ad alta intensità di conoscenza.

Nell'area europea il settore dei servizi è l'unico che, a partire dall'inizio degli anni '90, abbia contribuito alla crescita dell'occupazione; ricopre ora un ruolo strategico. Nel 2000 i servizi collegati alle imprese³ rappresentavano il più vasto settore dell'economia, impiegando il 53% dell'occupazione complessiva nell'economia dell'UE; l'industria corrispondeva invece al 29% (vale a dire circa 29 milioni di lavoratori dipendenti). Nel 2001 essi costituivano invece il 55% dell'occupazione complessiva nell'economia di mercato dell'UE, impiegando circa 55 milioni di persone⁴. L'intero settore dei servizi ricopriva nel 2006 il 65% delle attività europee e al suo interno vi operavano quasi il 70% dei lavoratori (Lee et al., 2007). A questo risultato si è giunti grazie alla nuova politica dell'occupazione stabilita dall'Unione Europea, la quale non si limita a porre l'accento sui servizi come mezzo per stimolare l'economia, ma lo ritiene un fattore chiave nella creazione di ricchezza.

La trasformazione economica in Italia, Paese europeo di più recente industrializzazione, parte in ritardo rispetto al resto del mondo industrializzato (dagli anni '80), ma presenta caratteristiche simili a quelle degli altri principali Paesi dell'UE (indagine ISTAT, 2008). In Italia il peso degli addetti del manifatturiero sul totale dell'economia ha subito negli anni una forte riduzione, passando dal 33% circa nel 1970 al 23% del 2004. Di pari passo il numero degli occupati nei servizi è cresciuto dal 43% del 1970 al 67% del 2004.

Servendosi dei dati raccolti dall'ISTAT, è stato possibile evidenziare la crescita notevole che ha interessato il settore dei servizi. Gli istogrammi riportati di seguito indicano l'aumento registrato in Italia tra il 2002 e il 2007 del numero di imprese e di addetti appartenenti al settore del terziario e la crescita in termini di fatturato e di valore aggiunto⁵ di queste imprese.

³ Sono esclusi i servizi finanziari.

⁴ Competitività dei servizi collegati alle imprese, http://europa.eu/legislation_summaries/index_it.htm.

⁵ Il valore aggiunto rappresenta l'incremento di valore che l'attività dell'impresa apporta al valore dei beni e servizi ricevuti da altre aziende mediante l'impiego dei propri fattori produttivi (il lavoro, il capitale e l'attività

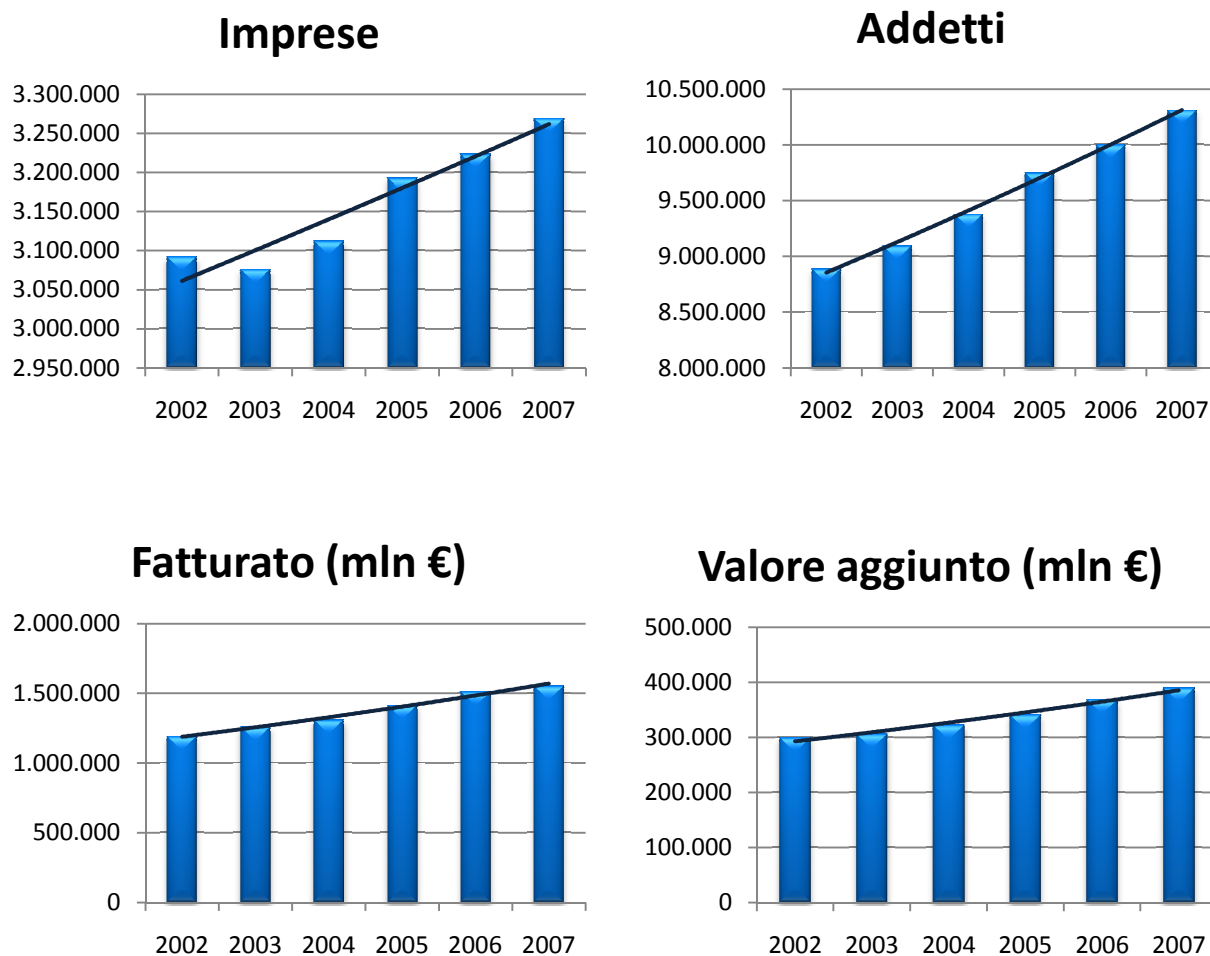


Grafico 1 Crescita dei servizi nel periodo 2002-2007 in termini di numero di imprese, addetti, fatturato e valore aggiunto (Tavole ISTAT "Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi", anni 2002-2007)

Osservando i grafici emerge che il numero di imprese è salito, tra il 2002 e il 2007, da 3,1 milioni (73,9% delle imprese italiane) a 3,27 milioni (74,3% delle imprese italiane), registrando un aumento del 5,7%. Il numero di addetti è passato in cinque anni da 9 (56,5% dell'occupazione totale) a 10 milioni (60,5% dell'occupazione totale) con un incremento del 16%. Il fatturato complessivo delle imprese appartenenti al terziario è salito da 1.191 miliardi di euro a 1.552 miliardi di euro (+30,3%). Infine il valore aggiunto è passato in cinque anni da 300 miliardi di euro (52% del valore aggiunto complessivo) a 389 miliardi di euro (53,9% del valore aggiunto complessivo), registrando un incremento del 30%.

imprenditoriale). Tale aggregato è ottenuto sottraendo l'ammontare dei costi al totale dei ricavi: i primi comprendono i costi per acquisti lordi, per servizi vari e per godimento di servizi di terzi, le variazioni delle rimanenze di materie e di merci acquistate senza trasformazione e gli oneri diversi di gestione; i secondi contengono il valore del fatturato lordo, le variazioni delle giacenze di prodotti finiti, semilavorati ed in corso di lavorazione, gli incrementi delle immobilizzazioni per lavori interni ed i ricavi accessori di gestione.

Confrontando il terziario con gli altri settori della struttura produttiva nazionale, si nota come esso sia ormai maggioritario sia in termini di numerosità di imprese e occupazione sia di valore aggiunto realizzato.

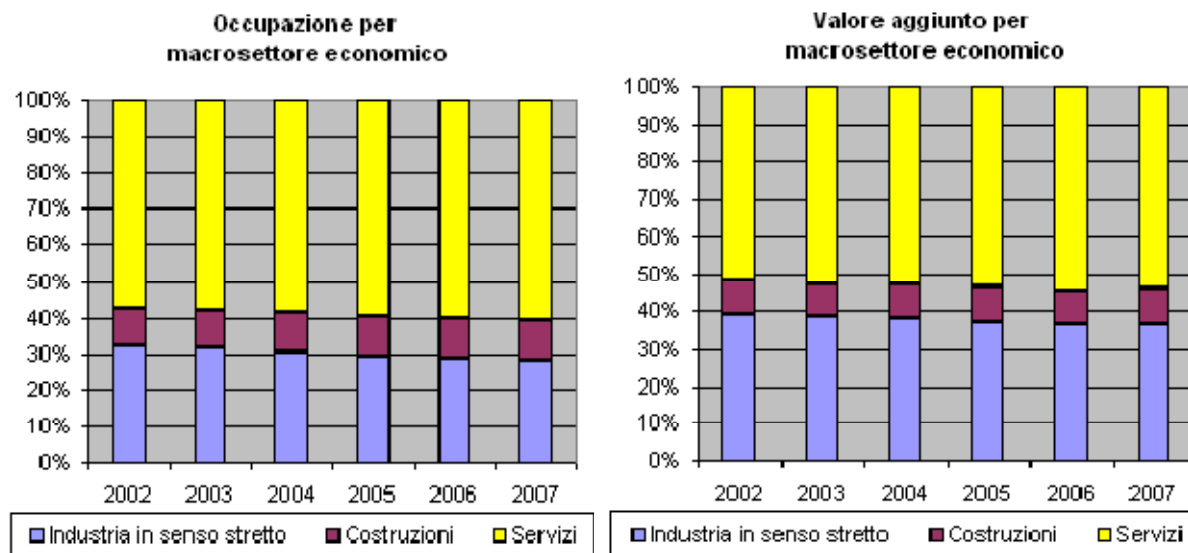


Grafico 2 Confronto tra industria, servizi e costruzioni in termini di occupazione e valore aggiunto (Rapporto annuale ISTAT "Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi", anni 2002-2007)

Franco Modigliani e Domenico Siniscalco, due economisti italiani, ritengono che la crescita nel settore dei servizi sia un fatto da collegare all'utilizzo dei cosiddetti "servizi intermedi"⁶ da parte del sistema produttivo industriale italiano. Infatti il settore dei servizi non cresce in modo autonomo, ma è stimolato dal bisogno che l'industria ha dei servizi stessi; è quindi proprio il sistema produttivo industriale a creare l'occupazione nell'economia dei servizi italiana (Martinelli e Gadrey, 2000).

Dal confronto di queste tre aree emerge come in Italia il settore dei servizi abbia iniziato a svilupparsi più tardi rispetto a Stati Uniti ed Europa. Quest'ultima accusa invece un ritardo considerevole rispetto agli Stati Uniti nella crescita della produttività dei servizi collegati alle imprese. Inoltre, nonostante i servizi europei collegati alle imprese abbiano una rilevanza superiore negli scambi internazionali rispetto a quelli statunitensi (26% contro il 18% in termini assoluti), il saldo netto totale degli Stati Uniti risulta essere doppio rispetto a quello europeo (35 miliardi a fronte di 17 miliardi di euro)⁷.

⁶ I servizi intermedi sono tutti quelli che, una volta impiegati all'interno del processo, si consumano per intero durante il periodo considerato.

⁷ Competitività dei servizi collegati alle imprese, http://europa.eu/legislation_summaries/index_it.htm.

Indipendentemente dal livello di sviluppo, è evidente come il settore dei servizi ricopra già un ruolo rilevante nell'economia dei principali Paesi sviluppati. È inoltre chiaro come la continua crescita del settore dei servizi vada di pari passo con l'aumento della competitività nel settore. I fattori principali su cui queste imprese si trovano a concorrere sono legati ai costi e quindi a garantire un'efficienza sempre maggiore nella gestione aziendale. L'incremento di competitività è inoltre influenzato dal lento ma progressivo miglioramento della produttività di queste aziende. A sua volta, se il livello di produttività sale, la concorrenza nel settore si acuisce e questo costituisce uno stimolo a far sempre meglio; le imprese, di conseguenza, cercano di incrementare ancora di più la produttività. Questi due fattori sono quindi indissolubilmente legati.

È evidente come anche le aziende di servizio, come quelle manifatturiere, debbano fronteggiare il problema della produttività. Esso è particolarmente pronunciato nei servizi, sebbene risulti ancora difficile misurare con precisione la produzione di questo settore, in quanto si trova in una fase economica interessata da un rapido cambiamento tecnologico⁸. È possibile utilizzare diverse metriche per definire la produttività. La produttività è genericamente indicata come il rapporto tra una misura del volume di *output* realizzato e una misura del volume di uno o più *input* impiegati nel processo produttivo. In questo caso la misura di *output* adottata è il valore aggiunto, che viene utilizzato per stimare la produttività del lavoro. È stata scelta la produttività del lavoro e non quella dei fattori produttivi perché ritenuta maggiormente rilevante per il settore dei servizi. Questo indicatore è stato misurato come valore aggiunto per addetto (migliaia di euro)⁹. L'ISTAT ha reso disponibili i dati relativi alla competitività e alla produttività italiana per gli anni 2002-2007¹⁰. Si riportano di seguito i risultati.

⁸ www.europa.eu/legislation_summaries/enterprise/industry/n26027_it.htm.

⁹ In questa parte di analisi sono stati inclusi solo i settori esclusivamente privati: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione autoveicoli, motocicli e beni personali e per la casa; alberghi e ristoranti; trasporti, magazzinaggio e comunicazioni; attività immobiliari, informatica, ricerca e altre attività professionali. Sono stati esclusi, in quanto prevalentemente pubblici, i seguenti settori: istruzione, Sanità ed altri servizi sociali, altri servizi pubblici, sociali e personali.

¹⁰ "Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi", documenti pubblicati annualmente dal 2004 al 2009 dall'ISTAT.

Valore aggiunto per addetto (mgl €) - servizi

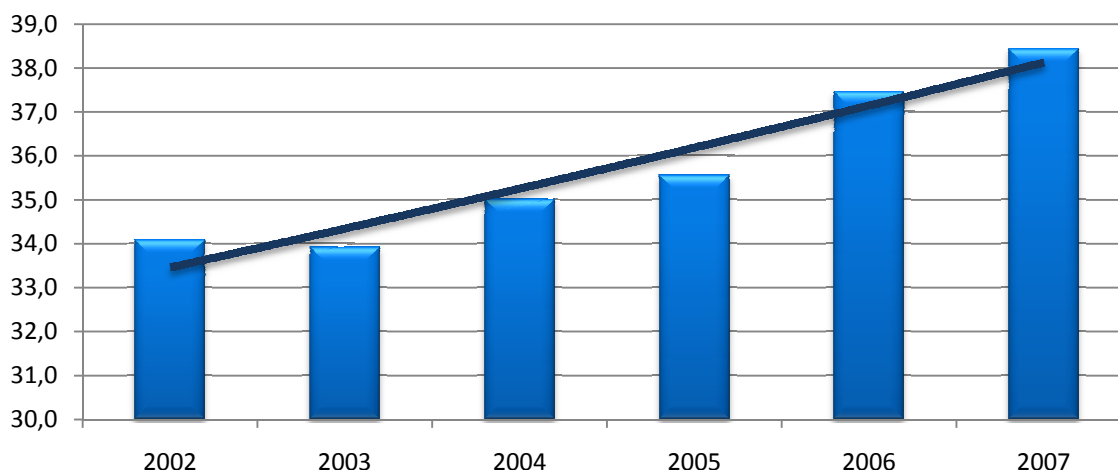


Grafico 3 Evoluzione della produttività del lavoro nei servizi nel periodo 2002-2007 (Tavole ISTAT "Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi", anni 2002-2007)

Dal confronto dei dati si denota un forte aumento della produttività del lavoro (e quindi della competitività) per le aziende appartenenti al settore dei servizi. Infatti i valori passano da 34,1 migliaia di euro nel 2002 a 38,4 migliaia di euro nel 2007.

Nonostante questa forte crescita, i servizi¹¹ mostrano avere un incremento inferiore rispetto alle aziende manifatturiere, le quali registrano valori di produttività che vanno da 45,5 migliaia di euro nel 2002 (34,1 migliaia di euro per i servizi) a 55,1 migliaia di euro del 2007 (38,4 migliaia di euro per i servizi). In termini percentuali, la produttività del lavoro è salita, nel periodo che va dal 2002 al 2007, del 12,8% per i servizi e del 21,1% per l'industria in senso stretto. Si riportano i grafici di confronto, in termini assoluti e relativi.

¹¹ In questa parte di analisi sono stati inclusi solo i settori esclusivamente privati: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione autoveicoli, motocicli e beni personali e per la casa; alberghi e ristoranti; trasporti, magazzinaggio e comunicazioni; attività immobiliari, informatica, ricerca e altre attività professionali. Sono stati esclusi, in quanto prevalentemente pubblici, i seguenti settori: istruzione, Sanità ed altri servizi sociali, altri servizi pubblici, sociali e personali.

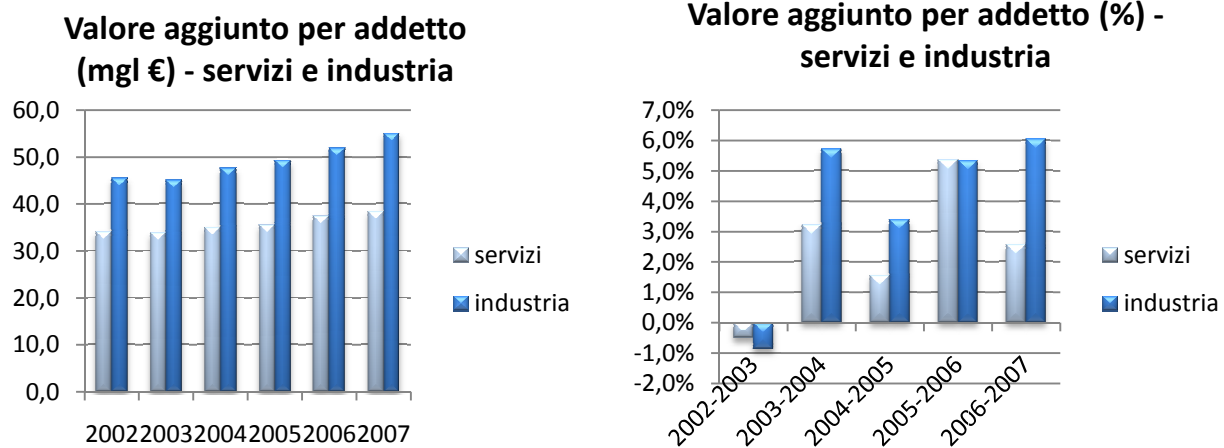


Grafico 4 Evoluzione a confronto della produttività del lavoro di servizi e industria (in termini assoluti e relativi). I dati sono stati elaborati a partire dalle tavole ISTAT "Struttura e competitività del sistema delle imprese industriali e dei servizi", anni 2002-2007.

Il *trend* evidenziato per il caso italiano è analogo a quello degli altri Paesi industrializzati. A conferma di ciò viene presentato il *trend* individuato per l'economia statunitense¹²:

	Growth for Periods Indicated			
	1949-72	1973-94	1995-2004	1949-2004
	(1)	(2)	(3)	(4)
Output per Hour				
Business	3.23	1.58	3.14	2.55
Nonfarm Business	2.77	1.48	3.05	2.29
Manufacturing	2.58	2.59	5.01	2.98
Durable	2.64	3.02	6.33	3.39
Nondurable	2.83	1.90	3.49	2.56
Nonfinancial Corporate Business	2.61	1.41	3.76	2.25
Output				
Business	4.10	3.18	4.04	3.72
Nonfarm Business	4.22	3.17	4.05	3.77
Manufacturing	3.74	2.51	2.48	3.04
Durable	4.21	2.87	4.18	3.66
Nondurable	3.48	1.90	0.36	2.32
Nonfinancial Corporate Business	5.51	3.25	4.78	4.27
Hours				
Business	0.84	1.57	0.87	1.14
Nonfarm Business	1.41	1.67	0.98	1.44
Manufacturing	1.14	-0.09	-2.40	0.06
Durable	1.53	-0.15	-2.02	0.27
Nondurable	0.63	0.00	-3.02	-0.23
Nonfinancial Corporate Business	2.86	1.81	0.99	1.99
NOTE: Compounded annual growth rates using quarterly data; 1949:Q1 to 1972:Q4; 1972:Q4 to 1994:Q4; 1994:Q4 to 2004:Q4. Data for nonfinancial corporations begins in 1958:Q1 Data for total manufacturing and durable and nondurable manufacturing are on an SIC basis prior to 1987.				
SOURCE: Bureau of Labor Statistics				

Tabella 1 Crescita della produttività dei diversi *business sector* statunitensi (Federal Reserve Bank of St. Louis)

La tabella evidenzia la crescita in termini di produttività per i diversi *business sectors*. La crescita della produttività dei servizi, ad eccezione del primo ventennio, risulta essere sempre inferiore a quella del settore manifatturiero.

¹² Fonte: "Productivity Measurement and Monetary Policymaking During the 1990s", Richard G. Anderson and Kevin L. Kliesen, October 2005, Federal Reserve Bank of St. Louis.

Alla luce dei cambiamenti in atto nel settore dei servizi, vista la sempre maggior rilevanza dei servizi stessi nell'economia globale e il conseguente aumento di competitività nel settore, risulta ormai necessario, per questa tipologia di imprese, puntare su un aumento di produttività. Tuttavia fino ad ora poca attenzione è stata rivolta agli strumenti per il suo miglioramento nei servizi.

Secondo Drucker (1991) gli incrementi di produttività nei servizi dipendono per lo più dalla definizione delle criticità, dall'individuazione delle attività a valore aggiunto e dall'eliminazione di tutto ciò che non è necessario fare e che quindi risulta essere uno spreco. È di vitale importanza anche il miglioramento amministrativo. Le funzioni di ufficio, dalla progettazione e sviluppo al *marketing*, dalla quotazione all'inserimento ordini, dalla pianificazione agli acquisti e alla contabilità, possono rappresentare dal 60% all'80% del *lead time* e degli sforzi necessari per soddisfare le richieste del cliente. Se queste attività non funzionano efficacemente, allora le prestazioni dell'azienda ne soffriranno in maniera significativa, a prescindere dal livello di progettazione, dall'innovatività e dalla qualità del servizio o del prodotto fisico. I problemi attuali delle aziende di servizio risultano essere i costi, la turbolenza dei mercati, una cultura aziendale poco flessibile e le incoerenze organizzative.

Risulta dunque importante insistere sul "*Service Operations Management*", una leva particolarmente rilevante per migliorare la produttività e l'efficienza delle aziende di servizio. Il *Service Operations Management* rappresenta la gestione delle *operations* nelle imprese di servizio. Esso si preoccupa di "consegnare" il servizio ai clienti o agli utilizzatori del servizio stesso. La gestione delle *operations* nei servizi include la comprensione delle necessità del cliente, la gestione dei processi necessari per la fornitura del servizio, l'assicurarsi che gli obiettivi vengano raggiunti, preoccupandosi allo stesso tempo del miglioramento continuo dei servizi offerti (Johnston e Clark, 2008). Questo ambito nel passato è stato spesso messo in secondo piano e poco considerato, tuttavia ora si ritiene necessario operarci per poter migliorare le *performance* dell'intera azienda.

All'interno del *Service Operations Management*, Schmenner (2004) identifica proprio nella produttività il fattore chiave che spiega il miglioramento, al di sopra della media di settore, delle *performance* e delle vendite di alcune imprese nel lungo periodo. La produttività di queste aziende, misurata in termini di "vendite per dipendente", è infatti più elevata rispetto all'intero settore. Schmenner si focalizza quindi sul capire perché alcune imprese di servizio sono più

produttive di altre. Egli ritiene che i *leader* nei diversi settori dei servizi da 20 anni sono società che utilizzano lo “*Swift, Even Flow*” (flusso veloce e costante) nelle loro *operations* ed è proprio per questo motivo che risultano essere più performanti delle altre. La teoria dello *Swift, Even Flow* sostiene che più un flusso di materiali (o di informazioni) è veloce e costante all’interno di un processo, più produttivo è quel processo. Il tempo di *throughput*¹³, o tempo di attraversamento, è indicativo dello spreco in un processo. La riduzione del tempo di attraversamento rappresenta una strategia efficace per migliorare la produttività delle imprese. Gli studi sulla *Lean Manufacturing*, ampiamente riconosciuti, rappresentano l’esempio più famoso di questa strategia. L’introduzione di tale filosofia fornisce infatti una risposta alle problematiche sopra evidenziate e porta a diversi benefici, sia interni che esterni. I benefici interni consistono nella creazione di una struttura organizzativa flessibile e capace di reagire al cambiamento delle esigenze dei clienti, nell’eliminazione degli sprechi, ovvero di tutte quelle attività che non aggiungono valore per il cliente, nel determinare i flussi del valore che definiscono la struttura organizzativa ed infine in un maggiore coinvolgimento del personale. I benefici esterni corrispondono invece ad una maggiore responsabilità sociale dell’impresa (una struttura ben organizzata sa infatti generare valore per il territorio, per l’ambiente e per le persone); ad una maggior soddisfazione degli *stakeholder*; alla fidelizzazione del cliente; alla capacità di attrarre professionalità e talenti attraverso la creazione del “*the best place to work*”.

In conclusione, per poter raggiungere incrementi di produttività è necessario lavorare sul *Service Operations Management* e, più in generale, bisogna riuscire a creare un flusso livellato di ordini da monte a valle. Questo rappresenta l’obiettivo finale dell’approccio *Lean*, che lo persegue attraverso la “caccia” agli sprechi. Il *Lean* permette quindi di aumentare la produttività nei servizi; per questo motivo il lavoro di tesi si occuperà di applicare la filosofia *Lean* nelle aziende non ripetitive. Si cerca quindi di capire cosa è stato fatto in letteratura; quanto il *Lean* è diffuso in due settori rilevanti dei servizi, la Sanità e le *Utilities*; e come si possano gestire in modo diverso le *operations* in ottica *Lean* per aumentare la produttività. I diversi metodi di gestione delle *operations* presentati verranno validati tramite simulazione.

È giunto ora, per il mondo dei servizi, il momento di cambiare, per raggiungere l’eccellenza in termini di efficienza, produttività e livello di servizio.

¹³ È il tempo che passa tra il momento in cui il servizio è pronto per il “*service encounter*” (che è il punto in cui si incontrano cliente e processo di servizio) e il momento in cui il *service encounter* viene completato e il cliente è soddisfatto.

2. Obiettivi del lavoro di Tesi

In questo capitolo vengono definite le domande di ricerca a cui tale studio vuole dare risposta. Il focus di questo lavoro di tesi è il Lean applicato al mondo dei servizi, di cui vengono identificate caratteristiche e problematiche. Nella prima parte di questo capitolo si riporteranno in breve tali problematiche. Nella seconda parte ci si concentrerà sull'esplicitazione delle domande di ricerca e si riporterà in quali sezioni troveranno risposta.

2.1. Problematiche

Nell'introduzione è stato inquadrato il contesto di riferimento del lavoro di tesi e le problematiche ad esso connesse.

Il settore dei servizi sta registrando negli ultimi anni una forte crescita, è infatti il settore con il tasso di occupazione più alto. La continua crescita provoca e sta provocando un aumento di competitività sempre più importante dei servizi. I fattori principali su cui questa tipologia di aziende si trova a competere con un maggior accanimento sono i costi e la produttività.

Se il livello di produttività sale, la concorrenza nel settore si acuisce e questo costituisce uno stimolo a far sempre meglio; le imprese, di conseguenza, cercano di incrementare ancora di più la produttività. Quindi crescita, competitività e incremento della produttività risultano essere tra loro molto legate.

I problemi attuali che le aziende di servizio devono affrontare sono i costi, la turbolenza dei mercati, una cultura aziendale poco flessibile e le incoerenze organizzative. La problematica chiave su cui però è necessario concentrarsi è l'incremento di produttività. Tuttavia, come già si è detto nel capitolo precedente, fino ad ora è stata rivolta poca attenzione agli strumenti per il miglioramento della produttività nei servizi. Drucker (1991) ritiene che per migliorare la produttività dei servizi sia necessario:

- definire le criticità;
- individuare le attività a valore aggiunto;
- eliminare gli sprechi.

Schmenner (2004) identifica la produttività come fattore chiave per migliorare le performance delle aziende. L'autore ritiene inoltre che una strategia efficace per incrementare questo fattore sia la riduzione del tempo di attraversamento. Gli studi sulla *Lean Manufacturing*, ampiamente riconosciuti, rappresentano l'esempio più famoso di questa strategia.

Questo lavoro di ricerca nasce con l'obiettivo di contribuire ad affrontare tale problematica e portare la filosofia *Lean* al di fuori del contesto classico e ormai consolidato. Infatti l'utilità e la validità dell'approccio *Lean* sono state già ampiamente dimostrate all'interno nel contesto manifatturiero. Molti autori hanno inoltre mostrato come esso presenti ampie potenzialità di

miglioramento della produttività se introdotto in servizi aziende non ripetitive. Tuttavia è stato fatto ancora poco in questa direzione.

2.2.Obiettivi

Il lavoro di tesi qui presentato si pone l'obiettivo di rispondere alle seguenti domande di ricerca.

Domanda di ricerca 1.

Su cosa si sono concentrati gli studi condotti fino ad ora nella ricerca relativa al *Lean* nei servizi? È stata dimostrata la validità del *Lean* all'interno del settore dei servizi? È necessario apportare modifiche all'approccio utilizzato in ambito manifatturiero perché esso funzioni anche nelle aziende non ripetitive? Quali sono i principali problemi che si intende affrontare? È possibile sviluppare una metodologia unica o è necessario distinguere in base alla tipologia di servizio?

Domanda di ricerca 2.

Come sono gestite le *operations* nelle aziende appartenenti ai settori Sanità e *Utilities*? Quali sono gli obiettivi più rilevanti e su cui è necessario puntare per ottenere un vantaggio competitivo? Su quali di questi le imprese del settore hanno maggiori difficoltà e quindi su quali esiste il maggior margine di miglioramento? Quale è il livello di conoscenza, diffusione e applicazione dell'approccio *Lean* in queste realtà? Quali sono le problematiche che spingono queste imprese ad introdurlo? Quali sono gli strumenti tipici di tale approccio maggiormente utilizzati?

Domanda di ricerca 3.

Quali sono le caratteristiche rilevanti di un processo tipico delle imprese di servizio? È possibile fare affidamento sulla tecnica del bilanciamento dei flussi ispirata all'approccio *Lean* per migliorare la produttività dei *service process*? In che modo questa tecnica deve essere riadattata a questo nuovo contesto? I risultati ottenuti sono significativi e permettono un buon miglioramento delle *performance* aziendali? È possibile migliorare le *performance* anche quando si riscontra forte variabilità tra tempi pianificati e tempi effettivi, caratteristica tipica di queste aziende? Nel caso in cui si ha forte scarsità informativa come variano le *performance*?

Si illustra ora brevemente la struttura del lavoro di tesi e si indicano le sezioni che si preoccuperanno di dare risposta alla domanda di ricerca specifica.

La prima domanda di ricerca trova risposta nel capitolo 3, dedicato all'analisi della letteratura. Si analizza la letteratura esistente sull'approccio *Lean* nei servizi per poterne definire lo stato dell'arte. Lo scopo è quello di evidenziare i *trend* in atto ed individuare eventuali lacune presenti nelle ricerche, in modo da poter identificare e suggerire possibili direzioni di sviluppo da seguire per gli studi futuri. Pertanto i *paper* raccolti vengono distinti sulla base di differenti assi di classificazione e si valuta in questo modo quali sono gli ambiti della ricerca che sono stati maggiormente trattati; si identificano inoltre gli ambiti che risultano poco trattati e che necessitano di un maggior approfondimento. Inoltre, in una precedente *review* della letteratura (Duclos et al., 1995) venivano proposti alcuni indirizzamenti per gli sviluppi futuri; si valuta quindi se tali indirizzamenti sono stati seguiti dagli studi successivi.

Per rispondere alla seconda domanda di ricerca è stata realizzata una *survey*. Sono state contattate trenta aziende appartenenti al settore *Utilities* e trenta alla Sanità. Il capitolo 4 sarà dedicato all'analisi dei risultati dell'indagine, mirata a rispondere in dettaglio ai quesiti. Si valuta quindi come vengono gestite le *operations* nelle aziende appartenenti a questi due ambiti. Si esplorano anche le principali esigenze del mercato e i campi più problematici che queste tipologie di imprese devono affrontare. Infine si analizza il livello di conoscenza e applicazione dell'approccio *Lean* all'interno dei loro processi.

La domanda 3 trova risposta nel capitolo 5, strutturato nel seguente modo. Inizialmente si studia la struttura dei processi, organizzati come una *supply chain*, che caratterizzano le aziende di servizio. Si studia come vengono gestite le *operations* in queste aziende e soprattutto la pianificazione delle attività. Si cerca quindi di implementare il metodo *Lean* in questi processi e ne vengono mostrati i vantaggi ottenibili. Per raggiungere l'obiettivo vengono presentati e validati tre modelli differenti di ottimizzazione ispirati alla filosofia *Lean*. Essi appartengono alle tecniche di *WorkLoad Control* (WLC): due sono metodi di limitazione del carico di lavoro e uno di bilanciamento del flusso. Tali modelli sono stati fino ad ora proposti solamente per i processi produttivi; vengono qui riadattati al settore dei servizi, imponendo due condizioni fondamentali: la presenza informazioni scarse e poco precise e di tempi *standard* di programmazione delle attività differenti da quelli effettivamente impiegati per l'erogazione del servizio (caratteristiche tipiche di questo settore). Per questo i tempi di lavorazione degli ordini sono stati suddivisi in classi e i tempi *standard* sono stati differenziati da quelli effettivi. Per poter effettuare queste analisi si farà uso della simulazione. Ci si concentrerà poi sull'analisi dei risultati, in cui sarà possibile trovare le

risposte al quesito numero 3. Quello che si vuole verificare è che l'approccio *Lean*, e in particolare la metodologia del bilanciamento, risulta conveniente anche a fronte di alcune caratteristiche tipiche delle aziende di servizio: variabilità tra i tempi pianificati e quelli effettivi e forte scarsità informativa. Precisamente la prima parte è dedicata alla valutazione delle *performance* a seconda del modello implementato; la seconda invece si concentra sul confronto dei tre diversi metodi per valutare, a seconda delle diverse configurazioni e al variare di parametri rilevanti, quale modello permetta di ottenere le *performance* migliori.

3. Analisi della letteratura: il *Lean* applicato ai servizi

Questa sezione è dedicata allo svolgimento dell'analisi della letteratura per rispondere alla prima domanda di ricerca.

Domanda di ricerca 1

Su cosa si sono concentrati gli studi condotti fino ad ora nella ricerca relativa al Lean nei servizi? È stata dimostrata la validità del Lean all'interno del settore dei servizi? È necessario apportare modifiche all'approccio utilizzato in ambito manifatturiero perché esso funzioni anche nelle aziende non ripetitive? Quali sono i principali problemi che si intende affrontare? È possibile sviluppare una metodologia unica o è necessario distinguere in base alla tipologia di servizio?

L'obiettivo è quindi quello di valutare lo stato dell'arte degli studi relativi all'introduzione dell'approccio Lean nei servizi. La sezione è stata suddivisa in 6 parti.

Inizialmente si fornisce la definizione di ciò che si intenderà con il termine "servizi" in tutto il lavoro di ricerca.

Viene poi dedicato un paragrafo alla spiegazione del metodo di ricerca seguito per reperire gli articoli sui quali sarà basata l'intera analisi.

La terza parte è dedicata all'individuazione dello stadio del ciclo di vita in cui si trova la ricerca. Per fare questo si procede ad identificare se gli autori sono orientati verso una ricerca di tipo Theory Building e si individua la fase del processo di creazione della conoscenza scientifica in cui ci si trova.

Si identifica poi la tipologia di ricerca svolta distinguendo tra ricerca empirica e ricerca analitica.

La parte successiva della sezione è dedicata alla classificazione degli articoli a disposizione. Si individuano gli opportuni assi di classificazione che permettono di identificare le direzioni seguite

dagli autori e le aree in cui sarebbe opportuno indagare e quindi indirizzare gli studi e le ricerche. La classificazione è svolta su più livelli. Sono presenti anche delle classi trasversali.

Nell'ultima parte si è cercato di valutare se le direzioni di ricerca proposte in passato sono state intraprese nel corso del tempo.

3.1. Definizione di “servizio”

In questo paragrafo si vuole spiegare e fornire una definizione di ciò che è stato inteso per “servizio” nel lavoro di ricerca che seguirà. Vengono inoltre indicate le aree che sono state escluse dalla trattazione, nonostante rientrino nella definizione fornita, con le rispettive giustificazioni.

Diversi autori si sono preoccupati di dare una descrizione di servizio. Sono state riportate di seguito quelle utilizzate per svolgere questa indagine. Zeithaml e Bitner (1996) definiscono i servizi come processi, *performance* e azioni. Haksever et al. (2000) descrivono i servizi come attività economiche che producono benefici in termini di tempo (come il servizio di falciatura del prato), spazio (i negozi di generi alimentari vedono più prodotti in un solo spazio, più conveniente), forma (un servizio di consulenza mette insieme informazioni in una forma utile al *manager*) o psicologici (una visita a *Disney World* dà benefici psicologici al consumatore). Altri autori invece trovano più facile definire le *service operations* partendo da ciò che non sono. Tuttavia queste definizioni non risultano essere esaustive, in quanto non rappresentano bene tutte le tipologie di servizi. Ad esempio Lovelock (1984) descrive i servizi come tutte le attività economiche nelle quali l'*output* primario non è né la costruzione né la produzione di un oggetto. La definizione di Lovelock non è però adatta quando si cerca di classificare aziende come i ristoranti o IBM, le quali, oltre ad offrire diversi servizi, producono anche prodotti tangibili. Quindi a nostro avviso, per dare una descrizione esaustiva di servizio, è necessario partire da cosa esso è. Per fare questo si devono individuare le caratteristiche che le *service operations* devono avere per essere considerate tali (Cuatrecasas, 2002; Wei, 2009):

- Intangibilità. Un servizio ha carattere intangibile anche se per essere erogato spesso si utilizzano beni tangibili. Ad esempio, nel caso di approvazione di un prestito bancario, si seguono diversi passi tra cui la raccolta dei dati, l'acquisizione di conoscenza, e quindi di tutte le informazioni necessarie, e la valutazione da parte del professionista; l'*output* finale è costituito da un insieme di fogli firmati. Tuttavia senza la firma del cliente il prestito non può esistere.
- Deperibilità. Un servizio non può essere conservato e tenuto a scorta; questo spesso può essere un problema e può tradursi ad esempio nell'aver stanze di albergo vuote o postazioni libere sull'aereo, oppure, nel caso di forte richiesta, nel lasciare attendere in coda il cliente.

- Eterogeneità. La qualità del servizio può variare a seconda di chi lo eroga, del cliente e del giorno.
- Impossibilità di trasferirne la proprietà.
- Difficoltà nel definire gli standard e i tempi d'esecuzione.
- Simultaneità tra processo di produzione/erogazione di un servizio e il suo consumo; spesso il cliente partecipa attivamente al processo stesso.

Oltre a queste caratteristiche, la soddisfazione del cliente e la sua fedeltà risultano essere due fattori distintivi dei servizi.

Osservando il modo in cui viene realizzato un servizio, emerge come la sua produzione risulti essere molto simile a quella industriale: in entrambi i casi si opera con processi e attività a valore aggiunto. Le uniche differenze stanno nel risultato che si ottiene e nelle trasformazioni. Nel caso dei servizi l'*output* non è un bene materiale ma un'entità intangibile. Per quanto riguarda la trasformazione, nelle organizzazioni manifatturiere vi è una forte concentrazione sulle trasformazioni fisiche dei prodotti; nei servizi la trasformazione è invece di tipo psicologico (come l'assistenza ai dipendenti), di scambio informativo (come la formazione e l'addestramento), di cambio di locazione (come la distribuzione) e di stoccaggio (come il magazzino). Spesso le organizzazioni di servizi includono la combinazione di due o tre trasformazioni.

I servizi inoltre possono essere di diverse tipologie. Con tale termine infatti non si intendono solo quelle aziende che si occupano di erogare un servizio a clienti esterni, ma anche tutte quelle divisioni interne alle imprese che si preoccupano di fornire servizi all'interno dell'azienda stessa. I servizi che saranno considerati in questo lavoro possono essere così divisi in due categorie: servizi interni ed esterni (che chiameremo "aziende di servizio").

I "servizi interni" fanno riferimento a tutte quelle divisioni aziendali, indipendentemente dal fatto che l'azienda sia manifatturiera, di servizio, no profit o di tipo governativo, il cui *output* costituisce un servizio per un'altra divisione. In genere si fa riferimento ad organi di supporto come il *marketing*, la ricerca e sviluppo, l'ingegneria, l'*information technology*, le risorse umane, l'amministrazione, l'ufficio legale e, a volte, la manutenzione. I clienti interni possono essere ad esempio gli ingegneri della produzione per i *product designer* o i dirigenti d'azienda per gli analisti finanziari. Secondo quanto affermato da Maleyeff (2006) i servizi interni possono essere a loro volta suddivisi in quattro sottoclassi:

- *Sistemi che forniscono un supporto alla funzione Risorse Umane*; ad esempio l'orientamento dei dipendenti, la gestione dei talenti o il reclutamento sul campo.
- *Sistemi il cui focus principale è il servizio a clienti esterni*; ad esempio la gestione dei reclami, le riparazioni o la risoluzione dei problemi legati al prodotto.
- *Sistemi che forniscono supporto tecnico alle funzioni interne*; ad esempio l'implementazione del sistema di qualità, le previsioni sui prodotti o la farmacia ospedaliera.
- *Sistemi che forniscono supporto al business*; ad esempio lo sviluppo di nuovi business, la creazione dei budget o la stesura del rendiconto finanziario.

Le "aziende di servizio" sono quelle imprese che si rivolgono al cliente esterno. I servizi da loro offerti possono essere classificati in diversi modi. Si possono distinguere tra standardizzati o customizzati. Oppure è possibile dividerli tra (Cuatrecasas, 2002):

- Sistemi che comportano la distribuzione fisica: sono sviluppati tenendo conto della presenza di flussi di materiali o persone. Questo tipo di servizi permette l'applicazione delle tecniche che di solito vengono utilizzate in ambiente manifatturiero.
- Servizi cosiddetti "in situ": non c'è transazione fisica e le *operations* si svolgono nel luogo in cui è presente il cliente e col cliente stesso.

Nella ricerca realizzata sono state prese in considerazione tutte le tipologie di servizi sopra definite. Non ci si è infatti focalizzati solo su una categoria, ma con il termine servizi si sono intese tutte quelle attività il cui *output* rappresenta un servizio per un cliente interno od esterno. Sono stati quindi considerati sia i servizi interni che le aziende di servizio. Tuttavia abbiamo ritenuto necessario escludere alcune categorie. Le riportiamo di seguito:

- *Paper* che, sebbene legati all'implementazione del *Lean* nei servizi, si occupano principalmente di identificare e tracciare prodotti fisici e/o si focalizzano maggiormente su aspetti logistici e sulla gestione dei flussi di materiale. Rientrano in questa categoria gli articoli relativi al settore *retail*, alla logistica, alla distribuzione e alle attività di carico/scarico. Tuttavia vi fanno parte anche quei *paper* che trattano di biblioteche, perché fanno riferimento alla movimentazione, alla giacenza e al posizionamento dei libri sugli scaffali. Sono stati esclusi anche gli articoli che si preoccupano primariamente di minimizzare le scorte.

- *Paper* che trattano di *Knowledge Management*, in quanto si parla di *Just in Time* come sinonimo di “in tempo reale” e non inteso come “filosofia *Lean*”.
- *Paper* relativi all’ambito degli acquisti (a cui ci riferisce indifferentemente con i termini *supply*, *purchasing* o *procurement*), solo se si concentrano maggiormente sulle strategie d’acquisto che possono essere messe a punto dalle aziende; vengono invece considerati i *paper* che si occupano di migliorare il processo d’acquisto vero e proprio.

3.2. Metodo di ricerca

In questa sezione si presenta in dettaglio il metodo con cui sono stati cercati gli articoli che costituiscono il campione utilizzato nelle analisi dei paragrafi successivi. Vengono indicate le banche dati utilizzate, le parole chiave inserite nel motore di ricerca e le limitazioni poste all'indagine.

I documenti sono stati trovati interrogando tre banche dati convenzionate con il Politecnico di Milano: Scopus, Ei Compendex ed ISI Web of Knowledge. Ci si è inoltre serviti di Google Scholar per reperire gli ulteriori articoli che non erano presenti nelle banche dati.

Per costruire un campione completo si è ritenuto opportuno non imporre limitazioni temporali.

La strategia di indagine adottata è stata quella di ricercare tutte le parole chiave che possono essere riferite alla filosofia *Lean*, ovvero: "*Lean*", "*Toyota Production System*", "*Toyota Way*", "*Just in Time*" e "*JIT*". Sono stati inseriti anche i termini *JIT* o *Just in Time* in quanto in alcuni *paper* viene spesso considerato come sinonimo di *Lean*, soprattutto nei documenti meno recenti. Ciò ha permesso di rendere più completa la ricerca. A questi termini sono state poi associate di volta in volta delle parole chiave, relative agli ambiti dei servizi che potevano essere connessi con l'applicazione del *Lean*. I termini utilizzati per identificare gli ambiti di implementazione sono: *service, product development, headquarter, engineering to order firms, service system, internal service, quotation/quoting, office, financial, healthcare, administration* (limitato a *subject area: "business and economics"* e "*public administration*" a causa dell'eccessivo numero di risultati), *bank, insurance, restaurant, mail order, order entry, invoicing, purchasing/procurement/supply, maintenance, entertainment, communication provider* e *advertising*.

Le parole chiave sono state spesso suggerite dalla lettura di *abstract* o di interi *paper* (Duclos et al., 1995) in cui si citava la presenza di documenti relativi all'implementazione del *Lean* nelle *service operations*.

Non tutti gli articoli presenti nel campione sono stati trovati durante la ricerca iniziale nelle banche dati. Alcuni infatti sono stati ricercati dopo la lettura dei *paper*. Si fa riferimento a quelli citati all'interno degli articoli letti e che si riteneva potessero fornire un contributo importante all'analisi. Tuttavia, seppur presenti nelle *references* dei *paper* analizzati, di alcuni non è stato possibile ottenere il testo o l'*abstract*, né attraverso le tre banche dati né attraverso Google

Scholar. La maggior parte di questi non sono articoli recenti, probabilmente per questo meno reperibili.

Le parole chiave inserite nelle banche dati venivano cercate nel titolo, nell'ambito (indicato come *subject*), nell'*abstract* o nelle *keywords* dell'articolo. Tuttavia, l'inserimento di alcune combinazioni delle parole chiave sopra indicate portava, in certi casi, a centinaia o addirittura migliaia di riscontri. Per poter scremare i risultati ottenuti senza rischiare di compromettere la completezza del campione sono state poste alcune **limitazioni** alle ricerche:

- Sono stati selezionati solo gli articoli redatti in lingua inglese.
- Sono state eliminate alcune discipline o ambiti (indicati con *subject area*) che esulavano dall'implementazione del *Lean* nei servizi, come ad esempio la chimica, i gas e l'inquinamento, l'agricoltura e le scienze biologiche, la biochimica, la genetica, la farmaceutica e veterinaria, l'astronomia e le scienze legate alla terra, la psicologia, l'immunologia e la tossicologia.
- I database permettono l'accesso a numerosissime riviste, molte delle quali lontane dall'argomento di questo lavoro di ricerca. Sono state quindi esclusi tutti quei periodici inerenti all'area salute e nutrizione (es. International journal of obesity), perché il termine *Lean* viene associato al concetto di "snello" contrapposto ad "obeso"; le riviste chimiche; quelle relative all'inquinamento e all'ambiente; i periodici legati al processo di combustione (es. oil & gas journal) etc.

Sono stati inoltre esclusi i *paper* in forma di presentazione. Tali restrizioni potrebbero essere considerate limitanti per l'analisi. Sebbene possano fornire spunti interessanti, l'approccio di questi articoli non è tuttavia molto strutturato ed hanno fini perlopiù divulgativi.

Infine, sono stati considerati i *paper* di cui era disponibile il testo intero e/o l'*abstract*; sono stati invece scartati tutti gli altri. Senza leggere almeno l'*abstract* è impossibile comprendere il taglio dell'articolo e gli intenti dell'autore, sebbene il titolo possa lasciar intendere una sua possibile inclusione nel campione; sarebbe stato comunque impossibile classificare tali articoli. Non è stato inoltre possibile considerare i libri. Per questi motivi gli articoli identificati non sono purtroppo esaustivi di tutta la letteratura esistente sul *Lean* nei servizi.

Per effettuare l'analisi della letteratura sono stati utilizzati gli articoli di cui era disponibile il testo in formato PDF. Essi risultano essere quasi tutti successivi al 2000, poiché quelli antecedenti a questa data presentano spesso solo l'*abstract*. Sono stati reperiti anche alcuni articoli in formato cartaceo, servendosi del Servizio Bibliotecario d'Ateneo.

Seguendo il metodo di ricerca illustrato, è stato possibile raccogliere un totale di 302 articoli, di cui 117 relativi ai servizi e 185 invece legati al settore *healthcare*. Quest'ultimo risulta essere un ambito in cui si sono concentrate maggiormente le ricerche; ben il 62% degli articoli reperiti tratta di tale settore. Questo significa che in quell'area il *Lean* funziona bene e si sono svolte molte ricerche. Ma non solo, vi sono alcuni autori (Al-Aomar, 2006) che si concentrano sul definire come implementare il *Lean* nei servizi in generale e che però apportano come esempi casi di studio relativi all'*healthcare*.

I *paper* raccolti ricoprono un intervallo temporale che va dal 1984 al 2010; questo dimostra che le ricerche relative all'implementazione del *Lean* nel campo dei servizi sono iniziate solo a partire dagli anni '80. Negli anni precedenti ci si è maggiormente concentrati negli studi relativi all'implementazione del *Lean* nelle aziende manifatturiere.

Il campione da noi creato, utile per realizzare l'analisi della letteratura, è costituito da articoli che appartengono alle seguenti aree: aziende di servizio, in cui rientrano ristoranti e *fast food*, *call centre*, hotel, banche, società di consulenza, assicurazioni, società di telecomunicazione, manutenzione, società operanti nel settore dell'*housing* e aziende di trasporto aereo; servizi pubblici; università; servizi interni di diverse tipologie (tra cui ad esempio quelli forniti da amministrazione e ingegneria); *product development* e *software development*; ed infine tutto l'*healthcare*.

3.3. Stadio di sviluppo della ricerca

L'analisi della letteratura è svolta considerando solo i paper che presentano l'implementazione del Lean nei servizi, tralasciando la parte relativa all'healthcare.

In questa sezione si cerca di comprendere lo stadio di sviluppo a cui è giunta la ricerca relativa al Lean nel settore dei servizi. Vengono fatte alcune considerazioni introduttive, portate avanti analizzando tutti i paper a nostra disposizione (quindi sia quelli per cui era disponibile l'intero testo, sia quelli per cui era disponibile solo l'abstract). Successivamente, considerando i soli articoli per cui era disponibile il testo, viene fatta una suddivisione tra Theory Building e Theory Testing. Si procede poi a valutare a quale fase del processo di Theory Building appartengono gli articoli, utilizzando la definizione delle fasi proposta da Handfield e Melnik (1998)¹⁴. In questo modo sarà possibile valutare lo stadio di sviluppo della ricerca in questo filone dell'operations management.

Considerando tutti gli articoli relativi ai servizi raccolti (che ammontano a 117) emerge che, nonostante le ricerche sulla possibilità di introdurre l'approccio *Lean* in questo ambito siano iniziate negli anni '80, il vero *boom* si è registrato a partire dall'anno 2004 ed è attualmente in corso. I contributi per la letteratura sono più che raddoppiati a partire da quell'anno. L'andamento viene mostrato dal grafico sottostante. Questo *trend* sembra diminuire negli ultimi anni; bisogna però precisare che la curva può trarre in inganno, in quanto non tutti gli articoli redatti nell'anno 2010 sono stati pubblicati entro il momento in cui è stata effettuata la nostra indagine. Il *trend* di crescita di questo filone dell'*operations management* viene confrontato con la curva teorica della maturità della ricerca realizzata da Malhotra e Grover (1998). Tale curva è ottenuta ponendo sull'asse orizzontale il tempo e sull'asse verticale la certezza della conoscenza.

¹⁴ Handfield e Melnik includono nel processo di *Theory Building* anche la fase di test della teoria. Per questo motivo sono stati considerati nell'analisi sia gli articoli di tipo *Theory Building* che quelli *Theory Testing*.

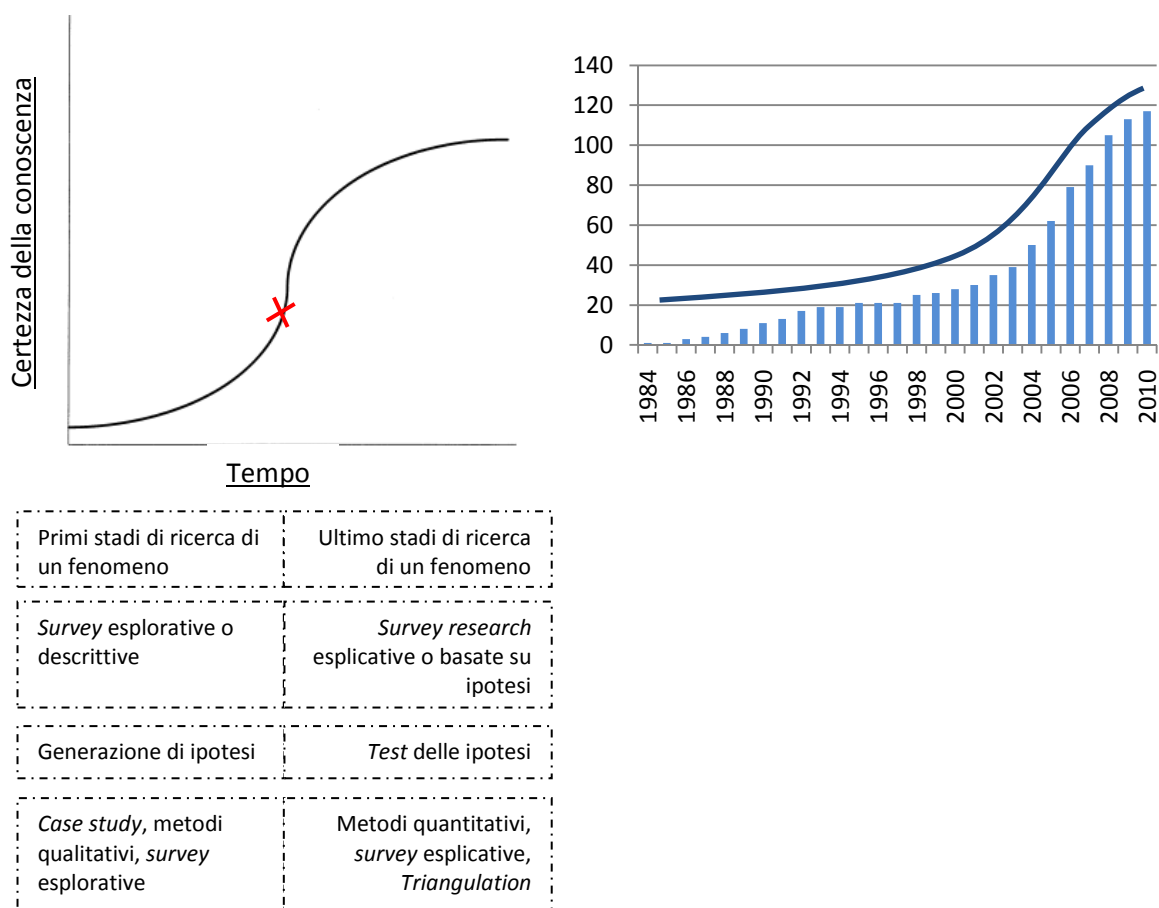


Grafico 5 Confronto tra la curva teorica della maturità della ricerca e il *trend* evolutivo della letteratura sul *Lean* nei servizi

Secondo Malhotra e Grover la prima fase di ricerca di un fenomeno corrisponde all'esplorazione e alla generazione delle ipotesi; in questa fase non ci si preoccupa del *test* e della verifica delle ipotesi stesse. Gli autori ritengono inoltre che in questa fase le ricerche vengano condotte adottando come metodologie principali i *case study*, le *survey* esplorative e descrittive e, più in generale, metodi di tipo qualitativo. Solo nella fase di maturità si procede alla verifica e al *test* delle ipotesi. I metodi di ricerca principali in questa fase risultano essere quelli quantitativi, tra cui le *survey* esplicative e la *triangulation*. Dal confronto emerge come la ricerca sia ancora nelle fasi iniziali del suo ciclo di vita. Sulla base dei motivi qui esposti è ragionevole aspettarsi che la tipologia di ricerca più diffusa sia la ricerca empirica e che la stragrande maggioranza degli articoli sia di tipo *Theory Building*. Nella maggior parte degli articoli analizzati l'autore si dovrebbe quindi preoccupare di osservare la realtà e generare nuove ipotesi per definire nuove teorie, tralasciando la fase di *testing*. Infine è ragionevole aspettarsi che gran parte dei *paper* utilizzino tipologie di ricerca di tipo qualitativo, primi tra tutti i *case study*.

Prendendo sempre in considerazione tutti gli articoli trovati, sia quelli per cui era disponibile il testo intero che quelli di cui si aveva solo l'*abstract*, si è cercato di effettuare una prima analisi sulla metodologia adottata dagli autori per condurre la ricerca. Questa è purtroppo una delle poche valutazioni che è possibile fare con tutti i *paper* a disposizione, in quanto non si riesce a condurre analisi approfondite a partire dal solo *abstract*. I metodi considerati sono alcuni di quelli illustrati da Wacker (1998). Dato l'elevato numero di metodologie esistenti, sono state qui riportate solo quelle effettivamente ritrovate nella lettura dei *paper*: il *case study*, la *survey*, l'*action research*, la simulazione e la ricerca di tipo analitico concettuale.

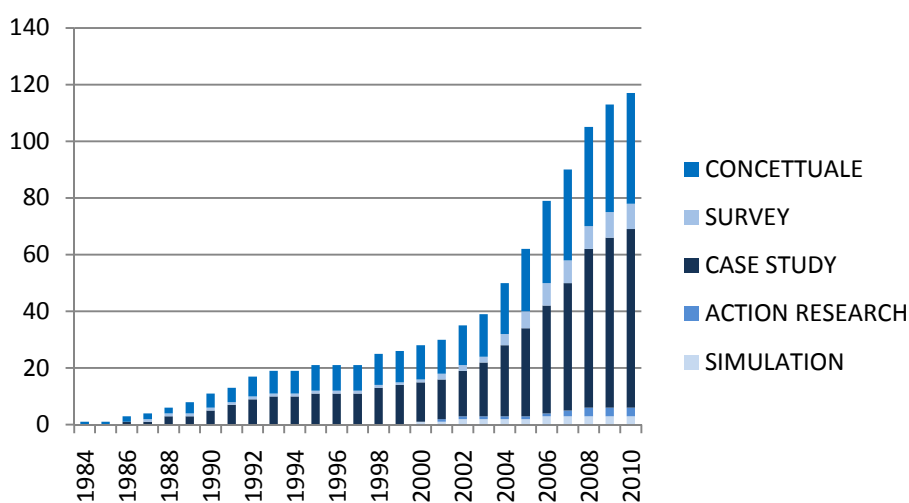


Grafico 6 Evoluzione della metodologia utilizzata nei *paper*

Il grafico mostra il *trend* evolutivo dell'utilizzo delle diverse metodologie nel corso degli anni. È necessario precisare che un autore può far uso di più metodi all'interno dello stesso articolo; per ovviare a questo problema i *paper* sono stati suddivisi in base alla metodologia che veniva principalmente utilizzata. Dal grafico emerge che l'*action research* e la simulazione, introdotte entrambe a partire dal 2001, risultano essere ancora poco utilizzate. Le *survey* registrano un *trend* crescente nonostante non siano ancora molto usate. La metodologia più utilizzata e tutt'ora in crescita è il *case study*. Questo risultato conferma quanto affermato in precedenza. Infatti lo stato la ricerca, ancora alle fasi iniziali del suo ciclo di vita, lasciava presagire che i principali metodi utilizzati fossero quelli di tipo qualitativo tra cui le *survey* esplorative e descrittive ma soprattutto i *case study*.

Le analisi che seguono sono focalizzate principalmente sui 63 articoli di cui era disponibile, o *online* o in formato cartaceo, l'intero *paper*. La motivazione di questa scelta è dovuta al fatto che dalla

lettura del singolo *abstract* non è stato possibile reperire informazioni indispensabili per poter svolgere con precisione le classificazioni. Si ritiene comunque che il campione composto da 63 articoli selezionati possa essere considerato significativo. Infatti spesso, se l'articolo è importante, il Politecnico di Milano ne ha la disponibilità; in questo modo i *paper* di una certa rilevanza sono stati tutti messi a nostra disposizione. Dove possibile, invece, sono stati utilizzati anche gli articoli con solo *abstract* a complemento dell'analisi.

3.3.1. *Theory Building e Theory Testing*

In questa analisi si vuole prima di tutto valutare lo stato dell'arte della letteratura relativa al *Lean* nei servizi. Precisamente si cerca di capire qual è il contributo che ciascun articolo apporta alla teoria e di individuarne il *trend*. I *paper* sono stati raggruppati in quattro *cluster* in base ai contributi che forniscono alla letteratura (suddividendo tra quelli che creano una nuova teoria e quelli che invece si preoccupano di testare teorie già esistenti):

- Articoli descrittivi.
- Articoli *Theory Building*.
- Articoli *Theory testing*.
- Articoli *Theory Building e Theory Testing*.

Vengono ora definiti in maggior dettaglio questi quattro assi.

ARTICOLI DESCRITTIVI. A questa classe appartengono tutti quegli articoli che dimostrano che l'implementazione dell'approccio *Lean* in un determinato processo o in un'intera azienda ha avuto esito positivo. Spesso descrivono anche nel dettaglio il processo e i miglioramenti ottenuti grazie alla filosofia *Lean*. Si tratta per lo più articoli divulgativi.

ARTICOLI THEORY BUILDING. Appartengono a questa categoria tutti gli articoli che si preoccupano di creare conoscenza scientifica attraverso una migliore comprensione dei risultati o il raggiungimento di uno o più obiettivi della conoscenza¹⁵ (Handfield e Melnyk (1998)). Molto chiara risulta anche la definizione data da Wacker (1998): la ricerca *Theory Building* ha l'obiettivo di

¹⁵ Gli obiettivi della conoscenza sono: organizzare e categorizzare le cose, predire eventi futuri, spiegare eventi passati, comprendere cosa causa gli eventi e, a volte, fornire il potenziale per controllare gli eventi (Handfield e Melnyk, 1998).

costruire un insieme di conoscenze integrato, da applicare a diversi casi, che spieghi chi, cosa, quando, dove, come e perché certi fenomeni accadono¹⁶.

A questa classe appartengono quindi gli articoli che presentano casi di studio (singoli o multipli); *survey*; *review* della letteratura; e metodi più tradizionali come le ricerche di tipo analitico, le analisi statistiche dei dati e le simulazioni. Per la definizione di caso di studio e delle sue diverse forme si fa riferimento a quanto affermato da Meredith (1998). L'autore spiega nel dettaglio le caratteristiche proprie dei casi di studio e distingue tra *case study* di tipo esplorativo e di tipo esplicativo/validativo. Meredith sostiene inoltre che quando il fine di un autore è quello di costruire nuove teorie (*Theory Building*), si dovrebbero utilizzare maggiormente i *case/field study* rispetto ai metodi più tradizionali come l'ottimizzazione, la simulazione e la modellazione statistica. Le *survey* invece possono essere esplorative, descrittive ed esplicative. Per la definire e caratterizzare le *survey* più in dettaglio si fa riferimento a quanto affermato da Malhotra e Grover (1998). Infine le *review* della letteratura si preoccupano di definire lo stato dell'arte in un determinato ambito e da esso cercano di trarre spunti per la creazione di nuove teorie.

ARTICOLI THEORY TESTING. Appartengono a tale categoria tutti quegli articoli in cui l'obiettivo dell'autore è quello di testare una teoria. In questo caso le ipotesi da valutare sono state definite in lavori precedenti; di conseguenza l'autore si propone solo di verificare e testarne la validità. Il *test* di una teoria viene fatto applicando la stessa ad un caso reale. Più precisamente ciò che si va testare sono le ipotesi, che a loro volta sono state definite successivamente alla formulazione della teoria. Secondo quanto affermato da Malhotra e Grover (1998) nel *Theory Testing* viene usata la ricerca deduttiva pura e ogni fallimento nel confermare le ipotesi causa un ripensamento della teoria. Non conviene utilizzare approcci induttivi poiché il fallimento richiederebbe aggiustamenti da apportare nei dati raccolti, e di conseguenza si otterrebbe una teoria basata su degli aggiustamenti. Gli articoli che rientrano in questa categoria sono per lo più delle *survey* di tipo esplicativo e sono supportate dall'analisi statistica dei dati.

ARTICOLI THEORY BUILDING E THEORY TESTING. Appartengono a questa classe tutti quegli articoli in cui l'autore si prefigge non solo di presentare un nuovo modello o teoria ma anche di testarne la validità. Secondo quanto affermato da Colquitt e Zapata-Phelan (2007), *Theory Testing* e *Theory Building* rappresentano componenti chiave al contributo teorico, e possono coesistere in un

¹⁶ Per una definizione più dettagliata di ricerca "*Theory Building*" si rimanda al lavoro di Wacker (1998).

articolo empirico o in una serie di ricerche. Entrambi hanno impatti unici sull'accumulo e sulla condivisione di conoscenza. Una buona ricerca *Theory Building* deve avere anche una parte di *Theory Testing* che verifichi che la teoria ha una legittimazione nel mondo empirico. Negli articoli esaminati le ipotesi che si vogliono testare sono definite dall'autore nel *paper* stesso; esse vengono formulate a partire da *field study* (Yasin et al., 2001; Yasin et al., 2004) oppure dall'analisi dei lavori passati (Sprigg e Jackson, 2006; Meybodi, 2005). Tali articoli generalmente utilizzano come metodo di indagine la *survey*.

Secondo quanto affermato prima, dalla suddivisione tra *Theory Building* e *Theory Testing* ci si aspetta che emerga un maggior numero di *paper* di tipo *Theory Building*. La ricerca si trova infatti ancora negli stadi iniziali. Ci si attende di trovare pochi articoli di tipo *Theory Testing* in quanto più legati ad una fase più matura della ricerca. Si riportano i risultati ottenuti con il campione a nostra disposizione.

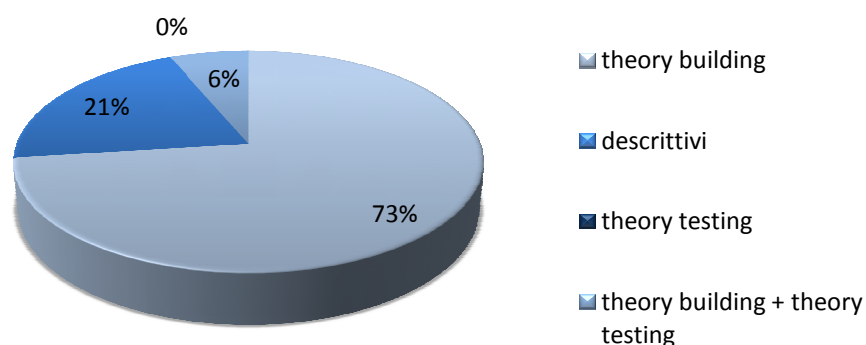


Grafico 7 Suddivisione dei *paper* tra *Theory Building* e *Theory Testing*

Come emerge dal grafico, la maggior parte degli articoli presenti nel campione è di tipo *Theory Building* (73%). Questo risultato, già previsto nell'analisi introduttiva, conferma il fatto che la ricerca in questo campo dell'*operations management* si trovi ancora nella fase del ciclo di vita della crescita. Pochi *paper* appartengono alla classe *Theory Building e Theory Testing* (6%) e nessuno è solo *Theory Testing*. Vi è poi un cospicuo numero di *paper* (26%) che non rientrano nelle classi precedenti. Essi sono per la maggior parte dei casi di studio descrittivi. Si limitano infatti a descrivere la realtà senza proporre nuovi spunti o nuove teorie. Alcuni articoli descrivono il caso in maniera molto dettagliata (Swank, 2003) altri invece si limitano a riportare la bontà del risultato, quindi i miglioramenti ottenuti, senza descriverne in modo preciso le modalità di ottimizzazione

implementate (Brandt, 2009). I *paper* di tipo *Theory Building* presenti non usano come metodi solo casi di studio singoli o multipli, ma anche delle *survey*, delle *review* della letteratura e metodi più tradizionali come le analisi statistiche dei dati e simulazioni. I quattro articoli che appartengono alla classe “*Theory Building + Theory Testing*” contengono *survey* esplicative, supportate dall’analisi statistica dei dati, per poter dimostrare la validità delle ipotesi proposte. Nessuno degli articoli presenti nel campione è di tipo *Theory Testing*.

3.3.2. Le fasi del processo di *Theory Building*

Handfield e Melnyk (1998) si sono occupati di definire le fasi in cui può essere scomposto il processo scientifico di *Theory Building*¹⁷. Viene riportato brevemente.

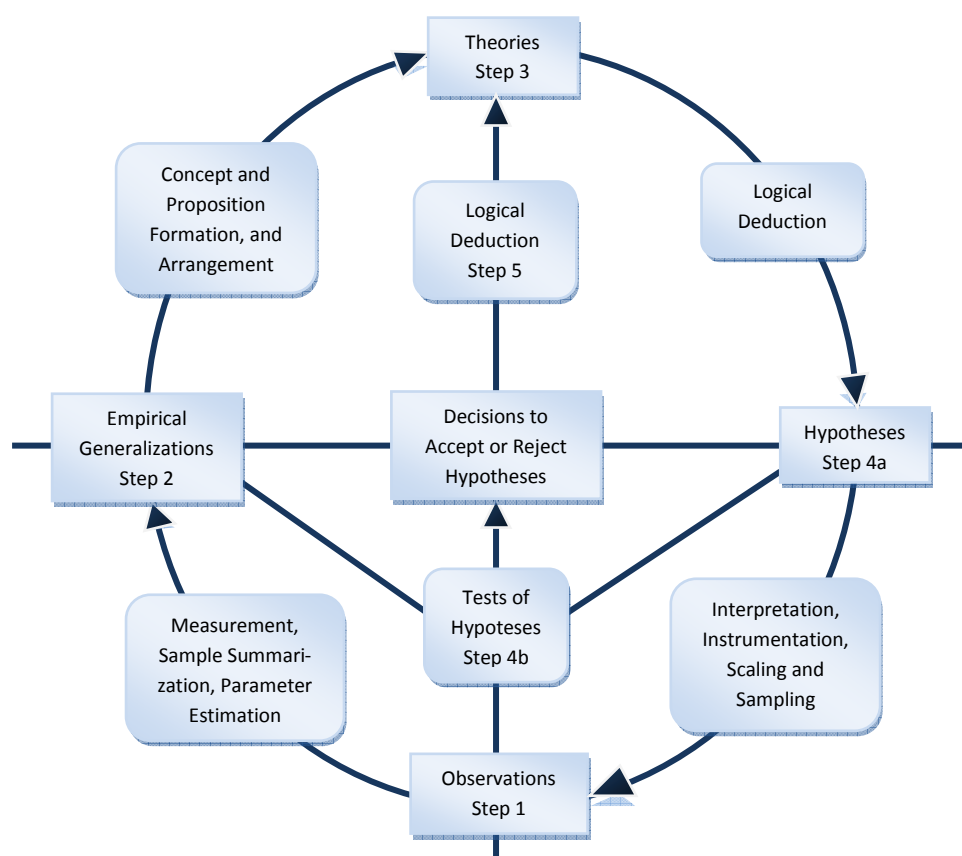


Figura 1 Le fasi del processo di *Theory Building*

A causa della natura ciclica del processo, non esiste un vero e proprio punto con cui si inizia. Ha però senso cominciare dal basso, dal passo 1. La metà a sinistra del modello rappresenta la

¹⁷ Con il termine *Theory Building* gli autori intendono tutto il processo di creazione della conoscenza scientifica. Essi includono nello stesso processo anche la fase di *Theory Testing*, necessaria per la validazione e la modifica della teoria. *Theory Building* e *Theory testing*, che sono stati in precedenza considerati due tipologie distinte di *paper*, qui vengono visti come le due parti complementari del processo di creazione della conoscenza.

costruzione induttiva della teoria a partire dalle osservazioni. Quella a destra rappresenta l'**applicazione deduttiva della teoria** alle osservazioni. La metà superiore è la **teorizzazione** ottenuta attraverso l'uso di logica deduttiva e induttiva. Quella inferiore è la **ricerca empirica**. La linea di trasformazione centrale rappresenta il fatto che i test di congruenza tra le ipotesi e le generalizzazioni empiriche dipendono dal lato deduttivo quanto quello induttivo del lavoro scientifico e che la decisione di accettare o rifiutare le ipotesi è un collegamento tra la costruzione e l'applicazione della teoria e tra la teorizzazione e la ricerca empirica.

Step 1: osservazione. È il punto di partenza del processo scientifico. Può avere 2 obiettivi: scoperta o descrizione. La scoperta crea coscienza di un problema o di un evento che deve essere esaminato o spiegato e serve ad espandere i confini; con la descrizione si cerca di spiegare cosa sta succedendo in quelle situazioni individuate nella fase di scoperta. L'osservazione è definita a partire dalle esperienze e dal *background* dell'osservatore.

Step 2: generalizzazione empirica. È una "proposizione isolata che riassume le uniformità osservate nelle relazioni tra due o più variabili". L'obiettivo di questa fase è di mappare, quindi di identificare le variabili chiave e i fattori importanti, senza specificare l'attuale struttura del problema (che è l'obiettivo della fase successiva). Si cerca perciò di generalizzare un insieme di osservazioni ad un livello molto ampio. In questa fase non esistono ancora delle teorie vere e proprie.

Step 3: teoria. Le teorie emergono quando i termini e le relazioni delle generalizzazioni empiriche sono resi più astratti introducendo termini che si riferiscono a costrutti non osservabili. Nello sviluppare e costruire le relazioni tra i costrutti, il ricercatore ha 2 obiettivi: generalizzare la natura delle relazioni tra le variabili chiave (il come) e cercare di spiegare la ragione di queste relazioni (il perché). Una teoria deve contenere sia il come che il perché.

Step 4a: generazione delle ipotesi. Il ricercatore inizia a confrontare la teoria per determinare la sua applicabilità alle osservazioni. Il vero test comincia quando vengono dedotte le ipotesi dalla teoria. Una volta che sono state selezionate un insieme di congetture e proposizioni, il ricercatore deve metterle in una forma testabile empiricamente.

Step 4b: il test delle ipotesi.

Step 5: deduzione logica. Con questo si chiude il *gap* tra la teoria e i risultati empirici. La deduzione logica richiede di ritornare alla domanda della ricerca originaria e di chiedersi se i risultati hanno senso o se almeno contribuiscono alla teoria ad uno o più livelli. Gli *output* possono essere 3:

1. Conferma finale della teoria attraverso la non disconferma;
2. Modifica della teoria attraverso la sua disconferma, ma non ad un punto cruciale;
3. Rovesciamento della teoria attraverso la sua disconferma ad un punto cruciale.

Quando le ipotesi risultano supportate, il ricercatore può procedere all'estensione o al raffinamento della teoria: si focalizza sulla validità esterna, o su quanto è possibile generalizzare dai dati e dal contesto della ricerca a popolazioni e situazioni più ampie. L'estensione/raffinamento della teoria consiste nell'applicare la teoria e le ipotesi ad ambienti differenti. Più sono le situazioni in cui è possibile applicarla con successo, più la teoria è generale e forte.

Sulla base della definizione di Handfield e Melnik, si cerca ora di stabilire a quali fasi del processo di *Theory Building* appartengono gli articoli esaminati. In questa classificazione non sono state fatte rientrare le *review* della letteratura e i *case study* descrittivi.

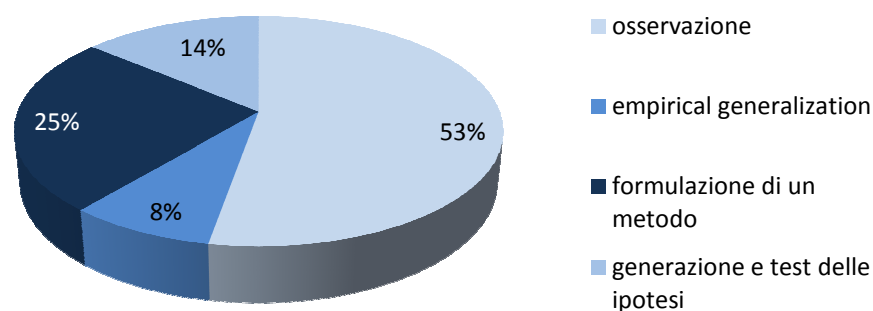


Grafico 8 Suddivisione dei *paper* in base alla fase del processo di *Theory Building* di appartenenza

Dal grafico emerge che più della metà dei *paper* presenti nel campione appartengano alla fase di osservazione (*step 1*). Solamente tre *paper* (l'8% del campione) si sono spinti verso la fase di generalizzazione empirica (*step 2*; gli articoli in oggetto sono: Suárez-Barraza et al., 2010; Song et al., 2009; Jackson et al., 2008); sono tutti e tre recenti. Un quarto dei lavori rientra già nella fase successiva (*step 3*, teoria).

In conclusione si può affermare che, sebbene gli autori siano orientati verso una ricerca che mira a creare nuove teorie, gli articoli risultano essere perlopiù fermi alle prime fasi, di osservazione ed esplorazione della realtà. Si dovrebbe ora cercare di portare la ricerca alle fasi successive del processo di creazione di conoscenza scientifica.

3.4. Suddivisione degli articoli in base alla tipologia di ricerca effettuata

È interessante valutare quale tipologia di ricerca sia stata maggiormente impiegata fino ad ora.

Wacker (1998) afferma che la ricerca *Theory Building* può essere di due tipologie: analitico/formale ed empirica. La ricerca analitica utilizza metodi di tipo deduttivo per giungere alle teorie; primariamente fa uso di strumenti logici, matematici e/o matematico-statistici. Le teorie create con questa modalità vengono testate dalle prove empiriche. La ricerca empirica utilizza metodi di tipo induttivo per arrivare a formulare la teoria a partire dalla realtà. I *paper* sono stati classificati sulla base di queste due dimensioni.

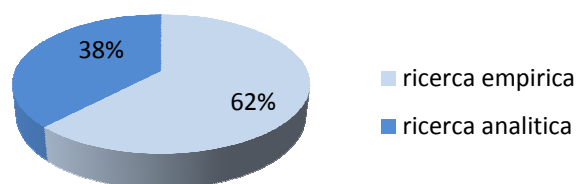


Grafico 9 Suddivisione dei *paper* in base a ricerca empirica/analitica

Osservando il grafico emerge che la maggior parte delle ricerche vengono condotte a partire dall'osservazione della realtà; infatti ben 41 articoli su 63 fanno uso di casi di studio empirici o di analisi statistica dei dati per poter dimostrare le teorie. 25 *paper* sul totale invece svolgono una ricerca di tipo analitico. Anche in questa analisi si trova conferma di quanto detto prima: gli studiosi che fanno ricerca per creare nuova teoria sono ancora fermi nella fase iniziale, di osservazione e scoperta empirica.

Si procede ora ad analizzare queste due classi in maggior dettaglio. Secondo Wacker (1998) esistono sei differenti tipi di ricerca *Theory Building* ed ognuno di essi serve per sviluppare e verificare la teoria attraverso diverse metodologie di indagine. La ricerca analitica/ formale si divide tra:

- Ricerca analitica concettuale. L'obiettivo è quello di sviluppare nuove relazioni logiche per i modelli concettuali della teoria. Spesso usa esempi di casi di studio per illustrare queste concettualizzazioni.

Metodi: *introspective research, conceptual modeling, hermeneutics research.*

- Ricerca analitica matematica. L'obiettivo è quello di esplorare le condizioni matematiche sottostanti le relazioni usate nel *theory-buiding*, sviluppando nuove relazioni matematiche per studiare come i modelli si comportano sotto determinate condizioni. I dati sono ricavati artificialmente.

Metodi: *reason/logical deductive theorem proving, normative analytical modeling research, descriptive analytical modeling, prototyping and physical modeling research methods experimentation, mathematical simulation.*

- Ricerca analitica statistica. L'obiettivo è quello di integrare gli altri 5 metodi in una singola teoria per l'investigazione empirica. I suoi modelli sono sviluppati esplicitamente per futuri test empirici statistici.

Metodi: *mathematical statistical modeling.*

La ricerca empirica si divide tra:

- Ricerca empirica sperimentale. L'obiettivo è quello di testare e verificare le relazioni causali tra le variabili, manipolando i fattori al fine di determinare l'effetto esatto su specifiche variabili dipendenti. Questa metodologia non è da confondere con l'*experimental design* nella simulazione matematica dei metodi analitici, perché in quel caso i dati sono sviluppati in un ambiente simulato.

Metodi: *empirical experimental design, descriptive analytical modeling.*

- Ricerca empirica statistica. L'obiettivo è quello di testare la teoria investigando le relazioni statistiche per verificare la loro esistenza in grandi popolazioni.

Metodi: *Structured and unstructured interviewing processes, survey, historical/archival analysis, expert panels, Delphi techniques.*

- Case study empirico. L'obiettivo è quello di testare e sviluppare relazioni complesse tra le variabili per suggerire nuove teorie.

Metodi: *field/case study*, *action research*.

Nessuna categoria di ricerca è superiore alle altre. Ognuna di esse ha un obiettivo differente, ma importante, per lo sviluppo della teoria nell'*operations management*.

Gli articoli sono stati suddivisi sulla base delle indicazioni di Wacker.

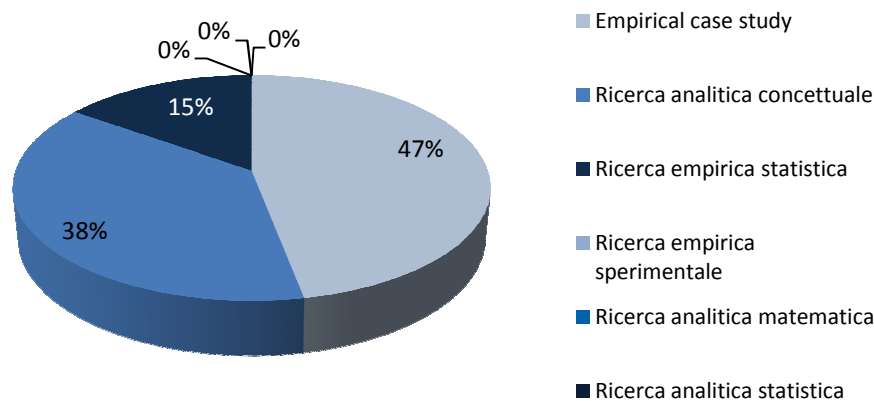


Grafico 10 Suddivisione dei *paper* in base alla tipologia di ricerca

Come già notato, la tipologia di ricerca più utilizzata in questo filone è quella empirica. Il caso di studio empirico è il metodo più diffuso; segue la ricerca empirica statistica. La ricerca empirica sperimentale è assente e, secondo quanto afferma Wacker, essa è difficile da implementare nell'*Operations Management* a causa degli effetti di contaminazione. L'unica metodologia utilizzata per la ricerca analitica (38%) è la ricerca concettuale; la ricerca analitica matematica e analitica statistica sono ancora completamente assenti. Nella ricerca analitica concettuale vi sono i *paper* che presentano nuovi modelli, quelli che si propongono di confrontare le differenze esistenti tra la produzione e la fornitura di servizi a livello puramente teorico e quelli che sondano l'applicabilità in un ambito sulla base delle caratteristiche del servizio e delle tecniche da utilizzare. In questa categoria sono state fatte rientrare anche le *review* della letteratura.

In conclusione, le ricerche che sono ancora del tutto mancanti in questo filone dell'*Operations Management* sono quelle che si occupano di testare e verificare le relazioni causali tra le variabili (Ricerca empirica sperimentale), di esplorare le condizioni matematiche sottostanti le relazioni

usate nel *Theory-Building* (Ricerca analitica matematica) e quelle ricerche che integrano gli altri 5 metodi in una singola teoria per l'investigazione empirica (Ricerca analitica statistica). La letteratura, per essere completa ed arrivare ad una fase di maturità, dovrebbe fare uso anche di queste tipologie.

3.5. Suddivisione degli articoli in base al *topic*

In questa sezione si è cercato di suddividere i paper secondo diversi assi di classificazione. Gli obiettivi che gli articoli si prefiggono rappresentano gli assi principali. All'interno della classe "obiettivi" sono state poi individuate delle sottoclassi, che si evidenziavano durante la lettura dei paper o venivano dettate dal buonsenso.

Innanzitutto sono stati considerati gli **obiettivi** degli autori. Questi ultimi spesso si prefiggono di raggiungere scopi tra loro differenti. Gli obiettivi che gli autori si possono prefiggere sono suddivisibili in tre categorie:

1. **"Descrittivi"**. Rientrano in questa classe gli articoli che mirano a presentare l'applicazione del *Lean* in un ambito particolare; i *paper* che puntano a descrivere l'implementazione del *Lean* nei servizi, in termini di applicabilità e di risultati ottenuti, dimostrando così che l'introduzione del *Lean* nei servizi "si può fare".
2. **"Delineamento e fissazione dei problemi"**. Gli autori affrontano il tema "*Lean* nei servizi" facendo un passo ulteriore: si propongono di analizzare che cosa cambia ad implementare il *Lean* in servizi, valutando le similitudini e le differenze esistenti tra le diverse tipologie di servizio o con l'ambiente manifatturiero; oppure testano il problema del *Lean* in una realtà specifica. Questi *paper* presentano e analizzano più a fondo il tema e si chiedono da quali problematiche è affetta l'introduzione del *Lean* in questi contesti, cosa non è possibile implementare e cosa è invece già stato detto. Sono state fatte rientrare in questa classe anche le *review* della letteratura, in quanto, attraverso l'analisi delle ricerche condotte fino al momento dello studio e il confronto tra le diverse tipologie di *paper*, si cerca di mostrare *trend* evolutivi e lacune e di indicare nuove direzioni di sviluppo della letteratura;
3. **"Risoluzione delle problematiche"**. Gli articoli presenti in questa classe mostrano le soluzioni per poter risolvere le problematiche specifiche delle aziende di servizio. Queste soluzioni sono ad esempio proposte di modelli e strumenti per l'implementazione delle pratiche e dei principi *Lean* nelle caratteristiche peculiari delle aziende di servizio.

Si riportano di seguito i risultati di questa classificazione.

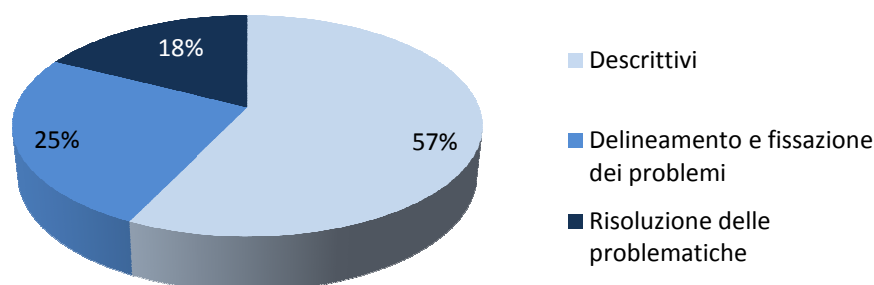


Grafico 11 Suddivisione dei *paper* in base all'obiettivo della ricerca

Dei 63 articoli analizzati quasi il 60% rientra nella classe “Descrittivi”; il 25% appartiene alla classe “Delineamento e fissazione dei problemi”; solamente il 18% fa parte della classe “Risoluzione delle problematiche”. Risulta quindi evidente come la maggior parte degli autori si sia per lo più concentrata sulla semplice applicazione e valutazione dell’approccio in un ambiente specifico senza spingersi oltre. Il 18% degli studi analizzati inizia invece già a proporre dei modelli che è possibile seguire per attuare l’approccio *Lean* in un’azienda (classe 3); cercano quindi di fare un passo ulteriore nella costruzione di una teoria. Nessuno di questi si impone però di trovare una soluzione ad un problema specifico: ci si limita a suggerire un modello che è possibile seguire per introdurre i principi della filosofia in quello specifico ambito. È da notare come frequentemente essi siano il risultato dell’integrazione di più approcci: spesso, quindi, per presentare un processo migliorato non si fa affidamento esclusivamente sulla filosofia *Lean* ma si cerca di sfruttare i suoi benefici congiuntamente ad altre tecniche come ad esempio il sei sigma o la simulazione (Al-Aomar, 2006; de Koning et al.,2008). A volte invece si evidenzia la necessità di modificare le tecniche del *Toyota Production System* per poterle adattare alle aziende di servizio, come evidenziato, ad esempio, da Jones et al. (1999). Gli articoli risultano essere molto eterogenei in termini di rigosità dell’approccio o di contributo portato.

Vengono ora analizzate nel dettaglio le diverse classi. Per ognuna delle 3 classi verranno inizialmente evidenziate le sottoclassi specifiche in cui sono suddivisi i paper. Successivamente si procederà ad analizzare tre dimensioni, trasversali alle sottoclassi, che sono risultate rilevanti durante la lettura degli articoli: la distinzione tra pubblico e privato, la suddivisione tra front office e back office e la differenziazione sulla base dell'ambito oggetto di studio.

3.5.1. Classe 1: Paper descrittivi

In questa classe sono stati inseriti tutti gli articoli che mirano a presentare l'applicazione del Lean in un ambito particolare, o che puntano a verificare l'applicabilità dell'approccio introducendolo in una realtà interessata o, infine, che si propongono di sondare la diffusione e il livello di applicazione dell'approccio in un determinato settore o area geografica.

I paper che rientrano in questa classe sono i seguenti:

Raman, 1998	no author name, 2005	Jackson et al., 2008
Jones et al., 1999	Agbulos et al., 2006	no author name, 2008
Dennis et al., 2000	Hasenjager, 2006	Hines e Lethbridge, 2008
Middleton, 2001	Parnell-Klabo, 2006	McQuade, 2008
Buzby et al., 2002	Kempton, 2006	Mehta et al., 2008
Swank, 2003	Liker e Morgan, 2006	Brandt, 2009
Ball e Maleyeff, 2003	Bhatia e Drew, 2006	Piercy e Rich, 2009a
Apte e Goh, 2004	Krings et al., 2006	Piercy e Rich, 2009b
Comm e Mathaisel, 2005	Kindler et al., 2007	Barraza et al., 2009
Braun, 2005	Furugaki et al., 2007	Benefield, 2009
Middleton et al., 2005	Clark, 2007	Suárez-Barraza et al., 2010
Lapinski et al., 2005	Perera e Fernando, 2007	Erdmann et al., 2010

Tabella 2 Paper inseriti nella "classe 1"

Tali articoli possono essere a loro volta suddivisi tra le seguenti sottoclassi (classificazione di secondo livello):

- **“Descrizione”**. Rientrano in questa categoria i *paper* che si limitano a presentare un’applicazione di successo in un ambito specifico, a mostrarne i risultati e talvolta indicano e descrivono anche gli strumenti di cui ci si è serviti. Per raggiungere questo obiettivo viene solitamente utilizzato il *case study*;
- **“Applicabilità”**. Appartengono alla sottoclasse “applicabilità” gli articoli che sondano l’applicabilità o l’adattabilità dell’approccio *Lean* nei servizi; il loro obiettivo è analizzare più realtà in cui l’approccio *Lean* viene implementato e, attraverso l’analisi dei risultati ottenuti, capire se il *field* oggetto di studio si può prestare all’applicazione di questa filosofia. Spesso non si analizzano tutte le *operations* di un’azienda, ma solo alcuni dei processi; è essenziale che tali processi siano caratteristici del *core business* dell’impresa. Talvolta forniscono anche dei consigli per un’implementazione di successo, che risultano comunque molto generali. Anche in questo caso i *case* e i *field study* sono i metodi più utilizzati per raggiungere l’obiettivo.

Si riportano di seguito i risultati di questa suddivisione.

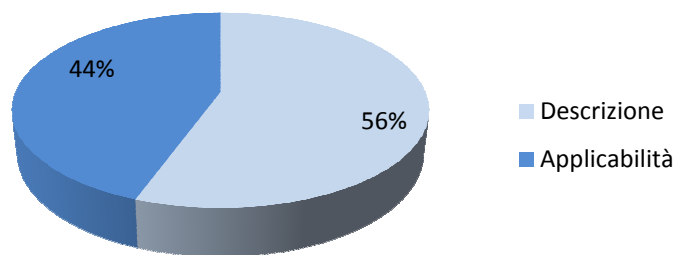


Grafico 12 Sottoclassificazione dei *paper* all'interno della "classe 1"

I *paper* nella “classe 1” mirano a descrivere un’applicazione di successo o a verificare l’applicabilità dell’approccio. Si analizza ora questa suddivisione in maggior dettaglio.

3.5.1.1. Descrizione

Rientrano in questa sottocategoria tutti i paper che si limitano a descrivere un caso isolato di implementazione dell'approccio *Lean*, mostrando solamente i risultati ottenuti e le tecniche utilizzate.

Gli articoli che sono stati inclusi nella sottoclasse "descrizione" sono i seguenti:

Jones et al., 1999	Agbulos et al., 2006	Hines e Lethbridge, 2008
Dennis et al., 2000	Hasenjager, 2006	McQuade, 2008
Buzby et al., 2002	Parnell-Klabo, 2006	Mehta et al., 2008
Swank, 2003	Krings et al., 2006	Brandt, 2009
Middleton et al., 2005	Kindler et al., 2007	Erdmann et al., 2010
Lapinski et al., 2005	Furugaki et al., 2007	
no author name, 2005	no author name, 2008	

Tabella 3 Paper inseriti nella sottoclasse "descrizione"

Gli ambiti oggetto d'esame di questi *paper* sono molteplici. Vengono di seguito riportati:

- La fornitura di servizi di base di un *communication provider* (Dennis et al., 2000; Jones et al., 1999). Dennis et al. sottolineano inoltre l'importanza di unire un metodo statico (rappresentato in questo caso dalla *value stream analysis*) ad uno dinamico (la simulazione) quando l'intento è quello di ridisegnare i processi.
- Il processo di quotazione¹⁸ (Buzby et al., 2002).
- Le *operations* di una società che offre polizze vita e assicurazioni *full-service* (Swank, 2003).
- Il processo di sviluppo di un *software* (Middleton et al., 2005; Parnell-Klabo, 2006; Kindler et al., 2007; Furugaki et al., 2007; Mehta et al., 2008). Inoltre Mehta et al. cercano di fornire una guida per i *practitioners* per lo sviluppo di un *software*.
- Il processo di sviluppo di un nuovo prodotto all'interno di Toyota (Liker e Morgan, 2006). Presentando questo caso gli autori si propongono di mostrare come la filosofia *Lean* sia applicabile in tutti i servizi e sottolineare la necessità di utilizzare un approccio che sia sostenibile nel tempo.

¹⁸ Per quotazione si intende l'invito ai venditori a fornire un'offerta sulla fornitura di prodotti di facile descrizione o servizi.

- L'operatività delle squadre di drenaggio (Agbulos et al., 2006).
- I dipartimenti di governi locali (Hasenjager, 2006; Krings et al., 2006).
- Il processo di fatturazione (Erdmann et al., 2010).

È possibile suddividere i *paper* appartenenti a questa sottoclasse in due gruppi:

- articoli che riportano solamente i risultati ottenuti (sempre positivi);
- articoli che, oltre ai risultati, descrivono nel dettaglio quali tecniche sono state utilizzate e come sono state utilizzate nel caso in esame.

È chiaro come i primi, che generalmente sono molto sommari, possano svolgere solamente una funzione di "convincimento degli scettici" e si limitino quindi solo a testimoniare che questi metodi funzionano e andrebbero utilizzati. I secondi, sebbene non cerchino di trarre insegnamenti dall'esperienza o di formalizzare un metodo, possono essere comunque presi come spunto da un *manager* che voglia migliorare un'azienda o un processo che abbia caratteristiche simili al caso presentato. Possono anche risultare utili per capire l'ottica in cui è necessario porsi per migliorare i processi.

Questi paper verranno distinti ora sulla base della metodologia utilizzata.

3.5.1.1.1. METODO

Si intende ora valutare quale metodologia viene seguita dagli autori per raggiungere l'obiettivo preposto. Per la classificazione dei metodi utilizzati si fa riferimento alle definizioni indicate da Wacker (1998).

Il metodo di cui si fa sempre uso in questa sottoclasse è il *case study* empirico¹⁹. Fanno eccezione Agbulos et al. (2006) i quali, oltre a presentare due casi di studio, utilizzano lo strumento della simulazione per apportare i miglioramenti nelle *operations* delle squadre di drenaggio.

3.5.1.2. Applicabilità dell'approccio *Lean* ai servizi

*Rientrano in questa sottocategoria tutti quegli articoli che valutano se è possibile implementare il *Lean* in un determinato settore, attraverso l'analisi di un certo numero di realtà.*

¹⁹ L'obiettivo delle ricerche in questa categoria è testare e sviluppare relazioni complesse tra le variabili per suggerire nuove teorie. Le tipologie di ricerca che vi rientrano sono il *field study*, il *case study* e l'*action research*.

Nella sottoclasse sono stati inclusi i seguenti articoli:

Raman, 1998	Kempton, 2006	Piercy e Rich, 2009a
Middleton, 2001	Liker e Morgan, 2006	Piercy e Rich, 2009b
Ball e Maleyeff, 2003	Bhatia e Drew, 2006	Barraza et al., 2009
Apte e Goh, 2004	Clark, 2007	Benefield, 2009
Comm e Mathaisel, 2005	Perera e Fernando, 2007	Suárez-Barraza et al., 2010
Braun, 2005	Jackson et al., 2008	

Tabella 4 Paper inseriti nella sottoclasse "applicabilità"

Le principali aree in cui è stata verificata l'applicabilità dell'approccio *Lean* sono di seguito riportate:

- servizi pubblici (Suárez-Barraza et al., 2010; Barraza et al., 2009; Bhatia e Drew, 2006);
- *software development* (Perera et al., 2007; Middleton, 2001; Raman e Sowmyan, 1998);
- *product development* (Liker e Morgan, 2006; Braun, 2005);
- servizi ad alta intensità di informazioni (Apte et al., 2004);
- consulenza (Ball et al., 2003);
- università (Comm et al., 2005);
- *housing* (Jackson et al., 2008) e *social housing* (Kempton, 2006);
- imprese SaaS (Benefield, 2009);
- *call centre* (Piercy e Rich, 2009a; Piercy e Rich, 2009b; Clark, 2007).

Questi paper verranno distinti ora sulla base della metodologia utilizzata per raggiungere l'obiettivo di verifica dell'applicabilità.

3.5.1.2.1. METODO

Si intende ora valutare quale metodologia viene seguita dagli autori per raggiungere l'obiettivo preposto. Per la classificazione dei metodi utilizzati si fa riferimento alle definizioni indicate da Wacker (1998).

Per verificare l'applicabilità nei *paper* si utilizzano metodi differenti. Essi possono essere suddivisi in tre tipologie.

- ✓ **Case study empirico.** Si presentano più *case study* o *field study* o *action research* (raramente sono singoli), in cui il *Lean* è applicato ad un processo, alle *operations* dell'impresa o all'impresa intera. Si parte quindi da diversi casi di studio reali per poi astrarne le caratteristiche comuni²⁰.
- ✓ **Ricerca analitica concettuale.** Si analizzano le tecniche *Lean* prese singolarmente e, sulla base delle loro caratteristiche, si valuta della loro utilizzabilità nel nuovo ambito. In questi casi si giunge alle conclusioni a partire dall'identificazione a priori delle caratteristiche del processo/ambito in esame²¹.
- ✓ **Ricerca empirica statistica.** Si fa uso di *survey* nel contesto oggetto dell'analisi.

Due di queste tipologie sono spesso definite induttive (partono da un caso di studio o da una *survey*), l'altra è invece spesso definita deduttiva (parte dalle caratteristiche teoriche dei processi). È noto come tali metodologie, prese singolarmente, risultino essere incomplete: una soluzione indotta dall'osservazione della realtà ha bisogno di trovare un suo fondamento nella teoria, mentre una soluzione identificata unicamente a livello teorico necessita di essere verificata nella realtà.

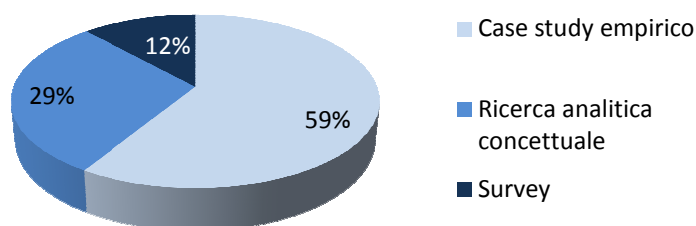


Grafico 13 Suddivisione in base al metodo utilizzato nei *paper* nella sottoclasse "applicabilità"

²⁰ Ci si riferisce in questo caso ad un modello induttivo: si traggono le conclusioni a partire dall'osservazione della realtà. Questo modello è tipico della ricerca empirica.

²¹ Ci si riferisce in questo caso ad un modello deduttivo: si traggono le conclusioni a partire dall'analisi della teoria. Questo modello è tipico della ricerca analitica/formale.

3.5.1.2.1.1. *MULTIPLE CASE STUDY*

La metodologia predominante per valutare l'applicabilità della filosofia *Lean* ai servizi è quella del *multiple case study*. Gli autori introducono l'approccio nelle *operations* di organizzazioni appartenenti allo stesso settore o si servono degli strumenti *Lean* per migliorare un processo specifico; tramite l'analisi dei risultati valutano che il *Lean* è applicabile in quell'ambito. Alcuni ricercatori però si propongono di presentare qualcosa in più della semplice applicabilità. Ad esempio cercano di determinare un insieme di principi che possono essere utilizzati come guida all'implementazione, per apportare miglioramenti in un certo ambito. Non si tratta però ancora di un modello o un approccio strutturato, ma si propone come aiuto per i *practitioners* che vogliono introdurre la filosofia in un determinato settore o ambito. Tuttavia possono tornare utili solo all'interno di un campo specifico e quindi ad un ristretto numero di destinatari. Ball e Maleyeff (2003) presentano i principi *Lean* in modo tale da fornire una guida pratica per i *manager* che vogliono introdurli in una società di consulenza ambientale. Esistono due articoli analoghi che, identificando i fattori abilitanti e ostacolanti (Suárez-Barraza et al., 2010) o le lezioni imparate dall'implementazione nei casi di studio (Barraza et al., 2009), si propongono di offrire una guida per i *manager* nel settore pubblico. Suárez-Barraza et al. (2010) tentano anche di esaminare come l'approccio *Lean-Kaizen* possa essere implementato con successo in un *service process*, cercando così di estendere la loro analisi a tutti i servizi. Allo stesso modo, Apte et al. (2004) cercano di fornire anche una guida di implementazione pratica per i *manager* che operano nei servizi caratterizzati da alta intensità di informazione (come servizi finanziari di banche e assicurazioni, servizi legali, *software development*, servizi di progettazione, operazioni amministrative) e si preoccupano di identificare le metriche che andrebbero utilizzate per valutare le performance del sistema dopo l'implementazione del *Lean*.

Gli articoli che si servono di casi di studio per valutare l'applicabilità dell'approccio possono essere suddivisi in due categorie:

- articoli che si propongono di valutare l'applicabilità in un ambito specifico;
- articoli che si propongono di valutare l'applicabilità per i servizi in generale.

Chi si concentra solo su un ambito specifico, applica il *Lean* all'intera impresa o ad un processo caratterizzante l'impresa stessa. Tuttavia vi sono dei casi in cui il *Lean* viene implementato in processi che non sono *core* all'interno dell'azienda. Questi articoli pertanto non sembrano portare

un elevato contributo alla ricerca. Per quei *paper* che invece si concentrano sull'applicabilità dell'approccio all'intera area dei servizi, è necessario fare un'osservazione. È poco incisivo valutare se il *Lean* è applicabile a tutti i servizi semplicemente analizzando dei casi di studio in azienda: le tipologie di servizi sono così differenti tra loro che, per poter trarre conclusioni generali, non è sufficiente mostrare uno o più casi di successo. Sarebbe più utile cercare prima di categorizzare le molteplici tipologie di servizio. Successivamente, dopo aver identificato le dimensioni rilevanti che accomunano o separano un servizio da un altro, concentrarsi su quelle per definire metodi e approcci generalizzabili. Potrebbe tornare utile, in questa direzione, la classificazione di Silvestro et al. (1993), i quali suddividono i servizi sulla base di *professional service*, *service shop* e *mass service*.

Nelle conclusioni di tutti questi *paper* emerge sempre che il *Lean* può migliorare i processi anche all'interno del settore dei servizi. Un'eccezione è rappresentata dall'articolo di Clark (2007). Egli confronta due metodologie differenti, il *Socio-Technical System* e la *Lean Production*, sulla base di diverse dimensioni di analisi e cerca di valutare la bontà dei due approcci per la progettazione dei team nei *call centre*. L'autore conclude affermando che il modello *Lean* è sotto molti aspetti simile a quello della produzione di massa e che l'utilizzo di un *mass production model* nel settore dei servizi sia di dubbia efficacia.

3.5.1.2.1.2. RICERCA ANALITICA CONCETTUALE

Un altro metodo è quello di analizzare le caratteristiche del servizio offerto e gli strumenti della *Lean production* e valutarne l'applicabilità e/o i benefici ottenibili in un ambito specifico. Questi articoli affrontano il problema solamente dal punto di vista **concettuale**. I *paper* che rientrano in questa categoria sono cinque: uno si concentra sull'applicazione del *Lean* alle SaaS²² (Benefield, 2009), uno allo sviluppo di *software* (Raman, 1998), uno allo sviluppo di siti web (Braun, 2005), uno al settore pubblico (Bhatia and Drew, 2006) e uno sul *Social Landlord Sector* (Kempton, 2006).

3.5.1.2.1.3. RICERCA EMPIRICA STATISTICA

Alcuni autori si sono occupati di testare l'applicabilità dell'approccio *Lean* tramite **ricerca empirica statistica**. A questo gruppo appartiene il lavoro di Meybodi (2005), sopra descritto. Perera e Fernando (2007) testano la possibilità di migliorare lo sviluppo *software agile* tramite le tecniche *Lean*; selezionano dieci progetti, di cui a cinque vengono introdotte le tecniche *Lean* e a cinque no.

²² *Software as a Service*.

Identificano così un nuovo paradigma ibrido *Lean/agile*. Comm e Mathaisel (2005) diffondono invece un questionario tra 18 università (pubbliche e private), al fine di capire come il *Lean thinking* possa contribuire alla sostenibilità nel campo della *higher education*.

Questi paper verranno distinti ora sulla base della metodologia utilizzata per raggiungere l'obiettivo di verifica dell'applicabilità.

Si introducono ora tre sottoclassificazioni che sono trasversali alla suddivisione di primo livello. In questo caso ci si occuperà di distinguere gli articoli della "classe 1" tra pubblico e privato, di raggrupparli tra quelli che trattano di processi legati al front office o al back office (introducendo anche il concetto di variabilità) ed infine si osserverà la loro suddivisione in base all'estensione che caratterizza l'ambito studiato.

3.5.1.3. Classificazione trasversale 1: Pubblico e privato

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli che si occupano di affrontare l'implementazione del Lean nel pubblico da quelli che invece considerano settori privati. L'obiettivo è quello di comprendere se esistono delle differenze nell'approcciarsi a questi due ambiti.

Cinque degli articoli analizzati si concentrano sul settore pubblico e lo distinguono da quello privato (Bhatia e Drew, 2006; Hasenjager, 2006; Krings et al., 2006; Barraza et al., 2009; Suárez-Barraza et al., 2010). Le ragioni di questa suddivisione possono essere molteplici. Si riportano le motivazioni sostenute dagli autori.

“Tutti i processi volti all'erogazione di servizi, servizi pubblici inclusi, sono sostanzialmente gli stessi (*input-trasformazione-output*). Tuttavia la letteratura spesso indica che per raggiungere e consolidare con successo il trasferimento e l'implementazione del *Lean-Kaizen* devono essere presenti alcuni fattori abilitanti. Esempi di ciò sono l'impegno degli alti funzionari e dei politici, il coinvolgimento e la partecipazione dei lavoratori dell'ufficio [...] e la capacità di provare e mettere in atto azioni di miglioramento. Altri autori affermano che quando si implementa il *Lean-Kaizen* o approcci simili per migliorare la qualità e il tempo di risposta ai servizi al cittadino, è necessario tener conto delle caratteristiche “speciali” di ogni contesto pubblico [...]. Queste caratteristiche speciali diventano fattori inibitori delle iniziative di miglioramento; alcuni esempi sono: la grande

eterogeneità dei servizi pubblici; la loro struttura organizzativa di tipo burocratico; il ruolo specifico del regolatore del servizio pubblico; e i ruoli differenti che i cittadini possono avere nei confronti della società pubblica, non solo in qualità di clienti” (Suárez-Barraza et al., 2010).

Krings et al. (2006) affermano inoltre che la complessità delle *operations* dei governi può rendere il processo di definizione dei risultati desiderati meno lineare delle attività private. I *manager* nei governi non sempre possono identificare il cliente. Ad esempio un ispettore edile, nell’applicare il codice, deve bilanciare le richieste di costruttori, acquirenti potenziali e personalità politiche, in contrasto tra loro.

Da questo emerge che gli autori sentono la necessità di distinguere tra ambito pubblico e privato. La motivazione va ricercata non tanto nella particolarità dei servizi offerti, i quali risultano abbastanza simili a quelli privati, quanto nel fatto che le autorità pubbliche hanno maggiori vincoli e di conseguenza incontrano maggiori difficoltà nell’implementazione.

Analizzando gli articoli che si focalizzano sul settore pubblico, emerge che gli studi relativi all’implementazione del *Lean* nei servizi pubblici si sono principalmente concentrati sull’ambiente governativo, quindi organi statali, regionali e comunali. Gli autori si sono occupati di mostrare applicazioni di successo in ambito pubblico (Hasenjager, 2006; Krings et al., 2006) e di dimostrare l’applicabilità del *Lean* nel settore pubblico (Bhatia e Drew, 2006; Barraza et al., 2009; Suárez-Barraza et al., 2010).

3.5.1.4. Classificazione trasversale 2: *Front office, back office e variabilità*

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli che si occupano di affrontare l’implementazione del Lean nel front office rispetto al back office. L’obiettivo è quello di comprendere se esistano delle differenze nell’approcciarsi a questi due ambiti. Si vuole inoltre indagare sulla possibilità di suddividere i paper sulla base della variabilità.

I servizi che si possono offrire sono di tipologie differenti e generalmente non è possibile definire un approccio univoco. Esiste una forte distinzione tra i processi che si svolgono a diretto contatto con il cliente e nei quali egli interagisce attivamente, influenzando spesso l’esito stesso del servizio erogato (*front office*), e invece quelle attività, spesso più standardizzate, in cui la partecipazione del cliente è minima (*back office*). Introdurre il cliente direttamente nel processo genera inoltre una maggior variabilità. I servizi, in generale, sono soggetti ad un livello di variabilità superiore

rispetto alla produzione (Cuatrecasas, 2002); è quindi importante trovare il modo di gestirla e contenerla, se l'obiettivo è offrire un servizio in maniera efficiente ed efficace. Di tutti gli articoli analizzati, solo uno si occupa esplicitamente del problema (Cuatrecasas, 2002).

Si è quindi cercato di classificare i *paper* sulla base dei processi oggetto di studio tra processi di *front office* o di *back office*. L'idea alla base è che queste due tipologie dovrebbero affrontare problematiche differenti. Lo stesso vale per la variabilità: chi deve affrontare alti volumi e bassa variabilità (come accade nel caso della gestione delle pratiche assicurative) non può utilizzare lo stesso approccio di chi offre servizi molto variabili e customizzati (come può essere il caso delle chiamate *inbound* in un *call centre*).

Durante l'analisi di questi articoli ci si aspettava di trovare autori che, oltre a definire il contesto in cui il *Lean* veniva introdotto, si preoccupassero di definire se i processi in esame fossero di tipo *front office* o *back office*. Ci si aspettava anche che l'approccio utilizzato nei due variasse al cambiare del livello di variabilità che caratterizzava il processo stesso. Si è cercato quindi di capire se gli autori definissero le caratteristiche del processo studiato, in modo da poter garantire una certa replicabilità su processi od *operations* con caratteristiche simili.

Non è stato tuttavia possibile effettuare tale classificazione. Nessun autore si preoccupa infatti di specificare se il processo analizzato è di tipo *front office* o *back office*, o se la tipologia di azienda oggetto dell'analisi presenta *operations* prevalentemente nel *front office* o nel *back office*. Inoltre spesso non ci si occupa di un processo particolare. Anche l'analisi della variabilità ha portato alle medesime conclusioni: nessuno si preoccupa di definirla per il caso/ambito in esame; dedurla dalla lettura dell'articolo potrebbe quindi risultare azzardato.

È tuttavia possibile isolare due *paper* che, per il processo analizzato (ricordando però che rappresenta solo un esempio), potrebbero rientrare nel *front office*. Entrambi mirano a migliorare il processo di *claim* all'interno di tre *call centre* (Piercy e Rich, 2009a, Piercy e Rich, 2009b). Gli autori cercano di gestire le attese dei clienti puntando a risolvere il problema del chiamante al primo contatto; così facendo si ottiene anche un aumento della qualità del servizio offerto. Questi articoli potrebbero risultare utili a tutte quelle società che presentano un forte coinvolgimento del cliente nei loro processi.

3.5.1.5. Classificazione trasversale 3: Estensione dell'ambito

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli sulla base dell'estensione dell'ambito oggetto di studio. Quindi distinguendo tra servizi, settore o processo. L'obiettivo è quello di comprendere se esistano delle differenze nell'approcciarsi a seconda dell'estensione dell'ambito considerato.

Ci si è chiesti quanto fosse esteso l'ambito oggetto di studio dei diversi articoli. Gli autori si possono occupare dei servizi nel complesso, di un settore particolare dell'economia (o trattare le *operations* di un'azienda operante in quel settore) oppure si possono focalizzare su un processo in particolare. A sua volta il processo su cui ci si concentra può essere caratteristico di alcune aziende (come lo sviluppo di un sito web) o trasversale a molte aziende (come la fatturazione o lo sviluppo di un nuovo prodotto). Si riportano i risultati relativi agli articoli inclusi nella "classe 1".

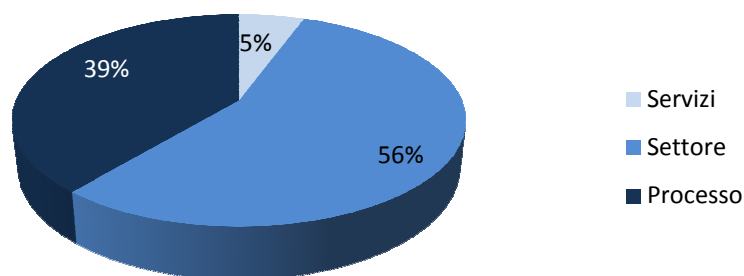


Grafico 14 Suddivisione dei *paper* nella "classe 1" in base all'ambito di applicazione

La maggior parte dei *paper* che si sono occupati di presentare una o più applicazioni dell'approccio *Lean* effettuano il loro lavoro di ricerca all'interno di un settore specifico (56%). Un'eccezione è rappresentata da Apte et al. (2004), i quali si occupano di applicare i principi della *Lean manufacturing* a tutti quei servizi caratterizzati da alta intensità di informazione²³. Molti autori si concentrano invece su un processo preciso (39%). Solo in due *paper* i ricercatori trattano i servizi nel complesso (5%). Gli articoli nella "classe 1", che è più descrittiva rispetto alle altre, si concentrano prevalentemente su un'area specifica dei servizi, senza analizzarli nel complesso.

²³ Gli *information intensive service* comprendono servizi finanziari di banche e assicurazioni, servizi legali, *software development*, servizi di progettazione, operazioni amministrative etc.

3.5.2. Classe 2: Delineamento e fissazione dei problemi

Gli articoli in questa classe affrontano più a fondo il tema “Lean nei servizi”, analizzando le similitudini e le differenze esistenti tra le diverse tipologie di servizio o con l’ambiente manifatturiero; oppure testano il problema del Lean in una realtà specifica. Sono state fatte rientrare in questa classe anche le review della letteratura, in quanto, attraverso l’analisi delle ricerche condotte fino al momento dello studio e il confronto tra le diverse tipologie di paper si cerca di mostrare trend evolutivi e lacune e di indicare nuove direzioni di sviluppo della letteratura.

All’interno della classe “confronto” ricadono i seguenti paper:

Duclos et al., 1995	Åhlström, 2004	McManus et al., 2007
Bowen e Youngdahl, 1998	Meybodi, 2005	Radnora e Walley, 2008
Canel et al., 2000	Baines et al., 2006	Song et al., 2009
Yasin et al., 2001	Sprigg e Jackson, 2006	Wei, 2009
Cuatrecasas, 2002	Maleyeff, 2006	
Yasin et al., 2004	Baines et al., 2007	

Tabella 5 Paper inseriti nella "classe 2"

Questi articoli appartengono a quattro categorie ben differenti:

- Lavori che confrontano le caratteristiche e le differenze tra settore dei servizi e settore manifatturiero e cercano di trarre insegnamenti utili per l’implementazione del *Lean* nei servizi (categoria che nell’analisi prenderà il nome di “**Confronto manifatturiero e servizi**”); L’ampio successo che la filosofia *Lean* ha riscontrato nella produzione e l’elevata attenzione che essa ha ricevuto da parte dei ricercatori può sicuramente portare benefici anche al settore dei servizi. Gli articoli in questa categoria si occupano quindi di fare dei passi avanti nell’applicazione del *Lean* nei servizi a partire da ciò che già è stato fatto nel manifatturiero; si cerca di conseguenza di modificare e riadattare le *best practices* e i metodi già consolidati nell’ambiente produttivo all’ambiente dei servizi.
- Lavori che analizzano le differenze e le peculiarità nell’introdurre il *Lean* nei servizi (categoria che nell’analisi prenderà il nome di “**Confronto tra i servizi**”). Rientrano in

questa categoria i *paper* che confrontano le caratteristiche delle diverse tipologie di servizi in un'ottica di implementazione del *Lean*.

- Lavori che valutano la diffusione nei servizi, mostrandone i risultati e le barriere di implementazione (categoria che nell'analisi prenderà il nome di "**Indagine**"). I *paper* in questa categoria vogliono indagare su quale sia il livello di applicazione e sviluppo dell'approccio nella realtà tra le imprese che appartengono ad uno specifico settore. Vengono quindi messe in luce le problematiche di implementazione a partire dalla realtà. Tipicamente il metodo utilizzato per raggiungere questo obiettivo è la *survey*.
- Lavori in cui l'autore esamina tutti gli articoli inerenti al *Lean* nei servizi e, analizzandoli e confrontandoli, evidenzia analogie, differenze, *trend* di sviluppo e lacune. Questi articoli sono noti come **review della letteratura**.

Di seguito vengono analizzate più in dettaglio queste categorie.

3.5.2.1. Confronto tra manifatturiero e servizi

In questa classe sono inseriti tutti quegli articoli che confrontano caratteristiche e differenze tra servizi e manifatturiero, cercando di trarre insegnamenti utili per l'implementazione del Lean nei servizi.

In questa categoria sono stati inclusi cinque articoli (Bowen e Youngdahl, 1998; Canel et al., 2000; Cuatrecasas, 2002; Åhlström, 2004; Yasin et al., 2004; Meybodi, 2005; Song et al., 2009). Quattro di questi utilizzano come termine di paragone l'intero settore dei servizi e possono fornire una guida utile a chiunque voglia implementare il *Lean* nella propria azienda di servizio. Bowen e Youngdahl (1998) si chiedono se la logica manifatturiera possa essere trasferita ai servizi e, analizzando le caratteristiche dei due settori, osservano l'emergere di un "paradigma industriale comune". Canel et al. (2000), dopo aver esposto le differenze tra manufacturing e servizi, si preoccupano di integrare i principali temi del *Just in Time* con le caratteristiche dei servizi e di identificare le aree che presentano il maggior potenziale di miglioramento. Analogamente, Åhlström (2004) cerca di tradurre i principi della *Lean production* per il settore servizi; egli analizza ogni principio *Lean* e lo valuta applicandolo a quattro casi di studio effettuati in quattro ambiti differenti; si pone inoltre il problema di come andrebbero modificati i principi *Lean* per poter essere applicati con successo nei servizi. Åhlström afferma infine che tali tecniche non possono essere implementate in tutti i settori: è quindi necessario capire bene dove possono essere

introdotte e quali modifiche è necessario apportare. Song et al. (2009) effettuano invece una *waste comparison* tra due *operations* tipiche di produzione e servizi (riprendendo opere passate). Successivamente, attraverso lo studio di *case study* passati, forniscono un *toolbox* che possa essere utilizzato per implementare il *Lean* con efficienza ed efficacia nelle *service operations* e prevenire gli sprechi; viene anche indicata la fase del processo di implementazione in cui è necessario farne uso. Gli autori concludono che gli sprechi nelle *service operation* sono i seguenti:

- Tempi di attesa lunghi;
- Operazioni ripetute;
- Attività non necessarie;
- Scorte non corrette;
- Forza lavoro sottoutilizzata;
- Bassi livelli di servizio.

Gli strumenti *lean* che invece possono risultare utili a ridurre gli sprechi e aumentare il valore nelle *service operation* sono:

- *Value Stream Mapping* – analizza i problemi virtualmente e identifica tutti gli sprechi sul processo (*current state* e *future state*).
- *Standardized operation* – è utilizzato per ridurre il tempo di attesa, migliorare la qualità del servizio e mantenere un flusso di lavoro continuo anche quando sono presenti assenteismo e turnover e sono imprevedibili.
- 5S – è uno strumento efficace per creare un luogo di lavoro ordinato e confortevole.
- *Load balancing*
- *Quality at source*
- *Supply chain engineering*
- *Order tracking*
- *Problem-solving A3 report* – l'*A3 report* sta su un lato di un foglio di carta 11"x17". Mostra in maniera chiara e rigorosa e sistematica un processo di *problem solving* e assiste il risolutore nell'identificare ed apportare miglioramenti rapidamente.
- *Segregating complexity*
- *IT solution*
- *Employee involvement*

- *Visual management*
- *Training course*

Analizzando i due casi di studio condotti, gli autori mettono in luce che i *tool* più efficaci per applicare il *Lean* nelle due aziende di servizio sono il *Value Stream Mapping*, il coinvolgimento dei dipendenti, le 5S, la standardizzazione delle operazioni, il bilanciamento dei carichi, le soluzioni IT e il *Visual management*. La corretta applicazione di questi strumenti è fondamentale per una corretta applicazione del *Lean* nell'ambito dei servizi.

Meybodi (2005) si focalizza invece su un solo processo, lo sviluppo di un nuovo prodotto simultaneo, e ne esplora i legami esistenti con la *just-in-time manufacturing*, sia a livello analitico-concettuale che empirico (servendosi di una *survey* per testare le ipotesi generate). I dati della *survey* supportano sia le ipotesi relative alle similitudini tra i fattori JIT e NPD che le ipotesi riguardanti le migliori *performance* del NPD dopo l'implementazione del JIT. In particolare:

1. Dall'analisi dei dati raccolti e dalle risposte degli intervistati risulta che molti fattori del JIT presentano similitudini con il NPD simultaneo.
2. I risultati statistici indicano che le organizzazioni con un sistema JIT sono in grado di sviluppare nuovi prodotti con il 67% di migliore qualità, il 61% di tempo in meno per lo sviluppo, il 45% di costi di sviluppo in meno e il 36% di costi di produzione in meno. Inoltre queste organizzazioni introducono nuovi prodotti con una frequenza che è il 71% più elevata. Sono stati condotti 5 test d'ipotesi a riguardo; i dati della *survey* supportano le ipotesi con forza. Questi risultati confermano infatti che le organizzazioni che hanno implementato il JIT con successo sono in grado di progettare nuovi prodotti con miglior qualità, meno tempo di sviluppo, maggior capacità, costi di sviluppo minori e costi minori di produzione.

Cuatrecasas (2002) espone prima le differenze esistenti tra *service operations* e *manufacturing operations* e poi deriva, a partire da queste differenze, un modello di implementazione adattabile a tutti i servizi (testato attraverso un caso di studio). L'autore effettua inoltre un'analisi della variabilità, fattore molto critico quando si considera l'ambiente dei servizi. Quest'ultimo articolo può rientrare anche nella "classe 3" (classificazione di primo livello), denominata "Risoluzione delle problematiche".

Yasin et al. (2004), attraverso un *field study* e il test di cinque ipotesi tramite *survey*,

- presentano le modifiche che vengono intraprese dalle organizzazioni produttive, di servizi e pubbliche in preparazione all'implementazione del *Just in Time*;
- propongono delle misure per valutare l'efficacia dell'implementazione *Just in Time*, l'estensione delle modifiche attuate nell'organizzazione etc.;
- confrontano le pratiche *Just in Time* nei tre diversi settori (tuttora non esistono altri articoli che se ne siano occupati);
- forniscono azioni pratiche di *benchmarking* che possono essere usate dalle tre tipologie di organizzazione per ridurre i problemi di implementazione e aumentare la probabilità di successo.

Tale articolo risulta essere di particolare rilevanza per il notevole contributo fornito alla letteratura. La sua innovatività sta nel fatto che si è proposto di confrontare i tre settori e di capire, dall'analisi di molteplici realtà, i problemi che possono nascere durante e dopo l'introduzione del *Lean*; non solo, sulla base di questo confronto gli autori hanno potuto estrapolare dei consigli volti ad aumentare le probabilità di successo dell'implementazione nei tre ambiti. Questa ricerca contribuisce molto alla formazione di un *framework* per l'introduzione delle tecniche *Lean* nelle *service operations*.

3.5.2.2. Confronto tra i servizi

In questa classe rientra un solo articolo, proposto da Maleyeff (2006). Nell'analizzare l'adattabilità degli approcci *Lean* ai servizi, egli conduce una meta-analisi di 60 servizi interni, suddivisi in quattro categorie. L'autore identifica le similarità strutturali esistenti tra i diversi servizi interni, categorizza gli sprechi presenti e classifica i problemi tipici; esplora e sintetizza poi le relazioni che sussistono tra caratteristiche strutturali, sprechi e problemi presenti in un *internal service system*.

Tramite lo strumento della meta-analisi, l'autore individua gli sprechi tipici del settore dei servizi. Ciascuna delle attività di spreco, di seguito riportate, può avere un effetto negativo sul modo in cui un cliente percepisce il valore:

- **Ritardi.** Includono il tempo sprecato sia direttamente in coda (ad esempio, pratiche poste in un archivio temporaneo) sia in attesa di informazioni da trasmettere (ad esempio, un individuo che aspetta diversi giorni prima di rispondere a un messaggio di posta vocale).

- **Revisioni.** Includono le attività di ispezione sui lavori completati del tutto o solo parzialmente per individuare errori o omissioni. Alcuni esempi possono essere: la conferma che sono utilizzate le procedure di contabilizzazione *standard*, il controllo dell'accuratezza tecnica di analisi, la creazione di una presentazione per ottenere l'approvazione del *management* prima di procedere alla fase successiva di un progetto.
- **Sbagli.** Contengono errori o omissioni che, se individuati internamente, determinano la necessità di rifare il lavoro o, se individuati dai clienti, determinano ugualmente la necessità di rifare il lavoro, ma possono portare anche un peggioramento di reputazione o defezioni dei clienti stessi. Un effetto secondario degli errori è l'interruzione delle normali attività che causano ritardi in altre attività lavorative.
- **Duplicazione.** Comprende attività che si portano a termine in altre parti del sistema o che possono essere completate più facilmente in un'altra parte del sistema. In alternativa, l'attività può essere effettuata più di una volta. Ad esempio, la duplicazione si verifica quando gli stessi dati sono inseriti in un modulo in due posizioni differenti del sistema.
- **Movimento.** Comprende il trasporto fisico delle informazioni, del personale, o delle apparecchiature che non sono necessarie. Alcuni esempi possono essere: il viaggio per partecipare a una riunione per trovare la causa di un errore, o la spedizione di rapporti a un cliente.
- **Processamento delle inefficienze.** Include l'uso inefficace di una risorsa nello svolgimento di un compito specifico. Ad esempio, la generazione di rapporti senza un modello *standard* può portare il personale a "reinventare la ruota" ogni volta che è generato un *report*.
- **Inefficienze legate all'uso delle risorse.** Comprende la gestione del personale, delle attrezzature, dei materiali o dei capitali in modalità che sono uno spreco di risorse. Alcuni esempi potrebbero essere la schedulazione di un orario di lavoro che non coincide con la domanda del cliente così come organizzare riunioni che non si traducono in un maggior valore per i clienti.

L'autore identifica anche i problemi tipici delle *service operations*. Esse sono tipicamente: la mancanza di procedure *standard*; il troppo tempo impiegato dal sistema; i problemi di comunicazione con il cliente; la cattiva definizione del sistema; l'inesattezza di dati e altre informazioni; la scarsa pianificazione del personale; la mancanza di flessibilità; una formazione inadeguata; la presenza di personale inadeguato o il supporto inadeguato da parte delle altre funzioni.

Il lavoro di Maleyeff rappresenta il primo caso di valutazione su larga scala delle opportunità e delle problematiche che si incontrano nell'implementare il *Lean* in tutti i servizi interni. Costituisce quindi una base importante per realizzare lavori futuri.

3.5.2.3. Indagine per sondare il livello di applicazione nella realtà

Rientrano in questa categoria i paper che si propongono di indagare sul livello di applicazione e sviluppo dell'approccio nella realtà, considerando quindi un numero significativo di imprese che appartengono ad un settore.

Appartengono a questa classe quattro *paper* (Yasin et al., 2001; Sprigg e Jackson, 2006; Baines et al., 2007; Radnora e Walley, 2008), ognuno dei quali presenta un obiettivo diverso. Sprigg e Jackson (2006) si propongono di valutare statisticamente l'impatto che le caratteristiche del *Lean service system* hanno sullo stress legato al lavoro degli operatori di *call centre*. Baines et al. (2007) cercano di valutare, tramite tre *case study* approfonditi e interviste semistrutturate, quanto diffuse e quanto bene sono state applicate le pratiche *Lean* di progettazione del prodotto da parte dei principali produttori del mercato UK. Radnora e Walley (2008) cercano di capire, attraverso otto *case study* approfonditi, se le organizzazioni nel settore pubblico guardano al *Lean* come ad un semplice *set* di strumenti e tecniche, senza considerare i principi e le condizioni sottostanti, o guardano al *Lean* come ad una filosofia. Gli autori dedicano inoltre una sezione ad illustrare le condizioni per il successo e le barriere di implementazione nel settore pubblico. Yasin et al., (2001) effettuano un'analisi simile a quella già mostrata (Yasin et al., 2004) in cui, anziché confrontare i settori manifatturiero, servizi e pubblico, si concentrano su quello pubblico.

3.5.2.3.1. METODO

Si intende ora valutare quale metodologia viene seguita dagli autori per raggiungere l'obiettivo preposto. Per la classificazione dei metodi utilizzati si fa riferimento alle definizioni indicate da Wacker (1998).

Analizzando il metodo utilizzato, emerge che lo strumento maggiormente usato per svolgere questo tipo di indagini è la *survey*. Esistono *paper* in cui si è fatto uso del *multiple case study*; in questi casi la scelta dell'autore è stata dettata dalla necessità di avere una valutazione più oggettiva o di utilizzare un approccio olistico che incorporasse anche un'analisi del contesto (analisi che la *survey* difficilmente è in grado di offrire).

3.5.2.4. *Review della letteratura*

In questa classe sono inseriti i paper che esaminano tutti gli studi svolti nel passato sul Lean nei servizi e, analizzandoli e confrontandoli, evidenziano analogie, differenze, trend di sviluppo e lacune.

In questa categoria rientrano quattro articoli (Duclos et al., 1995; Baines et al., 2006; McManus et al., 2007; Wei, 2009), di cui solamente due effettuano una vera e propria *review* della letteratura esistente: una è relativa all'applicazione del *Just in Time* in tutto il settore dei servizi (Duclos et al., 1995) e risale a quindici anni fa; l'altra si concentra sullo sviluppo di un nuovo prodotto (Baines et al., 2006). McManus et al. (2007) si limitano invece a riassumere i risultati ottenuti fino al momento della stesura dell'articolo nello sviluppo di un nuovo prodotto, rivedendo sia la letteratura che i casi di implementazione di successo e fornendo così un *framework* su cui continuare a costruire. Wei (2009) invece non si focalizza sulla *Lean production*, ma rivede le principali teorie nell'*operations management* e nel *service marketing* per comprendere le caratteristiche e le sfide poste dal *service design*. L'autore discute poi i dieci principi *Lean* e mostra alcune aree in cui questi principi possono aiutare a trasformare le teorie in pratiche utilizzate nel mondo reale.

Si introducono ora tre sottoclassificazioni che sono trasversali alla suddivisione di primo livello. In questo caso ci si occuperà di distinguere gli articoli della "classe 2" tra pubblico e privato, di raggrupparli tra quelli che trattano di processi legati al front office o al back office (introducendo anche il concetto di variabilità) ed infine si osserverà la loro suddivisione in base all'estensione che caratterizza l'ambito studiato.

3.5.2.5. *Classificazione trasversale 1: Pubblico e privato*

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli che si occupano di affrontare l'implementazione del Lean nel pubblico da quelli che considerano settori privati. L'obiettivo è quello di comprendere se esistono delle differenze nell'approcciarsi a questi due ambiti.

Tre articoli si preoccupano di distinguere esplicitamente tra pubblico e privato (Yasin et al., 2001; Yasin et al., 2004; Radnora e Walley, 2008). Yasin et al. si sono prima occupati di indagare su come il *Lean* viene implementato dalle organizzazioni pubbliche e con che livello di efficacia (2001); successivamente hanno esteso il loro lavoro di ricerca ai settori manifatturiero, servizi e pubblico

(2004), lavoro di cui si è già ampiamente parlato in precedenza. È uno studio di una certa rilevanza, che identifica numerose differenze nell'approccio che si dovrebbe seguire se si vuole implementare il *Lean* in uno dei tre settori (manifatturiero, servizi o pubblico). Radnora e Walley (2008) si sono invece preoccupati di sondare se le organizzazioni nel settore pubblico guardano al *Lean* come ad un semplice insieme di strumenti e tecniche o come ad una filosofia. Gli autori analizzano una serie di casi di studio del *Lean* nel pubblico sotto quattro diversi aspetti (visione di processo, *focus* sul valore, eliminazione degli sprechi e cambiamento guidato dai lavoratori) e valutano l'approccio implementativo usato e i risultati ottenuti. Essi dissuadono i *practitioners* dall'utilizzare un approccio focalizzato esclusivamente sull'applicazione degli strumenti *Lean*.

3.5.2.6. Classificazione trasversale 2: *Front office, back office e variabilità*

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli che si occupano di affrontare l'implementazione del Lean nel front office rispetto al back office. L'obiettivo è quello di comprendere se esistano delle differenze nell'approcciarsi a questi due ambiti. Si vuole inoltre indagare sulla possibilità di suddividere gli articoli sulla base della variabilità.

Si cerca di vedere se i *paper* analizzati fanno distinzioni tra processi di *front office* o di *back office* e tra processi ad alta/bassa variabilità. In questa analisi si vuole capire se gli articoli che trattano il tema del confronto distinguono tra queste tipologie di processi; oppure se le *review* della letteratura si preoccupano di fare questa distinzione; oppure se le indagini nella realtà fanno cenno a questa problematica.

Anche in questo caso non è tuttavia possibile fare questa classificazione. Nessun autore si preoccupa infatti di distinguere tra *front office* e *back office*. L'analisi della variabilità porta anch'essa alle medesime conclusioni: nessuno si occupa di distinguere i diversi servizi o processi.

Può essere isolato solamente un articolo (Bowen e Youngdahl, 1998) che, sebbene non faccia alcuna distinzione tra *front office* e *back office*, contiene tre esempi di applicazione del *Lean* in tre settori caratterizzati da un elevato contatto con il cliente (ristorazione *fast food*, *airline*, Sanità); tale articolo può fornire alcuni spunti su come bisognerebbe approcciarsi ai problemi di miglioramento di quei processi che coinvolgono direttamente il cliente.

3.5.2.7. Classificazione trasversale 3: Estensione dell'ambito

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli sulla base dell'estensione dell'ambito oggetto di studio. Quindi distinguendo tra servizi, settore o processo. L'obiettivo è quello di comprendere se esistano delle differenze nell'approcciarsi a seconda dell'estensione dell'ambito considerato.

È stata analizzata l'estensione dell'ambito oggetto di studio dei diversi articoli. Si riportano i risultati relativi ai *paper* inclusi nella "classe 2".

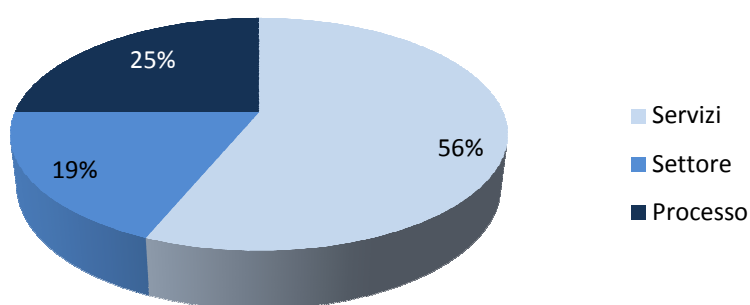


Grafico 15 Suddivisione dei *paper* nella "classe 2" in base all'ambito di applicazione

Da questa classificazione emerge che la maggior parte dei *paper* si sono occupati di confrontare l'ambiente produttivo con l'intero settore dei servizi o di analizzare la letteratura relativa ai servizi nel complesso (56%). Alcuni autori si concentrano invece su un processo preciso (25%; si tratta sempre del processo di sviluppo di un nuovo prodotto). Tre articoli analizzano invece un settore in particolare; questi ultimi appartengono tutti alla categoria "indagine".

3.5.3. Classe 3: Risoluzione delle problematiche

In questa classe vengono inseriti gli articoli che si preoccupano di risolvere un problema specifico o di proporre un nuovo modello di implementazione per un determinato ambito dei servizi.

In questa classe rientrano i seguenti articoli:

Browning, 2003	Pessoa et al., 2006	Beauregard et al., 2008
Oppenheim, 2004	Al-Aomar, 2006	de Koning et al., 2008
Verma e Ghadmode, 2004	Pessoa et al., 2007	Petersen, e Wohlin, 2010
Cuatrecasas, 2004	Danovaro et al., 2008	

Tabella 6 Paper inseriti nella "classe 3"

I *paper* appartenenti alla "classe 3" possono rientrare in due categorie:

- articoli che cercano di risolvere un problema specifico relativo all'applicazione del *Lean* ai servizi ("**Problema specifico**").
- articoli che propongono un modello, suddiviso per passi, da seguire per implementare il *Lean* ai servizi ("**Nuovo modello**").

3.5.3.1. Problema specifico

In questa classe non rientra ancora nessun articolo.

3.5.3.2. Nuovo modello

Tutti i *paper* presenti nella "classe 3" rientrano nella categoria "nuovo modello": si occupano quindi di esporre nuove soluzioni di implementazione del *Lean* ad un ambito o ai servizi nel complesso. Nessuno si preoccupa di risolvere un problema specifico. In totale gli articoli di questa classe sono undici, di cui sette si concentrano sullo sviluppo di prodotti o software (Browning, 2003, Oppenheim, 2004; Pessoa et al., 2006; Pessoa et al., 2007; Danovaro et al., 2008; Beauregard et al., 2008; Petersen e Wohlin, 2010), uno sul settore finanziario (de Koning et al., 2008) e uno sulla riparazione e manutenzione delle barche (Verma e Ghadmode, 2004). Due di questi propongono invece un modello di implementazione adattabile a tutti i servizi (Cuatrecasas, 2004; Al-Aomar, 2006). Infine, analizzando i contenuti dei *paper*, si nota come quasi tutti questi

articoli propongano modelli misti, che integrano l'approccio *Lean* con altri approcci (come la simulazione o il sei sigma). Si riportano in maggior dettaglio i più rappresentativi.

Petersen e Wohlin (2010) presentano un metodo basato sulla determinazione delle scorte e vanno ad individuare le differenti dimensioni del software development (normale lavoro di sviluppo, extralavoro, qualità del *software*), grazie all'analisi combinata con gli aspetti qualitativi, la simulazione ed alcuni *test case*. Si descrivono tutti e sei i passi da seguire per implementare : 1) caratterizzare il progetto corrente. 2) definire obiettivi quantificabili e metodi di misurazione. 3) scegliere un modello di processo ed un metodo. 4) eseguire il processo e raccogliere e validare i dati. 5) analizzare i dati raccolti ed identificare dei miglioramenti. 6) tener traccia dell'analisi appena conclusa. Gli autori cercano di rendere maggiormente Lean i passi 2 e 5 per garantire il miglioramento continuo. Il metodo viene poi validato presso la Ericsson in Svezia.

Sempre nell'ambito dello sviluppo dei software Pessoa et al. (2007) indentificano in quattro passi il metodo che è necessario seguire per una corretta pianificazione dello sviluppo del prodotto. Bisogna inizialmente determinare il valore per il cliente; poi effettuare la prioritizzazione definita "set-based concurrent engineering"; identificare successivamente gli eventi pull e in ultimo sequenziale le attività che creano valore.

Beauregard et al. (2008) cercano di offrire un approccio logistico globale coerente a supporto della promessa del *lean* di ottenere organizzazioni di ingegneria più efficienti, con sprechi e *lead time* ridotti e aumento di valore per clienti e *shareholder*. Gli autori inizialmente rivedono le principali dimensioni del *lean* nell'ingegneria e forniscono poi un modello finanziario funzionante per dimostrarne i benefici. Lo schema per implementare il *lean engineering* presentato da Beauregard et al. si articola in 5 passi:

1. identificare la domanda;
2. determinare il flusso di valore del collo di bottiglia e creare *current state* e *future state* tramite il *Value Stream Mapping*;
3. pianificare e schedulare i lavori nel collo di bottiglia;
4. coordinare i lavori con il collo di bottiglia;
5. misurare le prestazioni nel collo di bottiglia ed implementare i miglioramenti necessari.

Dopo aver presentato il metodo, gli autori mostrano inoltre le sue implicazioni nella realtà. Per far questo assumono che il miglioramento dell'*engineering logistics* è reso possibile da un'adeguata capacità di pianificazione e stima. Infine vengono discussi i diversi aspetti di un caso di implementazione in corso. Gli autori concludono inoltre che è necessario maggior coordinamento all'interno del flusso di valore dell'ingegneria al fine di supportare la decisione su quale lavoro eseguire, data la complessità delle decisioni che bisogna prendere.

Cuatrecasas (2004) identifica un metodo per introdurre il *Lean* nelle *service operations*. Egli, con l'obiettivo di introdurre in questa tipologia di aziende il concetto di lavoro in celle flessibili, implementa il flusso lineare di tipo *person-to-person*. L'autore si concentra sulla determinazione del *takt time* e del *cycle time* per capire il tasso di arrivo dei clienti in ciascun momento. L'obiettivo del modello consiste nel fare in modo di evitare che i dipendenti abbiano degli *idle time* o che i clienti debbano attendere eccessivamente in coda. L'autore vuole quindi ottenere la massima efficienza ottimizzando la velocità nell'erogazione del servizio ed eliminando ogni possibilità di spreco.

Al-Aomar (2006) propone un modello applicabile alle *service operations* basato sull'unione di diverse tecniche: sei sigma, *lean*, DOE (*design of experiments*), DES (*discrete event simulation*) e P-*diagram*. Con tale metodo egli si propone di risolvere diversi problemi tra cui: *waiting time*, sprechi, miglioramento qualità del servizio offerto al cliente, miglioramento del flusso, focalizzazione sui bisogni dei clienti. Si descrivono le quattro fasi per implementare il metodo:

1. identificazione fattori critici di successo e mappatura del processo;
2. progettazione attraverso p-*diagram*;
3. ottimizzazione: riduzione delle attese in coda, riduzione dei tempi che intercorrono tra due visite consecutive dello stesso paziente, migliori postazioni di lavoro, risorse non specializzate solo per un processo ma dinamici.
4. Verifica (attraverso il DES): lo strumento adottato è la simulazione; la soluzione è buona nel momento in cui, nonostante si migliorino i fattori critici di successo non si migliora dal punto di vista economico.

L'autore ha potuto riscontrare che tale modello funziona particolarmente bene con le SME²⁴, le piccole medie imprese, che sono tipicamente soggette a competere cercando di soddisfare al meglio le esigenze del cliente e a tenere sotto controllo l'incremento dei costi.

3.5.3.2.1. METODO

Si intende ora valutare quale metodologia viene seguita dagli autori per raggiungere l'obiettivo preposto. Per la classificazione dei metodi utilizzati si fa riferimento alle definizioni indicate da Wacker (1998).

Analizzando la metodologia seguita, si osserva come molti *paper* facciano uso di un caso di studio esplicativo/validativo per mostrare in che modo il procedimento illustrato si possa applicare nella realtà; in un caso il progetto pilota è ancora in corso e non è quindi stato presentato (Oppenheim, 2004); in un altro invece non si presenta un caso di applicazione, ma il modello viene costruito a partire dalle pratiche del settore (Verma e Ghadmode, 2004).



Grafico 16 Suddivisione in base al metodo dei *paper* nella "classe 3"

Si introducono ora tre sottoclassificazioni che sono trasversali alla suddivisione di primo livello. In questo caso ci si occuperà di distinguere gli articoli della "classe 3" tra pubblico e privato, di raggrupparli tra quelli che parlano di processi legati al front office o al back office (introducendo anche il concetto di variabilità) ed infine si osserverà la loro suddivisione in base all'estensione che caratterizza l'ambito studiato.

3.5.3.3. Classificazione trasversale 1: Pubblico e privato

*In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli che si occupano di affrontare l'implementazione del *Lean* nel pubblico da quelli che invece considerano settori privati. L'obiettivo è quello di comprendere se esistono delle differenze nell'approcciarsi a questi due ambiti.*

²⁴ *Small and Medium Enterprises.*

Nessun *paper* appartenente alla “classe 3” si occupa di proporre un modello di implementazione o risolvere un problema specifico per il settore pubblico. In questo caso non è quindi possibile fare questa suddivisione.

3.5.3.4. Classificazione trasversale 2: *Front office, back office e variabilità*

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli che si occupano di affrontare l'implementazione del Lean nel front office rispetto al back office. L'obiettivo è quello di comprendere se esistano delle differenze nell'approcciarsi a questi due ambiti. Si vuole inoltre indagare sulla possibilità di suddividere gli articoli sulla base della variabilità.

Si è cercato di vedere se i *paper* analizzati distinguessero tra processi di *front office* o di *back office* e tra processi ad alta/bassa variabilità. Durante l'analisi di questi articoli si è cercato di capire se i nuovi metodi che venivano proposti fossero specifici per i processi *front* o *back* oppure se tenessero conto dei differenti livello di variabilità.

Anche in questo caso nessun autore si preoccupa di distinguere tra *front office* e *back office* o tra variabilità alta e bassa: non vengono presentati approcci specifici per queste categorie.

Due *paper* però affrontano il problema della gestione delle attese dei clienti (tipico del *front office*). Oltre a sottolineare la centralità del cliente nel processo, ci si concentra anche sull'eliminazione degli sprechi che impediscono l'erogazione flessibile ed efficiente del servizio (Al-Aomar, 2006), come la riduzione del tempo di inattività degli operatori (Cuatrecasas, 2004). Questi articoli potrebbero risultare utili a quelle società che presentano un forte coinvolgimento del cliente nei loro processi.

3.5.3.5. Classificazione trasversale 3: *Estensione dell'ambito*

In questa classificazione si cerca di distinguere gli articoli sulla base dell'estensione dell'ambito oggetto di studio. Quindi distinguendo tra servizi, settore o processo. L'obiettivo è quello di comprendere se esistano delle differenze nell'approcciarsi a seconda dell'estensione dell'ambito considerato.

È stata qui analizzata l'estensione dell'ambito oggetto di studio dei diversi articoli. Si riportano i risultati relativi ai *paper* inclusi nella “classe 3”.

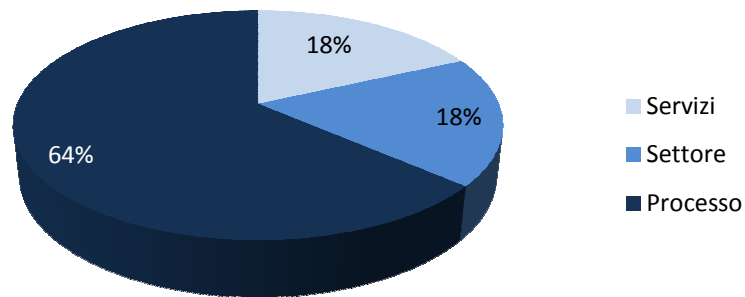


Grafico 17 Suddivisione dei *paper* nella "classe 3" in base all'ambito di applicazione

La maggior parte dei *paper* si sono occupati di sviluppare un modello di implementazione del *Lean* all'interno di un processo (64%). Nella gran parte dei casi si tratta del processo di sviluppo di un nuovo prodotto o di sviluppo *software*. Pochi autori invece si sono preoccupati di trovare un modello di implementazione per un settore specifico (18%) o per l'intero settore dei servizi (18%).

È possibile fare infine alcune osservazioni che sono indipendenti dalla classificazione che è stata presentata.

Osservando la distribuzione degli articoli in termini di data di pubblicazione e dell'ambito a cui sono legati è possibile denotare che le prime aree oggetto di ricerca sono state gli *office* delle aziende manifatturiere e più precisamente la sottocategoria dell'amministrazione. Questo, potrebbe essere legato al fatto che la filosofia *Lean* è nata nelle aziende manifatturiere e quindi, prima di passare a quelle di servizio vere e proprie, si è diffusa nelle divisioni delle aziende di produzione.

Tra le applicazioni del *Lean* ad un processo, spicca un'area in particolare: il *product* e il *software development*. Le indagini in questi ambiti sono iniziate già a partire dagli anni '90. Grazie alla gran quantità di documenti a disposizione relativi a tali ambiti è stato possibile identificare un *trend* evolutivo. Inizialmente ci si limita a verificare l'applicabilità e a presentare casi di studio, successivamente ci si concentra sull'analisi dei *tool Lean* e sull'identificare quali di questi meglio si adattano a migliorare tale processo, poi si passa a proporre dei nuovi modelli. In questo ambito la ricerca sembra essere più avanzata rispetto al resto dei servizi. Lo testimoniano l'elevato numero di *paper* che si interessano a quest'area, i diversi nuovi metodi proposti (già indicati in precedenza), e la presenza di una *review* della letteratura focalizzata solo sul *product development* (Baines et al., 2006). Questo potrebbe essere legato al fatto che Toyota stessa ha introdotto il pensiero *Lean* anche nel suo processo di *product development*: esso è stato oggetto di studio (Liker e Morgan, 2006) e potrebbe essere stato anche d'ispirazione. Nel 2007 è stata invece portata avanti un'indagine (Baines et al., 2007) in cui si cerca di capire quanto diffuse e quanto bene sono state applicate le pratiche *Lean* di progettazione del prodotto da parte dei principali produttori del mercato UK. Analisi di questo tipo possono, a nostro avviso, essere fatte solo quando l'accettabilità e la diffusione di una pratica hanno raggiunto buoni livelli. Tale ambito sembra quindi precedere tutti gli altri. Sono già state create delle "guide" per il miglioramento dei processi utili ai *practitioner*, che possono appartenere a società di ingegneria o ad aziende di produzione o servizi che presentano divisioni che si occupano di sviluppare il prodotto/servizio stesso (ad esempio un *software*). L'utilizzo di tali guide è particolarmente critico se il prodotto o il servizio è complesso o se il successo del progetto ha elevata influenza sull'utile, in termini di costi o di fatturato (es: *automotive* e *aerospazio*).

3.6. Verifica delle direzioni per la ricerca proposte in passato

Duclos et al., nella *review* della letteratura del 1995 relativa all'applicazione del *Just in Time* nei servizi, suggeriscono alcune azioni da intraprendere per velocizzare l'adozione del *Just in Time* nel settore dei servizi:

1. modificare la terminologia *Just in Time*;
2. includere nei corsi di *operations management* esempi appartenenti al settore dei servizi;
3. sviluppare un *framework* per la ricerca;
4. applicare la ricerca *Just in Time* attuale alle *service operations*;
5. sviluppare modelli per valutare il successo del *Just in Time*.

Si è cercato di valutare se queste direzioni sono state intraprese nella ricerca fino ad oggi oppure no. Non è stato possibile verificare l'inclusione o meno di esempi del settore dei servizi nei corsi di *operations management*.

3.6.1. Terminologia

In questa sezione si vuole valutare se dall'analisi degli articoli raccolti emerge il cambiamento di terminologia come suggerito da Duclos et al. (1995).

Duclos et al. (1995) suggeriscono un cambiamento di terminologia per introdurre il *Just in Time* nei servizi: essi identificano la necessità di modificare l'uso dei termini legati al *Just in Time* per adattarli alle *service operations*.

Esaminando tutti e 117 gli articoli che costituiscono il campione, emerge come la terminologia sia cambiata nel corso degli anni. Si assiste ad un passaggio dal *Just in Time* all'approccio *Lean* completo. Si inizia ad utilizzare la parola *Lean* nel 1998 (Raman; Bowen e Youngdahl; Comm); dal 2003 nei servizi si parla solo di *Lean* e a volte di "*Toyota Production System*" e "*Toyota Way*". Se si fa riferimento ancora al *Just in Time* è solo per trattare una delle tecniche del *Lean*. Tre eccezioni a questo *trend* sono rappresentate da Yasin et al. (2004), da Meybodi (2005) e da Grabiec e Zern (2006), che continuano a parlare di filosofia *Just in Time* anche dopo il 2003. È stato inoltre verificato che negli articoli in cui si tratta di *Just in Time* si faccia riferimento all'intera filosofia: solamente in tre casi, nel periodo che va dal 1984 al 2002, ci si riferisce al *Just in Time* come ad una tecnica che mira alla gestione delle scorte (Grauf e Janson, 1992; Mefford, 1993; Gittell, 1995).

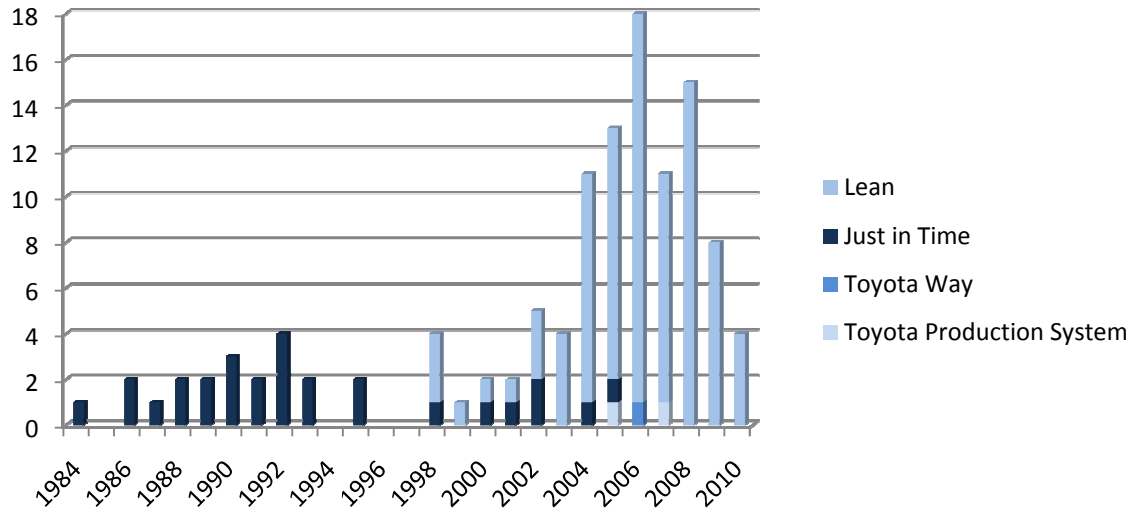


Grafico 18 Evoluzione negli anni della terminologia

Il grafico evidenzia molto chiaramente il cambiamento di terminologia: il “*Just in Time*” ha progressivamente lasciato spazio al “*Lean*”. L’evoluzione della terminologia sembra però essere accompagnata da un cambiamento di più profondo. Per verificare quanto affermato si confrontano le definizioni dei due approcci.

Duclos et al. (1995) hanno così riassunto i concetti chiave del *Just in Time*:

- sincronizzazione e bilanciamento delle informazioni e del flusso di lavoro;
- visibilità totale di tutti i componenti del processo;
- miglioramento continuo del processo;
- approccio olistico all’eliminazione degli sprechi;
- flessibilità nell’uso delle risorse;
- rispetto delle persone.

I cinque principi *Lean* identificati per guidare le organizzazioni appartenenti a tutti i settori dell’economia alla trasformazione *Lean* possono invece essere così riassunti (Womack and Jones, 1996):

- 1) *Value*. Determinare cosa è il valore per il cliente.
- 2) *The value stream*. Mappare come il valore è creato. Viene usato come base per eliminare ogni area che non aggiunge valore.

- 3) *Flow*. Garantire che prodotti e informazioni seguano il flusso, dall'inizio alla fine del flusso di valore. Rimuovere scorte o *buffer* con l'uso di fattori abilitanti strutturali, come i progetti modulari, il lavoro a celle, macchine *general purpose* e lavoratori *multi-skilled*.
- 4) *Pull*. Consegnare solo quello che è attualmente richiesto (tirato) dal cliente piuttosto che servirsi di scorte o *buffer*.
- 5) *Perfection*. Cercare di migliorare i sistemi e i processi in continuazione con i principi di cui sopra, sforzandosi di raggiungere la perfezione.

L'approccio *Lean* sembra evolvere rispetto al *Just in Time*: nel *Lean* viene posta una maggior enfasi sul valore e sulla centralità del cliente, mentre il *focus* del *Just in Time* non è sul valore ma solo sulla riduzione degli sprechi.

3.6.2. Sviluppare un *framework* per la ricerca

In questa sezione si vuole verificare se gli autori hanno seguito il consiglio di Duclos et al. (1995) di far crescere la ricerca, giungendo quindi allo sviluppo di un nuovo *framework*.

Duclos et al. (1995) evidenziano la necessità di far crescere la ricerca oltre l'orientamento all'utilizzo dei casi di studio, già presente nel momento della sua analisi. Viene evidenziata la stessa problematica relativa alla mancanza di trasferibilità ad ambienti differenti da quello dell'organizzazione oggetto di studio. Analogamente, Duclos et al. hanno osservato una carenza di simulazioni e modelli quantitativi, più difficili da sviluppare e generalizzare. Essi suggeriscono uno studio empirico su larga scala (nella forma della *survey*), rivolto ad un gran numero e varietà di organizzazioni per determinare la frequenza, la profondità e l'estensione delle implementazioni *Just in Time* nelle *service operations*. Il risultato di questa ricerca può fornire un *framework* per introdurre le tecniche *Just in Time* nelle *service operations*. Duclos et al. propongono anche alcuni indirizzi che tali *survey* dovrebbero seguire:

- Quali tipologie di imprese sono le più attive nell'implementare le pratiche *Just in Time*?
- Quali sono i benefici che ci si aspetta dall'implementazione?
- Quali tipologie di pratiche *Just in Time* sono più adottate dalle imprese di servizio?
- Qual è l'impatto dell'adozione delle pratiche *Just in Time* sul sistema esistente?
- In che modo le imprese di servizio hanno riorganizzato i loro processi per implementare il *Just in Time*?

- Quali metodi sono utilizzati per implementare il *Just in Time* nelle imprese di servizio?

Gli autori sottolineano inoltre la necessità di studiare le differenze di *performance* tra le imprese di servizio che hanno implementato le tecniche *Just in Time* e quelle che non l'hanno fatto. Evidenziano inoltre l'utilità che possono ricoprire gli studi *cross-sectional* per esaminare i problemi legati al *Just in Time* in una grande varietà di settori e imprese di servizio. Ritengono infine necessario investigare se le imprese di servizio possono raggiungere gli stessi benefici ottenuti dalle imprese manifatturiere nell'implementare le pratiche *Just in Time*.

Analizzando le ricerche condotte fino ad ora, si osserva come questi consigli siano stati seguiti solo in parte. Come già sottolineato nelle sezioni precedenti, sono innumerevoli i *paper* che trattano di casi di studio; si ripropone quindi il problema della mancanza di trasferibilità dei risultati. Analogamente, anche nel campione analizzato le simulazioni e i modelli quantitativi risultano carenti. Sono inoltre rarissime le *survey*, trasversali a più tipologie di organizzazioni, volte a determinare la frequenza, la profondità e l'estensione delle implementazioni del *Lean* nelle *service operations*. Solamente Yasin et al. (2004) si preoccupano di effettuare un'analisi di questo tipo. Le altre *survey* sondano il livello di applicazione delle tecniche *Lean* unicamente in settori specifici. Esiste inoltre un solo caso di studio *cross-sectional* volto ad esaminare i problemi di implementazione dell'approccio *Lean* in diversi ambiti (Maleyeff, 2006). Infine, nessun *paper* si preoccupa di confrontare le differenze nelle *performance* delle imprese che hanno deciso di introdurre il *Lean* nei propri processi e di quelle che invece non l'hanno fatto.

Alcuni passi avanti sono stati fatti nell'appurare i benefici che l'applicazione della filosofia *Lean* porta alle *service operations*. Molti *paper*, sebbene si concentrino su *single* o *multiple case study*, compiono uno sforzo in questa direzione. I benefici sono sempre evidenziati all'interno di un solo settore; nonostante questo, non sembra ci siano più dubbi sui miglioramenti ottenibili.

Per quanto riguarda l'identificazione dei metodi più utili al miglioramento in un ambiente di servizi, un contributo importante viene portato da Song et al. (2009): analizzando i casi di studio passati, forniscono un *toolbox* da utilizzare per implementare il *Lean* con efficienza ed efficacia nelle *service operations*. Gli altri autori si limitano invece ad indicare gli strumenti da loro utilizzati, senza fare alcun tentativo di generalizzazione.

3.6.3. Applicare la ricerca *Just in Time* attuale alle *service operations*

In questa sezione ci si propone di valutare se gli autori si sono preoccupati di introdurre le tecniche del Just in Time nei servizi.

Duclos et al. (1995) suggeriscono l'implementazione delle tecniche *Just in Time* nei servizi. Essi ritengono, ad esempio, che il *kanban* debba essere introdotto nell'ambito amministrativo per risolvere i problemi di variabilità. Inoltre propongono anche la messa in atto del sistema *demand-pull* per risolvere tali problemi e quelli legati all'erogazione dei prestiti o alla stipula di contratti.

Dall'analisi degli articoli raccolti emerge che in nessuno di questi è stato utilizzato il *kanban*. Questo può in parte derivare dal fatto che sono stati esclusi dal campione tutti quegli articoli che trattavano di movimentazione dei materiali e nei quali quindi sarebbe stata necessaria l'introduzione di tale tecnica. Duclos et al. lo suggerivano tuttavia anche per gli ambienti amministrativi, che sono invece stati esaminati; su questi ambiti è possibile affermare che tale strumento non sia stato utilizzato. Diversi autori invece fanno uso del *demand-pull*. Maleyeff (2010) consiglia di utilizzarlo all'interno dei servizi interni. Due articoli lo introducono per migliorare il processo di *software development* (Furugaki et al., 2007; Petersen e Wohlin, 2010). Risulta essere un metodo utilizzato anche nella consulenza (Ball et al., 2003) e in generale nei servizi finanziari (Koning et al., 2008). Infine è stato possibile rilevare che alcuni autori si concentrano sull'introduzione anche di altre tecniche del *Just in Time* come ad esempio il *Jidoka* (Danovaro et al., 2008). Benefield (2009) si è invece proposto di analizzare tutte le tecniche del *Just in Time* e di valutare quali fossero utili da implementare nelle SaaS.

Duclos et al. sottolineano inoltre la rilevanza che ricopre la variabilità nei servizi; la sua importanza in ambienti come quello amministrativo supera addirittura quella ricoperta nella produzione. Essi sottolineano quindi la necessità di sviluppare metodi che la gestiscano. Come già evidenziato, la variabilità non risulta essere una tematica molto trattata all'interno di questi *paper*.

3.6.4. Sviluppare modelli per valutare il successo del *Just in Time*

In questa sezione si cerca di capire se gli autori abbiano sviluppato modelli per valutare il successo del Just in Time.

Duclos et al. (1995) suggeriscono ai *manager* delle *service operations* l'introduzione di modelli per analizzare i costi, i benefici e le prestazioni complessive derivanti dal successo di implementazione del *Just in Time*, seguendo così l'esempio delle aziende produttive. Dall'analisi svolta emerge che solo a partire da 2004 gli autori iniziano ad intraprendere questa direzione. Yasin et al. (2004) identificano quattordici variabili con cui valutare l'efficacia dell'implementazione del *Just in Time*. Apte et al. (2004) individuano il calcolo del *cycle time* come metrica fondamentale per valutare le *performance* del sistema dopo l'implementazione del *Lean* nelle aziende di servizio ad alta intensità di informazione. Tuttavia consigliano altre tecniche da utilizzare in unione con il *cycle time*, tra cui: la produttività dei dipendenti, la qualità del servizio e la soddisfazione del cliente.

3.7. Conclusioni sulla classificazione della letteratura

Questo lavoro di analisi della letteratura ha permesso di rispondere alla prima domanda di ricerca. Si riportano le considerazioni conclusive.

Dal confronto iniziale di tutti i *paper* a disposizione con la curva teorica della ricerca e dalla successiva suddivisione degli stessi tra *Theory Building* e *Theory Testing* emerge come la ricerca relativa al *Lean* nei servizi si trovi ancora negli stadi iniziali. La maggior parte degli articoli presenti nel campione è infatti di tipo *Theory Building*. Questa affermazione è poi confermata dall'analisi più approfondita relativa alla fase del processo di *Theory Building* a cui appartengono gli articoli: più della metà dei *paper* si trova nella prima fase, quella di osservazione. Quindi, sebbene gli autori siano orientati verso una ricerca che mira a creare nuove teorie, gli articoli risultano essere perlopiù fermi alle prime fasi, di osservazione ed esplorazione della realtà.

Anche dalla suddivisione dei *paper* in base alla tipologia di ricerca effettuata, empirica o analitica, si deduce che la maggior parte degli studi vengono condotti a partire dall'osservazione della realtà (sono quindi di tipo empirico). In particolare è emerso che la tipologia di ricerca più diffusa è il *case study* empirico; segue la ricerca di tipo analitico concettuale e quella empirica statistica. La ricerca analitica matematica e analitica statistica sono completamente assenti. Questo ancora una volta conferma che nella ricerca di questo filone dell'*operations management* si è fermi alle prime fasi.

Analizzando invece gli articoli in base al *topic* è possibile fare alcune considerazioni rilevanti in merito alla direzione verso cui si sono maggiormente concentrati gli autori. Si fornisce ora la chiave di lettura con cui sono state interpretate le tre classi prese in considerazione durante l'analisi. La prima classe ("Descrittivi") rappresenta una fase iniziale della ricerca, in cui ci si limita ad osservare i fenomeni che accadono e si cerca di trarne delle regole e degli insegnamenti. La seconda classe ("Delineamento e fissazione dei problemi") effettua un passo ulteriore: il problema viene strutturato attraverso lo strumento del confronto; ci si cerca di comprendere analogie e differenze rispetto al settore manifatturiero o rispetto ad altre tipologie di servizio. La terza classe ("Risoluzione delle problematiche") invece rappresenta quella fase della ricerca in cui si propongono e vengono validati dei modelli di implementazione. Comprendere in quale categoria rientrano i diversi *paper* significa comprendere a che punto è giunta la ricerca; si riportano di seguito riflessioni relative a questa classificazione.

Si osserva una predominanza di *paper* (più della metà di quelli analizzati) che partono dall'applicazione dell'approccio *Lean* ad uno o più casi reali, da cui cercano di trarne lezioni per il futuro. Gli autori quindi spesso non si sono spinti a fondo nell'analisi del problema ma hanno solo iniziato ad affrontarlo: vengono semplicemente utilizzati i principi della *Lean manufacturing* in un nuovo contesto e si osserva che cosa accade; in questi casi ci si limita a constatare che l'introduzione del *Lean* nei servizi "si può fare" e a dare consigli molto generali su come sarebbe opportuno agire per avere successo nell'implementazione (ad esempio che è necessario un forte *commitment* da parte dei *manager* o un forte coinvolgimento dei lavoratori). Questi articoli rimangono necessariamente legati al contesto specifico (l'ambito rimane limitato al singolo processo o al più al settore). La metodologia prediletta per questo tipo di analisi è il *case study*; le *survey* sono rare.

Pochi autori si sono invece dedicati ad analizzare a fondo i problemi di implementazione nei servizi. Lo strumento più utilizzato è quello del confronto: c'è chi confronta il settore dei servizi con il manifatturiero per trarre lezioni utili e chi cerca di distinguere le diverse tipologie di servizio in ottica di implementazione. I primi si occupano di costruire la teoria a partire dal confronto con settori in cui l'approccio *Lean* è già diffuso e formalizzato. La maggior parte di questi non si concentrano su un settore specifico, ma analizzano la realtà dei servizi nel complesso. Il fatto che pochi articoli si occupino di analizzare a fondo i problemi di implementazione risulta essere un fattore limitante per la ricerca.

Un numero ancora minore di articoli propone già soluzioni implementative nuove. La maggior parte di questi si è focalizzata sul processo di sviluppo di un nuovo prodotto. Sono ancora rari i *paper* che si dedicano a proporre delle soluzioni per le imprese che offrono servizi.

Anche questa analisi evidenzia che lo stadio a cui è giunta la ricerca sul *Lean* nei servizi è ancora iniziale. Sarebbe ora opportuno proseguire, concentrarsi maggiormente sulle fasi successive di analisi e soluzione dei problemi, esulando dal singolo contesto e trovando approcci che siano trasversali a più settori.

Le tre analisi trasversali a tutti i *paper* permettono di fare alcune considerazioni per valutare se gli autori si sono concentrati sull'individuazione di approcci comuni a più ambiti o se hanno considerato ogni settore a sé.

La prima considerazione riguarda il confronto tra pubblica amministrazione e azienda privata: gli autori spesso si preoccupano di suddividere tra settore pubblico e privato. Questa distinzione non è motivata tanto dai servizi offerti, che risultano molto simili a quelli privati, ma nel fatto che le pubbliche amministrazioni sono caratterizzate da maggiori vincoli burocratici da rispettare e da maggiori difficoltà nel momento in cui si vuole implementare l'approccio. Per questo motivo il pubblico è spesso considerato un settore a sé.

La seconda considerazione riguarda la distinzione tra processi di erogazione di un servizio di tipo *front office* o di tipo *back office*. Si è infatti cercato di suddividere i *paper* secondo questo asse di classificazione, in quanto le problematiche affrontate dalla prima tipologia di processo sono molto differenti da quelle affrontate dalla seconda tipologia. Tuttavia è emerso che non è possibile suddividere gli articoli in questo modo: gli autori infatti non si preoccupano di proporre un approccio comune o di analizzare un processo sulla base di questa variabile; essi si limitano a considerare il loro ambito di studio e a mostrare che in quel caso l'approccio ha funzionato.

La terza considerazione riguarda la definizione dell'ambito oggetto di studio dei diversi articoli. I *paper*, a seconda della classe di appartenenza, tendono a concentrarsi su domini differenti: quelli nella prima classe, di tipo più descrittivo, analizzano uno specifico settore dei servizi; quelli nella seconda classe, che sono a più ampio spettro, analizzano prevalentemente il settore dei servizi nel complesso; infine quelli nella terza classe si concentrano invece su un processo specifico.

L'impressione che se ne trae è che non esiste ancora un approccio strutturato e condiviso con cui condurre la ricerca in questo ambito.

Si è cercato infine di verificare se le direzioni di ricerca indicate da Duclos et al. all'interno della *review* della letteratura (1995) da loro proposta sono negli anni state seguite. Gli indirizzi che assumono rilevanza sono tre.

La prima indicazione riguarda il cambiamento di terminologia, necessario per il passaggio da *Lean* nel manifatturiero a *Lean* nei servizi. L'analisi mette in luce il passaggio di terminologia da *Just in Time* ad approccio *Lean* completo. Si osserva inoltre che il cambiamento di terminologia nasconde qualcosa di più profondo: non si assiste solamente ad una modifica del nome, ma anche ad un'evoluzione dell'approccio. La filosofia *Lean* pone infatti una maggior enfasi sul valore e sulla

centralità del cliente, mentre il *focus* del *Just in Time* non è sul valore ma solo sulla riduzione degli sprechi.

La seconda indicazione riguarda la necessità di sviluppare un *framework* per la ricerca. Duclos et al. evidenziano già nel 1995 la tendenza da parte dei ricercatori ad orientarsi verso i casi di studio e a trascurare le metodologie più quantitative, come le simulazioni. Questi *trend* sono ben visibili anche nell'analisi degli articoli a nostra disposizione: vi è una netta preponderanza di *case study* empirici e una carenza di *paper* analitici di tipo quantitativo. Emerge quindi un problema serio, relativo alla mancanza di trasferibilità dei risultati. In aggiunta, gli autori suggeriscono di portare a termine uno studio su larga scala, sottoforma di *survey*, con l'obiettivo di identificare l'estensione, la profondità e la frequenza delle implementazioni *Just in Time* nei servizi, in modo da avere un *framework* ben definito per introdurre tali tecniche nelle *service operations*. Tra tutti gli articoli raccolti solamente uno studio corrisponde a questa descrizione, ed è quello effettuato da Yasin et al. (2004). Per quanto riguarda invece l'identificazione di metodi utili al miglioramento di un ambiente di servizi, solamente Song et al. (2009) se ne occupano nello specifico, fornendo un *toolbox* da utilizzare nell'implementazione del *Lean*; questo è anche l'unico caso in cui è presente un tentativo di generalizzazione a tutte le *service operations*.

La terza indicazione rilevante riguarda lo sviluppo di modelli per valutare il successo del *Just in Time* nei servizi; in questo caso sono già presenti alcuni *paper* che se ne occupano, anche se sono ancora parecchio rari.

Si può concludere che non esistono ancora molti studi volti a strutturare il problema "*Lean* nei servizi" e a costruire un *framework* per la ricerca, sebbene sia evidente come la filosofia *Lean* nei servizi abbia subito un'evoluzione negli anni. Risulta quindi necessario che la ricerca evolva e passi allo stadio successivo. Per poter fare questo è indispensabile concentrarsi maggiormente sulle classi due e tre. In ogni caso la validità dell'approccio *Lean* all'interno del settore dei servizi è stata decisamente dimostrata, per gran parte delle tipologie di servizio. Tuttavia non c'è ancora molta chiarezza riguardo a come è possibile strutturare l'approccio per le diverse tipologie di servizio. È quindi necessario lavorare in questa direzione.

Nelle diverse sezioni di questa analisi della letteratura sono stati evidenziati i passi avanti che sono stati fatti e quelli che ancora sono da fare nella ricerca relativa al *Lean* nei servizi. Speriamo che il lavoro da noi svolto possa fornire un contributo utile allo sviluppo futuro di questo filone di ricerca.

4. La gestione delle *Operations* e la diffusione del *Lean* nelle aziende di servizio

In questa sezione si riportano i risultati dell'indagine condotta nei settori di Sanità e Utilities, l'obiettivo è quello di rispondere alla seconda domanda di ricerca.

Domanda di ricerca 2

Come sono gestite le operations nelle aziende appartenenti ai settori Sanità e Utilities? Quali sono gli obiettivi più rilevanti e su cui è necessario puntare per ottenere un vantaggio competitivo? Su quali di questi le imprese del settore hanno maggiori difficoltà e quindi su quali esiste il maggior margine di miglioramento? Quale è il livello di conoscenza, diffusione e applicazione dell'approccio Lean in queste realtà? Quali sono le problematiche che spingono queste di imprese ad introdurlo? Quali sono gli strumenti tipici di tale approccio maggiormente utilizzati?

La survey condotta ha quindi permesso di:

- *identificare i fattori che il mercato giudica più importanti e su cui queste imprese dovrebbero focalizzarsi;*
- *individuare le principali problematiche corporate e operative che si riscontrano nella gestione dei processi;*
- *definire a cosa stanno attualmente mirando le attività di miglioramento nelle imprese;*
- *capire come sono gestite le Operations in queste aziende;*
- *chiarire il ruolo svolto dalla funzione qualità;*

- *valutare il livello di diffusione e di applicazione dell'approccio Lean e comprendere le motivazioni alla base della sua adozione.*

4.1.L'eccellenza nella gestione delle *Operations* nella Sanità

La ricerca svolta ha l'obiettivo di valutare come vengono gestite le *Operations* nelle aziende appartenenti al settore della Sanità. Sono inoltre individuati i fattori più critici per il loro successo e i principali problemi. Si analizza infine il livello di conoscenza e applicazione dell'approccio *Lean* all'interno dei loro processi.

L'indagine è stata condotta attraverso interviste telefoniche strutturate tramite questionario. Una metodologia di questo tipo permette di aumentare il *return rate*, di minimizzare risposte non chiare e quelle incomplete.

Per il reperimento dei contatti si è fatto affidamento su fonti secondarie (guide *on line*, visita del sito internet dell'azienda).

Per il settore della Sanità sono state intervistate 30 aziende, tutte di grandi dimensioni (oltre i 250 dipendenti). Il numero medio di dipendenti ammonta a 2.461.

La scelta degli ambiti *Healthcare* e *Utilities* è legata alla loro elevata importanza all'interno del settore dei servizi: essi infatti ricoprono gran parte degli impieghi nei servizi e presentano evidenti problemi in termini di produttività. Le aziende appartenenti al settore *Healthcare* si occupano di curare la salute dei pazienti e prevenire le malattie. Esse si suddividono in aziende sanitarie, ospedaliere e istituti di ricerca (come ad esempio gli IRCCS). Le aziende *Utilities* sono società, enti o istituzioni, pubblico-private (*public utilities* o ex municipalizzate) impegnate nel soddisfare la domanda di servizi urbani e ambientali. Nel corso degli anni, i principali settori in cui si sono sviluppati i servizi di pubblica utilità sono quello dell'acqua, dell'energia (elettrica, gas, calore) e dell'igiene urbana.

È stato deciso di non imporre limitazioni di alcun tipo nella definizione del *target* di imprese da intervistare. In particolare non sono state fatte restrizioni né sulla tipologia di azienda contattata (ASL, IRCCS, aziende ospedaliere etc.) né sull'area geografica di appartenenza, né sulla forma giuridica (pubblica o privata).

Si analizzano ora le caratteristiche del campione.

Per quanto riguarda la **tipologia delle aziende** intervistate, il campione risulta composto da dodici aziende ospedaliere, due aziende sanitarie ospedaliere, sette ASL, sei IRCCS e tre aziende ospedaliere universitarie. È da precisare che nove delle aziende intervistate si occupano non solo di fornire i servizi sanitari necessari ai pazienti, ma anche di ricerca: oltre ai sei IRCCS (Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico), altre tre aziende si impegnano nella ricerca. Tredici delle aziende intervistate si occupano anche di formazione universitaria.

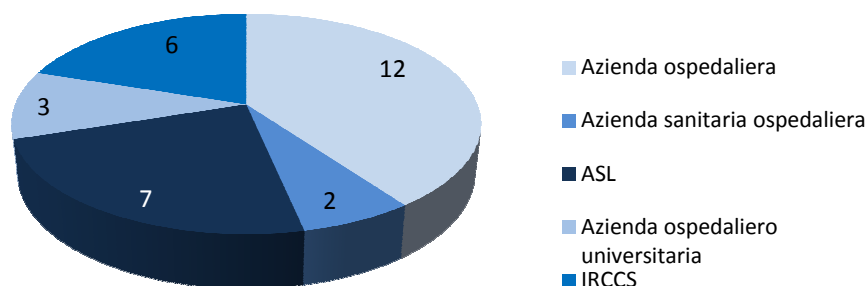


Grafico 19 Tipologia delle aziende intervistate (Sanità)

Area geografica di appartenenza. L'intento iniziale della ricerca era di sondare aziende di tutta Italia. Tuttavia, data la scarsa disponibilità riscontrata in alcune strutture, l'indagine è stata limitata alle regioni settentrionali e in qualche caso alle regioni centrali e meridionali.

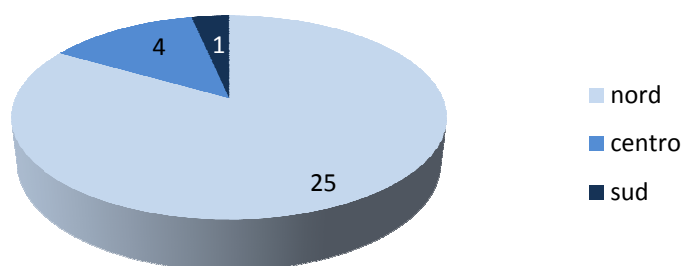


Grafico 20 Area geografica di appartenenza delle aziende intervistate (Sanità)

La **forma giuridica** delle aziende intervistate è prevalentemente pubblica; solo quattro aziende su tutto il campione sono private. I dati raccolti dalle diverse imprese non sono stati analizzati separatamente in quanto non sono state riscontrate sostanziali differenze tra le risposte delle aziende private e di quelle pubbliche. L'unica diversità riguarda la loro dimensione: le aziende private risultano avere un numero di dipendenti inferiore a 1.000.

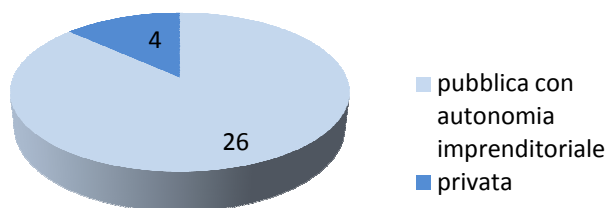


Grafico 21 Forma giuridica delle aziende intervistate (Sanità)

Le **figure aziendali contattate** sono le seguenti: direttore amministrativo, direttore sanitario, direttore SITRA/DITRA, responsabile qualità, direttore area sviluppo e organizzazione e direttore organizzazione e sviluppo delle RU (compilato insieme al responsabile qualità). L'obiettivo era quello di coinvolgere persone che ricoprissero ruoli di alto livello, caratterizzati quindi da un'ampia visuale su tutti i processi aziendali.

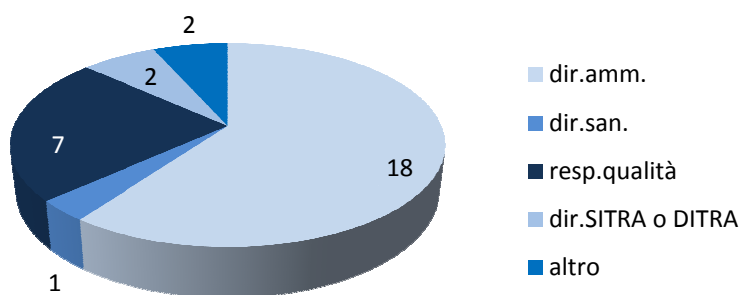


Grafico 22 Funzione intervistata (Sanità)

4.1.1. La gestione delle *operations* nella Sanità

4.1.1.1. Obiettivi *corporate*

In questa sezione si analizzano i principali obiettivi strategici delle aziende operanti nel settore della Sanità. Per fare questo è stato chiesto alle intervistate di valutare l'importanza che ricoprono i fattori (di seguito indicati) secondo la prospettiva del mercato e la loro evoluzione nel tempo. Si riporta una breve definizione dei principali fattori considerati in questa sezione.

- **Tempi.**
 - **Velocità di risposta.** Essa rappresenta il tempo che intercorre tra il momento in cui viene richiesto un servizio dal paziente e la sua erogazione. I servizi possono essere di diverse tipologie, si pensi ad un appuntamento, un ricovero, un esame o un'operazione. La velocità di risposta dipende anche dal livello di urgenza della richiesta.
 - **Puntualità di risposta.** Con essa si indica la capacità di garantire il rispetto degli appuntamenti presi sia in termini di data che di orario. Tale indicatore è influenzato dai tempi di attesa che i pazienti devono sopportare.
 - È necessario precisare che in questa categoria era inizialmente presente anche il fattore ***Time to Market***; tuttavia si è ritenuto opportuno ometterlo in quanto la maggior parte delle aziende intervistate ritenevano che il *time to market* non fosse pertinente con le attività da loro svolte.
- **Costi.** Ci si riferisce ai costi di gestione della struttura, ai costi per far funzionare i servizi ospedalieri, etc.
- **Flessibilità**
 - **del servizio.** Rappresenta la capacità di modificare e adattare le caratteristiche del servizio offerto al singolo paziente. Nell'ottica del mercato, questo indicatore mostra quanto il paziente giudica importante che gli venga offerto un servizio "su misura". La flessibilità non è necessaria per tutte le tipologie di servizi; ad esempio, mentre gli esami richiesti dal paziente sono standard, la visita medica deve essere necessariamente adeguata alle esigenze del singolo.
 - **dei tempi.** Con essa si indica quanto l'azienda è in grado di modificare i tempi di consegna del servizio per il singolo paziente. La flessibilità dei tempi può emergere in diverse situazioni: fornendo, ad esempio, la giusta priorità ad un esame o ad

un'operazione e quindi adattando la propria capacità a richieste urgenti o meno urgenti, senza però far attendere eccessivamente queste ultime. Essere flessibili in termini di tempi può significare saper modificare la data o l'orario degli appuntamenti su richiesta del paziente. L'azienda dovrebbe garantire elevata flessibilità di tempi a colui che richiede un esame o una visita urgenti; l'importanza di questo fattore è invece trascurabile per gli altri pazienti, che spesso si "adeguano" agli appuntamenti che vengono loro proposti.

- **Qualità**

- **di specifica.** Si intende la capacità di offrire al paziente servizi allineati alle sue esigenze. Questo significa fornirgli proprio ciò che si aspetta e di cui ha bisogno; ad esempio ottenere diagnosi e cura al proprio disturbo nel caso di una visita.
- **di conformità.** Essa rappresenta la garanzia che l'operazione o l'esame vengano eseguiti correttamente e secondo quanto promesso al paziente.

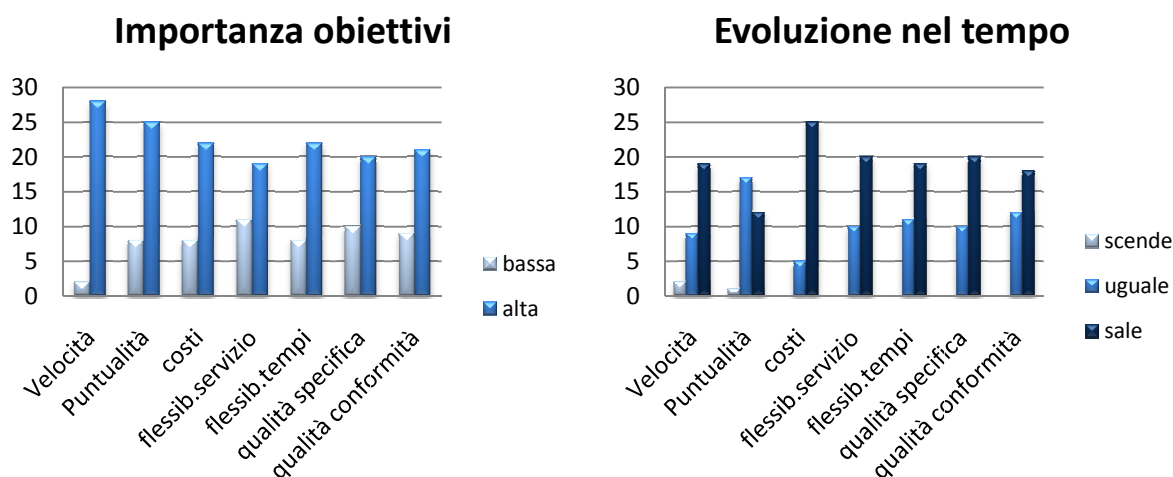


Grafico 23 Importanza ed evoluzione nel tempo degli obiettivi corporate (Sanità)

I tempi rappresentano in assoluto il fattore più importante per il mercato.

La maggior parte delle aziende intervistate ritiene che sia fondamentale, agli occhi del mercato, assicurare una velocità ed una puntualità di risposta elevate; infatti quelle che attribuiscono loro una forte importanza sono rispettivamente il 93% per la velocità di risposta e l'82% per la puntualità di risposta. Inoltre la maggior parte delle imprese ritiene che negli ultimi 3 anni la velocità con cui un servizio viene offerto sia diventata sempre più critica mentre non si rilevano trend importanti per la puntualità di risposta.

I costi rappresentano un fattore critico nel 73% delle imprese intervistate e la loro importanza risulta in crescita secondo l'83% delle stesse. Molte delle imprese che hanno valutato i costi come una leva di scarsa importanza, lo hanno fatto considerando come cliente il paziente; hanno così rilevato che i costi di molti dei servizi offerti sono predefiniti ed è quindi impossibile la competizione su questo fattore.

Il 63% delle imprese giudica importante la flessibilità del servizio, mentre per il 73% assume importanza l'aver tempi flessibili. Questi fattori sono quindi meno rilevanti di costi e velocità di risposta; la loro importanza è inoltre in crescita per oltre il 60% delle aziende intervistate e nessuna ha valutato un *trend* decrescente. È da sottolineare che molte imprese hanno assegnato a questi indicatori un punteggio medio (3-4). La motivazione va ricercata in quanto detto prima: per la flessibilità del servizio solo visite e operazioni sono adattate al paziente, mentre per gli esami non è necessario; la flessibilità dei tempi è invece richiesta soprattutto per visite, operazioni o esami urgenti.

Le imprese intervistate operano nel settore della Sanità, di conseguenza una qualità elevata è ovviamente essenziale. Anche in questo caso è tuttavia importante distinguere tra i diversi servizi offerti. Alcune strutture offrono servizi molto standard, in cui non è difficile raggiungere i livelli richiesti dal paziente; in questi casi la qualità non rappresenta quindi un fattore su cui competere, quanto un fattore basilare che tutte devono garantire. Oltre il 60% delle imprese giudica entrambe le tipologie di qualità critiche agli occhi del mercato; i due indicatori hanno assunto un'importanza crescente.

Esistono inoltre alcune esigenze che il mercato giudica importanti, specifiche del settore, che non rientrano nelle categorie precedenti. Si riportano le principali:

1. soddisfare esigenze di maggior comunicazione e informazione. In questa categoria rientra la necessità di una maggior umanizzazione della medicina;
2. garantire una maggior accessibilità al servizio, una maggior visibilità e trasparenza al paziente;
3. puntare sull'educazione sanitaria ed *empowerment* del paziente, al fine di coinvolgere maggiormente il paziente;
4. garantire un maggior coordinamento tra medici di base e ospedalieri, attraverso l'integrazione delle informazioni sugli esami dei pazienti (anche tramite investimenti sui sistemi informativi);

5. soddisfare bisogni assistenziali e non solo sanitari; garantire la continuità assistenziale. Garantire inoltre la continuità del percorso del paziente anche tra aziende diverse e sul territorio, investendo su una maggior integrazione tra l'ospedale e il territorio;
6. garantire l'appropriatezza (una prestazione dovrebbe essere erogata rispettando il quadro clinico del paziente e le indicazioni per le quali si è dimostrata efficace, nel momento giusto e secondo il regime organizzativo più adeguato);
7. puntare su avanguardia e innovazione.

Le imprese hanno espresso pareri differenti in merito al quesito relativo all'esigenza del mercato, la cui soddisfazione permetterebbe all'azienda di ottenere un particolare vantaggio competitivo.

Vengono riportate di seguito le principali esigenze evidenziate dagli intervistati:

- ✓ rispettare le tempistiche in termini di velocità di risposta e puntualità;
- ✓ offrire servizi di alta qualità;
- ✓ investire molto nella ricerca e di conseguenza nell'innovazione;
- ✓ garantire una gestione più efficiente dei servizi erogati in modo tale da ridurre le liste di attesa dei pazienti;
- ✓ disporre di un personale più flessibile.

4.1.1.2. *Problematiche corporate*

È stato poi chiesto alle aziende quali sono i fattori più difficili da soddisfare, nel rispetto delle priorità strategiche definite dal mercato.

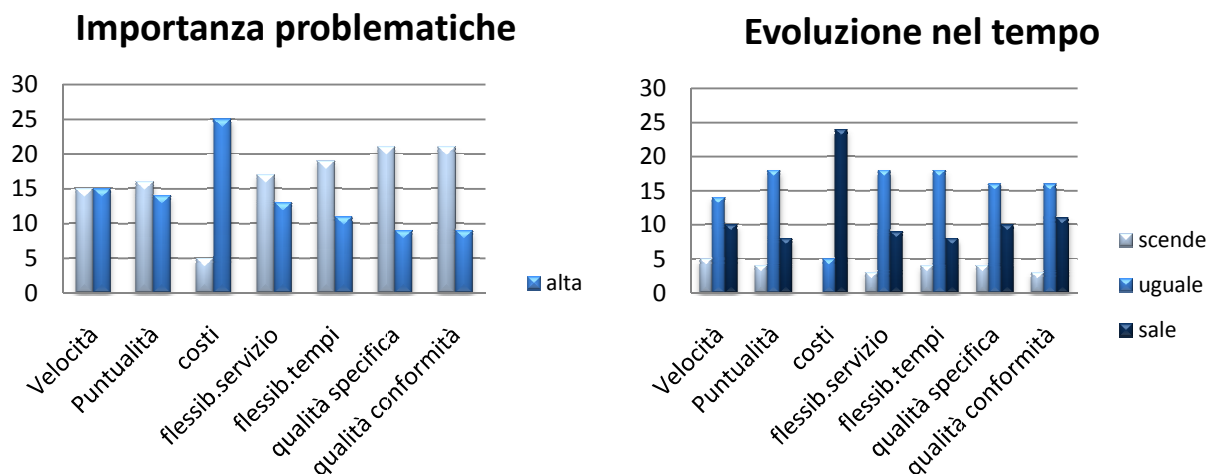


Grafico 24 Importanza ed evoluzione nel tempo delle problematiche corporate (Sanità)

Il principale problema riscontrato nelle aziende intervistate è quello dei costi. L'83% di esse gli attribuiscono un'importanza elevata. Il problema principale è rappresentato dal fatto che sono imprese che offrono un servizio di tipo sanitario al pubblico e devono erogare i servizi necessari a tutti pazienti, mantenendo un determinato grado di qualità. Le istituzioni pubbliche, aziende no profit, devono attenersi ai vincoli imposti dalla Regione; quelle private rispondono invece ad un consiglio di amministrazione, devono quindi riuscire a contenere i costi per poter avere bilancio positivo. I costi rappresentano l'unico tra i problemi evidenziati in continua crescita; infatti solo per il 17% delle aziende rimane invariato e per nessuna di esse si è ridotto negli anni.

Il secondo aspetto più problematico è rappresentato dai tempi. In particolare, circa la metà delle aziende intervistate ritiene che garantire un'adeguata velocità di risposta sia un problema rilevante, come anche assicurare la puntualità nei servizi offerti. Rispetto a 3 anni fa l'importanza di tali indicatori rimane per lo più invariata.

La maggior parte delle imprese intervistate concorda sul fatto che la flessibilità, sia di servizio che di tempi, sia un problema di media-bassa entità e che sia rimasto invariato rispetto a tre anni fa. La maggior parte delle intervistate concorda sul fatto che la flessibilità, sia di servizio che di tempi, sia un problema di media-bassa entità, in quanto, da un lato il servizio offerto è spesso molto

standardizzato e dall'altro non necessita di una particolare flessibilità in termini di tempi. È tuttavia necessario effettuare una distinzione tra i diversi servizi: l'erogazione di un esame è infatti un'attività molto meno customizzabile rispetto ad una visita medica; per questo motivo molti rispondenti si sono limitati a presentare un valor medio tra tutti i servizi. Il 60% degli intervistati ritiene che gli indicatori associati a tale problematica non siano variati rispetto a tre anni fa.

Il 70% delle intervistate ritiene che sia la qualità di specifica che di conformità rappresentino un problema di bassa entità, in quanto facilmente raggiungibile. Rispetto a tre anni fa la loro importanza rimane invariata per il 53% delle imprese. La richiesta di un servizio sempre migliore da parte del paziente e l'adeguamento agli standard nazionali e a programmi di *Joint Commission* portano il 30% delle aziende a giudicare questa problematica in crescita. Il 10% ha la visione opposta: l'adeguamento a standard, e quindi ad un livello di qualità "imposto", rappresenta un fattore di vantaggio. La qualità del servizio, secondo le aziende intervistate, è un *must* da garantire e rispettare; di conseguenza il 70% di queste ritiene che sia la qualità di specifica che la qualità di conformità rappresentino un problema di bassa entità, in quanto facilmente raggiungibile. Rispetto a tre anni fa l'importanza di entrambi gli indicatori di qualità rimane invariata per il 53% delle imprese. Il 30% delle aziende ritiene però che i problemi connessi a garantire un servizio di qualità tendano a salire rispetto al passato in merito alle sempre maggiori esigenze del paziente che richiede un servizio migliore e all'adeguamento agli standard nazionali e a programmi di *Joint Commission*, che impongono maggiori vincoli da rispettare. Il 10% degli intervistati ritiene invece che l'appoggiarsi a standard nazionali ed internazionali sia un fattore che riduca le problematiche legate alla qualità, in quanto tali certificazioni impongono di mantenerla a livelli alti; per questi un livello di qualità "imposto" rappresenta un fattore di vantaggio.

Si confronta ora l'importanza che il mercato ha attribuito a ciascun fattore con quanto risulta problematico per queste aziende eccellere su quel fattore. Per consentire tale paragone sono stati utilizzati i valori medi delle risposte.

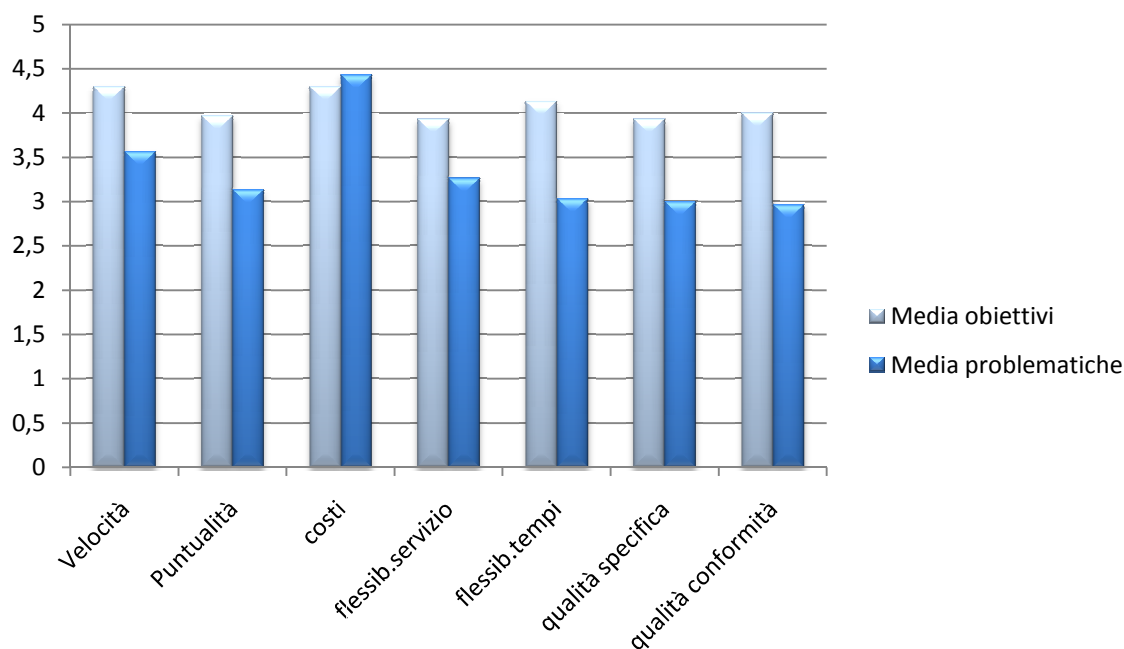


Grafico 25 Importanza media di obiettivi e problematiche corporate (Sanità)

Il mercato ritiene che tutti i fattori fin qui esposti abbiano una certa rilevanza; tuttavia quelli maggiormente critici nel settore della Sanità sono la velocità di risposta, la puntualità di risposta e i costi. Quest'ultimo risulta essere quello che il mercato giudica più importante, ed è anche il più problematico da poter contenere per queste aziende; il miglioramento degli altri, per quanto rilevanti, non comporta difficoltà.

4.1.1.3. Problematiche operative nei processi trasversali

Spesso in una realtà aziendale l'insieme delle attività che compongono un processo non sono confinate all'interno di una singola *business unit*. Solitamente i processi sono trasversali a più uffici o necessitano di competenze diverse, eventualmente esternalizzate a soggetti terzi, e nei quali sono questi uffici o soggetti terzi ad organizzarsi il lavoro, a gestirsi e pianificarsi (entro certi limiti) le attività da svolgere. Si riportano alcuni esempi. Solo in un caso non è stata riscontrata l'esistenza di processi con queste caratteristiche.

- ✚ Gestione del sistema di prenotazione/CUP²⁵.
- ✚ Gestione e piano degli acquisti/attività di provveditorato.
- ✚ Gestione finanziamenti/piano degli investimenti/gestione del budget.
- ✚ Reclutamento personale per ricerche a progetto.

²⁵ Centro Unico Prenotazioni.

- ✚ Gestione del personale e formazione.
- ✚ Servizi di supporto (amministrativi).
- ✚ Gestione dei processi clinici, sanitari e non sanitari; percorsi diagnostico/terapeutici/assistenziali; pronto soccorso.
- ✚ Programmazione interventi ambulatoriali e sanitari.
- ✚ Manutenzione/controllo delle apparecchiature.
- ✚ Servizi distrettuali (assistenza territoriale).
- ✚ Gestione flussi informativi.
- ✚ Servizi di *data entry* (hanno poca rilevanza economica ma tanta rilevanza funzionale).
- ✚ Accreditamento.
- ✚ Lavori strutturali.
- ✚ Ristorazione ospedaliera, pulizia, ausiliario.

I processi indicati dalle imprese intervistate risultano essere, per la maggior parte, di alta rilevanza (12 casi); per 10 aziende sono invece processi fondamentali per il *business* aziendale²⁶.

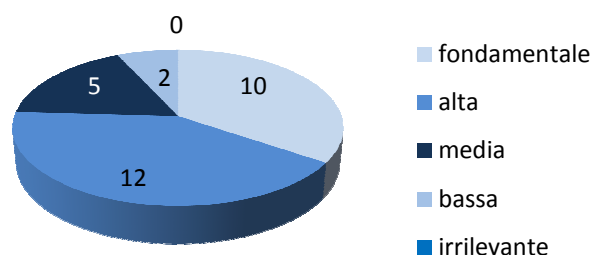


Grafico 26 Importanza ricoperta dai processi trasversali (Sanità)

²⁶ È stato chiesto agli intervistati di indicare una media delle importanze dei singoli processi.

I principali **problemi operativi** riscontrati nella gestione di questi processi sono di seguito riportati.

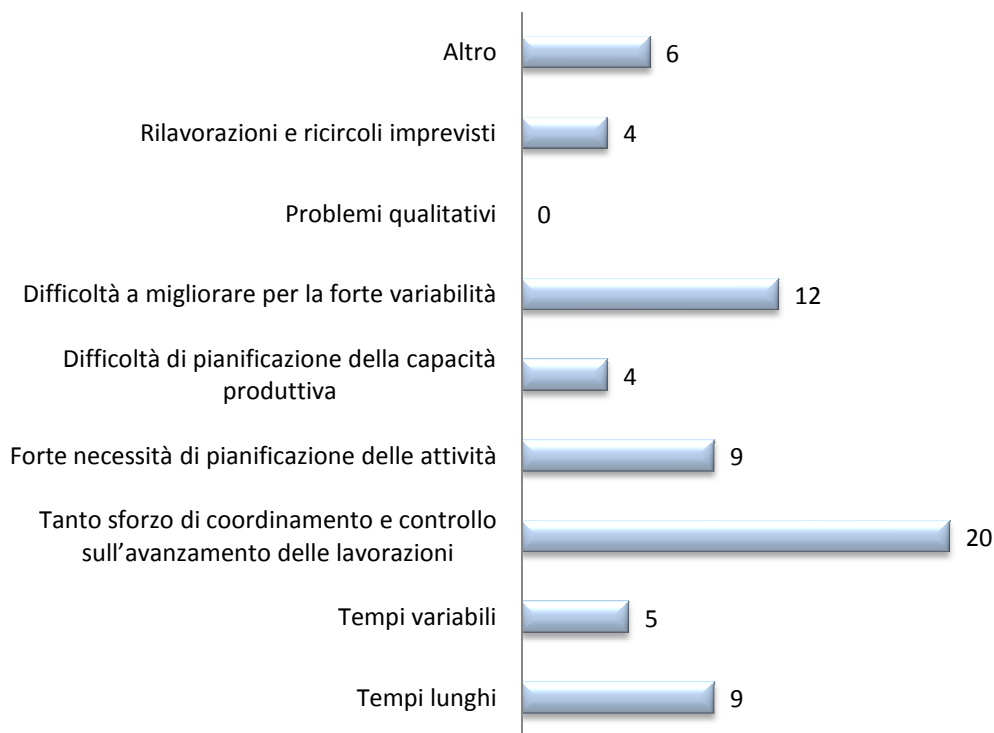


Grafico 27 Problemi operativi nei processi trasversali (Sanità)

Le maggiori problematiche legate ai processi sono il tanto sforzo di coordinamento e il controllo sull'avanzamento delle lavorazioni; inoltre la forte variabilità ostacola spesso l'attività di miglioramento.

4.1.1.4. Azioni di miglioramento

In questa sezione si indicano le principali azioni di miglioramento che questa tipologia di imprese sta mettendo in atto.

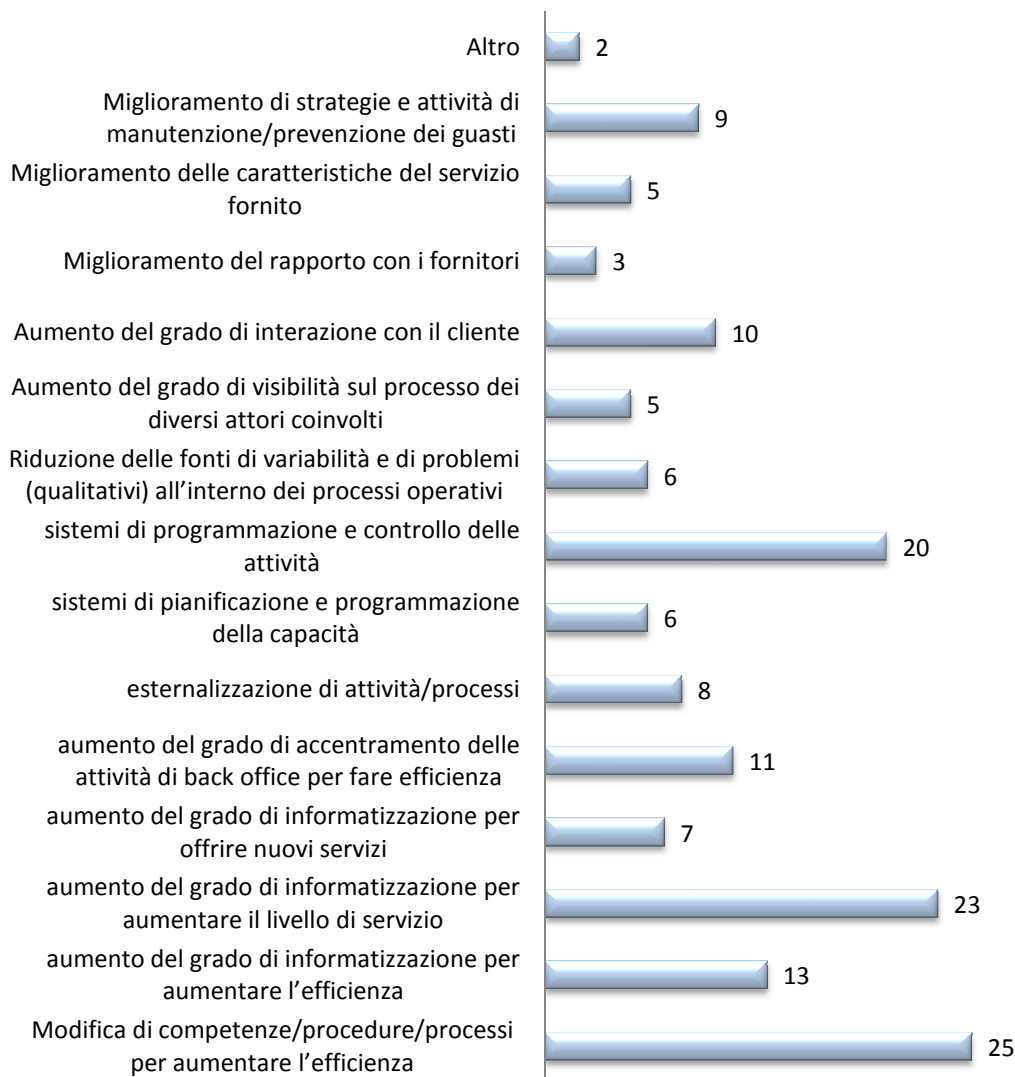


Grafico 28 Azioni di miglioramento (Sanità)

Le azioni di miglioramento implementate più frequentemente dalle aziende intervistate sono:

- la modifica di competenze, procedure o flusso produttivo per aumentare l'efficienza (25 aziende su 30). Si possono occupare di quest'attività diverse funzioni: tra le principali troviamo l'area qualità, la direzione amministrativa, i diversi dipartimenti congiuntamente alla qualità o all'area amministrativa, la direzione sanitaria, medica e/o infermieristica, oppure l'intera direzione strategica congiuntamente ai dirigenti di prima linea;

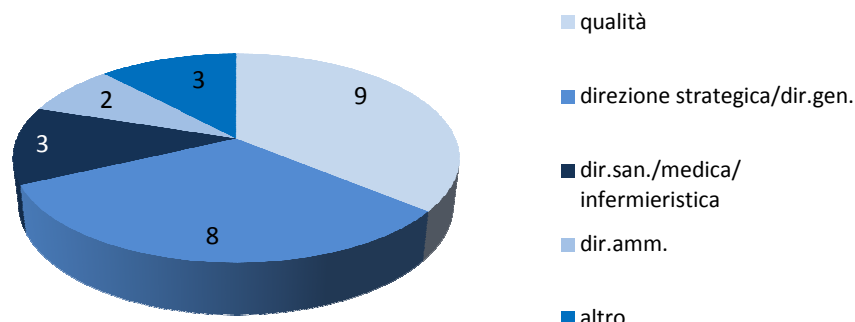


Grafico 29 Funzioni preposte alla modifica di competenze e procedure per aumentare l'efficienza (Sanità)

- l'aumento del grado di informatizzazione per aumentare il livello di servizio (23 aziende su 30). Di quest'attività si occupa principalmente l'area Servizi Informatici o *Information and Communication Technology*, che risponde quasi sempre alla direzione amministrativa o alla direzione generale;

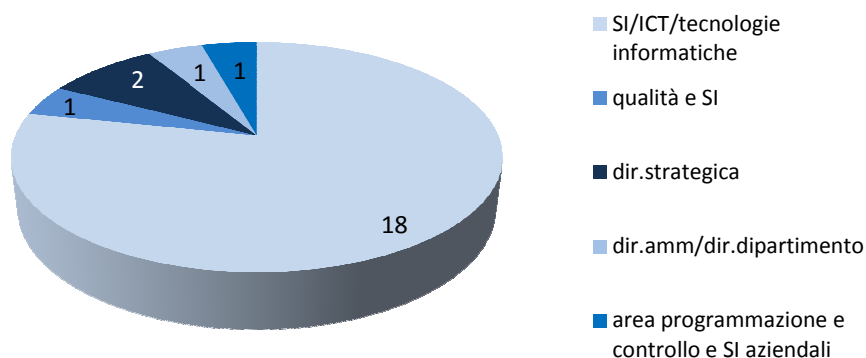


Grafico 30 Funzioni preposte all'aumento dell'informatizzazione per aumentare il livello di servizio (Sanità)

- l'introduzione di sistemi di programmazione e controllo delle attività (20 aziende su 30). Se ne occupano principalmente il controllo di gestione, l'area qualità o la direzione strategica.

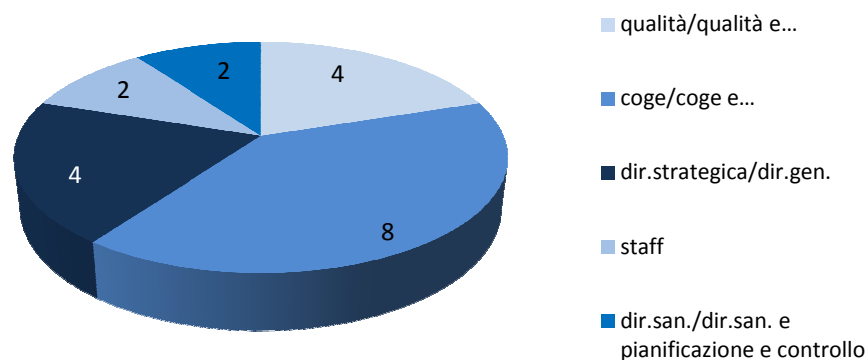


Grafico 31 Funzioni preposte all'introduzione di sistemi di programmazione e controllo delle attività (Sanità)

È da evidenziare come le due attività di miglioramento messe maggiormente in atto da queste aziende sono volte al raggiungimento dell'efficienza e di un livello di servizio più elevato, fattori giudicati importanti dal mercato. Queste imprese stanno puntando molto anche sull'ottenimento di una miglior programmazione delle attività.

Aggregando le attività di miglioramento, tramite somma pesata²⁷, secondo le dimensioni

- investimenti tecnologici (II,III,IV),
- gestionale (I,V,VI,VII,VIII,IX,X,XIV),
- sviluppo del servizio (XI,XII,XIII),

emerge come le aziende operanti nel settore della Sanità ricorrano principalmente ad azioni gestionali per apportare miglioramenti al loro interno. La seconda leva maggiormente utilizzata è quella tecnologica. Questo risultato è interessante: l'attività di miglioramento non si basa quindi unicamente su informatizzazione e automazione, ma si affida prima di tutto a modifiche di tipo organizzativo/gestionale.

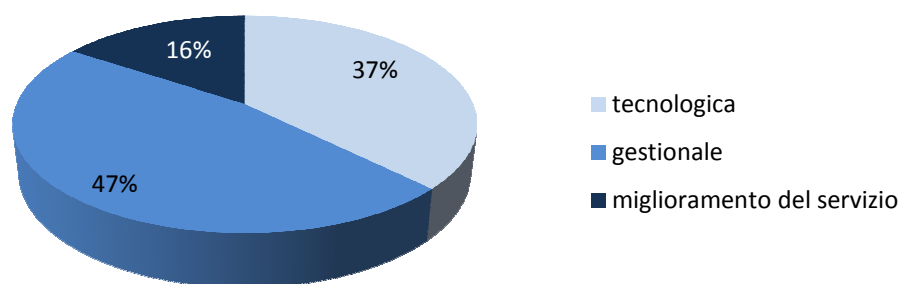


Grafico 32 Aggregazione delle attività di miglioramento (Sanità)

4.1.1.5. Chi si occupa di gestire le *operations*

Importante è individuare chi all'interno delle aziende si occupa di gestire le *operations*. Solitamente la funzione responsabile di gestire le *operations* si cura di definire le procedure e gli standard, di *customer satisfaction* e di gestire e migliorare i processi. Si cerca quindi di capire chi si occupa, nelle imprese del settore Sanità, di queste attività.

²⁷ È stata fatta una combinazione lineare, opportunamente pesata, delle risposte appartenenti a ciascuna classe, per tenere conto della differente ripartizione tra le classi stesse. I risultati sono poi stati normalizzati a uno.

La **definizione di procedure e standard** è di solito a carico dell'ufficio qualità, che può lavorare autonomamente (13 su 30) o collaborare con la direzione, strategica o medica o SITRA (4 su 30). È un'attività generalmente svolta a livelli alti: l'ufficio qualità è infatti spesso in staff alla direzione e, quando non se ne occupa direttamente, è la direzione stessa o la direzione sanitaria che ne è responsabile (7 su 30). Più raramente è invece svolta dai singoli dipartimenti posti ai livelli inferiori o è un'attività diffusa all'interno dell'azienda (3 su 30).

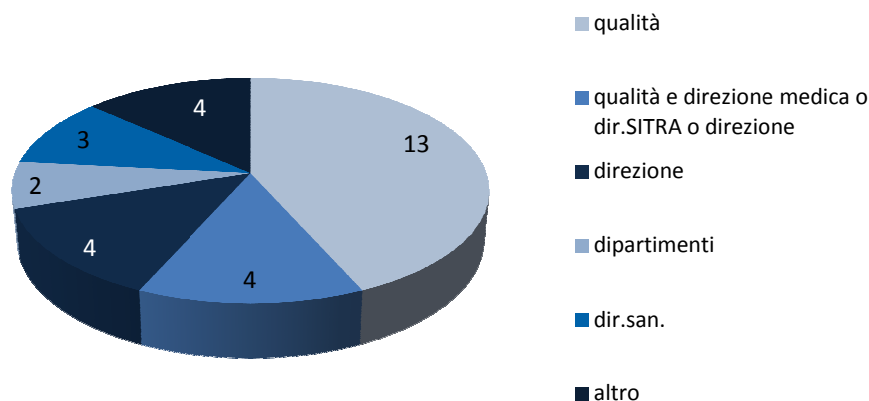


Grafico 33 Funzioni preposte alla definizione di procedure e *standard* (Sanità)

Solitamente si occupano di **customer satisfaction** la funzione qualità, singolarmente (10 su 30) o congiuntamente all'ufficio comunicazione o all'Ufficio Relazioni col Pubblico (5 su 30), oppure l'Ufficio Relazioni col Pubblico o l'ufficio comunicazione separatamente (12 su 30). Esistono casi, più rari, in cui se ne occupano la funzione *marketing* o la direzione amministrativa.

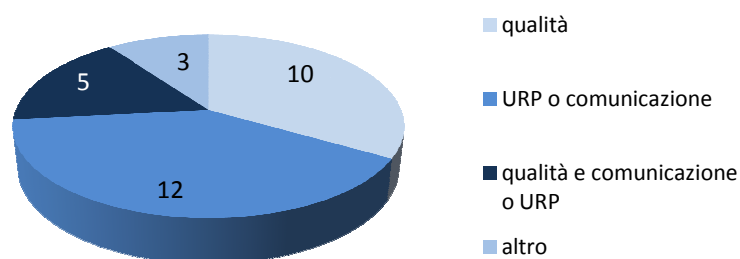


Grafico 34 Funzioni preposte alla *customer satisfaction* (Sanità)

Le funzioni che si occupano di solito di **gestire e migliorare i processi** sono la direzione strategica (7 su 30) o la qualità (13 su 30), spesso in staff alla direzione stessa. L'attività di miglioramento dei processi è quindi svolta a livelli alti dell'organigramma. A volte questa attività è diffusa ai livelli più

bassi: se ne occupano le strutture operative stesse o il responsabile del processo in esame (4 su 30). Possono infine esistere altri uffici, sempre posti in staff alla direzione generale o alla direzione amministrativa, che si occupano di questa attività (area sviluppo e organizzazione, controllo di gestione, dipartimento Amministrativo-Tecnico-Logistico, area programmazione e controllo).

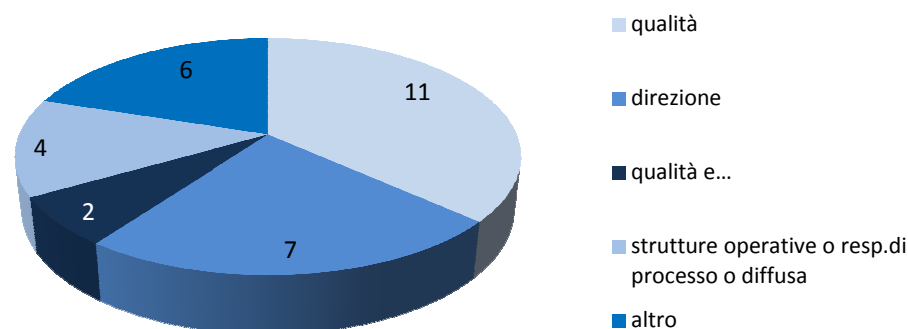


Grafico 35 Funzioni preposte al miglioramento dei processi (Sanità)

Focalizzandosi invece su ogni singola realtà aziendale, si osserva come sia raro trovare una stessa funzione che si occupa di tutte queste attività insieme. Spesso non esiste quindi un'unica figura a cui fare riferimento. Solamente in otto casi l'area qualità è responsabile di tutte e tre le attività che caratterizzano la gestione delle *operations*, mentre in sette casi si occupa di due attività su tre. Si può quindi concludere che la funzione qualità sia quella che più si cura di gestire le *operations*.

4.1.1.6. L'area qualità

Ci si preoccupa ora di capire quali siano le principali **funzioni** svolte dall'area qualità.

Attività	N. risposte
Certificazioni (ISO, Uni, En), accreditamento e <i>Joint commission international</i> ²⁸	25
Miglioramento di processi, procedure, servizio e qualità (tecnica, percepita e organizzativa)	20
<i>Risk management</i> e gestione del rischio clinico	7
<i>Customer satisfaction</i> e gestione reclami	5
Formazione e diffusione della cultura della qualità	5

Tabella 7 Funzioni svolte dall'area qualità (Sanità)

²⁸ È un sistema che verifica le procedure dentro i diversi reparti.

La funzione qualità di quasi tutte le aziende si occupa di certificazioni e accreditamento; nella maggior parte dei casi è responsabile di migliorare i processi, le procedure, il servizio e cura tutte le forme di qualità: tecnica, percepita e organizzativa. È da segnalare che l'area qualità è presente in tutte le aziende intervistate.

Si indica ora **a chi risponde** l'area qualità. Tipicamente l'area qualità risponde alla direzione generale; solo in un'azienda alla direzione amministrativa. In nove casi invece riporta alla direzione sanitaria: questo è riconducibile al fatto che spesso l'area qualità si occupa non solo della qualità amministrativa/organizzativa ma anche di quella tecnica/medica.

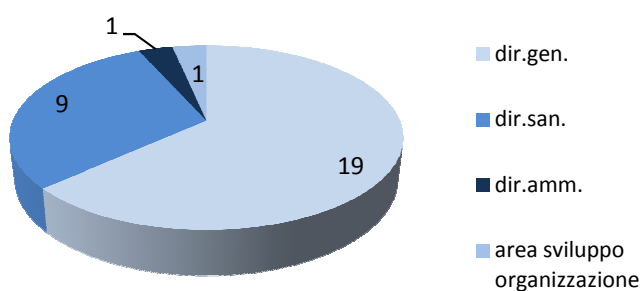


Grafico 36 A chi risponde l'area qualità (Sanità)

4.1.2. Il *Lean* nella Sanità

In questa sezione ci si occupa di sondare il livello di diffusione dell'approccio *Lean*, sia in termini di conoscenza che di implementazione. Si indaga poi sulle motivazioni che spingono le imprese appartenenti al settore della Sanità ad introdurre questa filosofia. Infine si indicano le tecniche maggiormente utilizzate da questa tipologia di aziende.

4.1.2.1. Diffusione dell'approccio

Dall'indagine condotta emerge che sei delle aziende intervistate non conoscono e non hanno mai sentito parlare dell'approccio *Lean*, cinque di esse lo implementano, mentre le restanti lo conoscono ma non lo hanno introdotto. Questa scelta è a volte giustificata dal fatto che parte delle imprese ritiene difficile l'applicazione di tale approccio nella Sanità, altre invece sostengono di utilizzare alcune tecniche *Lean* ma senza adottarne l'intero approccio. Il messaggio che se ne trae è che sia una filosofia piuttosto conosciuta ma poco implementata. È quindi necessario facilitarne la conoscenza, visti i buoni risultati di cui si riporta e si sente parlare. Sarebbe importante approfondire quale sia il problema che rende così basso il livello di implementazione.

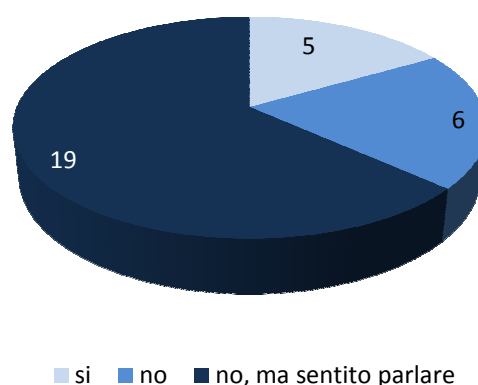


Grafico 37 Diffusione dell'approccio *Lean* (Sanità)

4.1.2.2. Motivazioni per implementare il *Lean*

Concentrandosi ora sulle aziende che hanno deciso di introdurre l'approccio *Lean* è possibile vedere quali sono le motivazioni che le hanno spinte ad adottarlo e di preciso su quali tecniche hanno fatto affidamento.

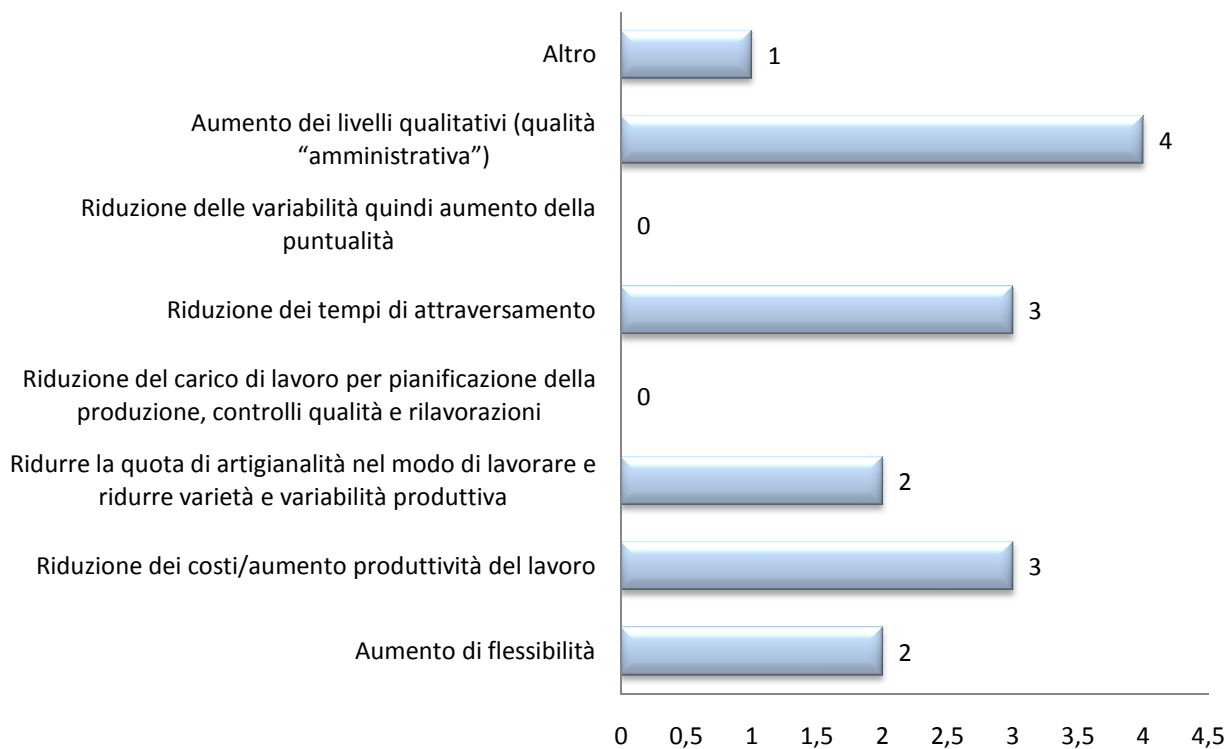


Grafico 38 Motivi per implementare il *Lean* (Sanità)

Le principali motivazioni che hanno spinto queste imprese a ricorrere all'approccio *Lean* sono la riduzione dei costi e dei tempi di attraversamento e l'aumento dei livelli qualitativi. Fattori che risultano essere importanti per il mercato, ma, diversamente da quanto affermato in precedenza, la qualità si rivela essere un motivo più forte rispetto ai costi ed alla velocità di risposta.

4.1.2.3. Tecniche *Lean* più utilizzate

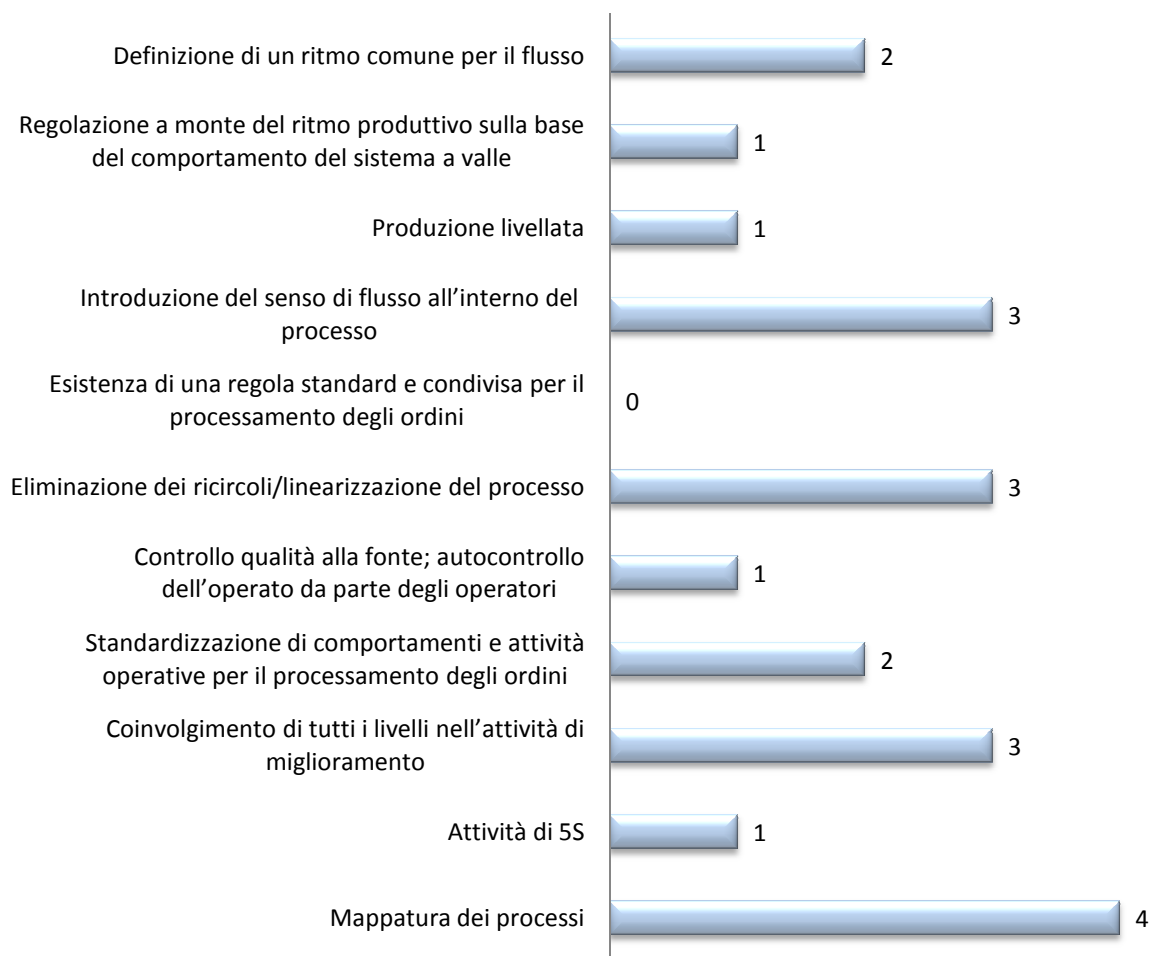


Grafico 39 Tecniche *Lean* implementate (Sanità)

Dal grafico emerge che le tecniche maggiormente implementate dalle aziende operanti nella Sanità sono:

- la mappatura processi;
- il coinvolgimento a tutti i livelli nell'attività di miglioramento e nell'evidenziare le proposte di miglioramento;
- la riduzione significativa o eliminazione di ricircoli/riavorazioni e la linearizzazione del processo e
- l'introduzione del senso di flusso all'interno del processo.

Alcune delle imprese intervistate hanno affermato di applicare le tecniche *Lean* di cui sopra, senza però abbracciarne l'intera filosofia. Pertanto non sono state inserite nell'analisi.

Dalla *survey* condotta emerge come la filosofia *Lean* possa essere introdotta con successo nelle aziende appartenenti al settore della Sanità. Focalizzandosi infatti su quelle che hanno implementato con successo l'approccio *Lean*, e che tutt'ora lo implementano, è stato possibile comprendere che i principali problemi che spingono le imprese nella Sanità a ricorrere a tale filosofia sono sia la riduzione dei costi e delle tempistiche interne ai processi, sia l'aumento della qualità dei servizi offerti. L'applicazione del *Lean* può quindi aiutare a raggiungere gli obiettivi *corporate* prioritari di queste aziende, tempi e costi. Può inoltre contribuire a ridurre alcune delle problematiche operative più comuni nella gestione dei processi, che sono legate al coordinamento e al controllo dell'avanzamento. È in grado infine di sostenere le attività di miglioramento attualmente in atto in queste imprese, che sono legate al raggiungimento di un'efficienza e di un livello di servizio elevati.

È stato inoltre possibile capire quali sono gli approcci più comunemente utilizzati e che possono quindi risultare maggiormente efficaci in questo contesto. Il messaggio che se ne trae è che l'implementazione del *Lean* nella Sanità è quasi nulla, e quello che è stato fatto appartiene soprattutto alle fasi iniziali.

È infine necessario osservare come, delle cinque imprese che hanno implementato l'approccio *Lean*, solo una è privata. Questo risultato lascia presupporre l'applicabilità del *Lean* anche nel pubblico.

4.2.L'eccellenza nella gestione delle *Operations* nelle *Utilities*

La ricerca svolta ha l'obiettivo di valutare come vengono gestite le Operations nelle aziende appartenenti al settore delle Utilities. Sono inoltre individuati i fattori più critici per il loro successo e i principali problemi. Si analizza infine il livello di conoscenza e applicazione dell'approccio Lean all'interno dei loro processi.

L'indagine è stata condotta attraverso interviste telefoniche strutturate tramite questionario.

Per il reperimento dei contatti si è fatto affidamento su fonti secondarie (guide *on line*, visita del sito internet dell'azienda).

Per il settore delle *Utilities* sono state intervistate 31 aziende, di cui 15 di media dimensione (fino a 250 dipendenti) e le restanti di grande dimensione (sopra i 250 dipendenti). Il numero medio di dipendenti ammonta a 703.

È stato deciso di non imporre limitazioni di alcun tipo nella definizione del *target* di imprese da intervistare. In particolare non sono state fatte restrizioni né sulla tipologia di servizio offerto (acqua, gas, elettricità, rifiuti) né sull'area geografica di appartenenza, né sulla forma giuridica (pubblica o privata).

Si analizzano ora le caratteristiche del campione.

Area geografica di appartenenza. La ricerca è stata rivolta alle aziende presenti su tutto il territorio nazionale. Si osserva come queste siano uniformemente distribuite nelle diverse aree. Le imprese nella classe "Italia" offrono i propri servizi a tutto il territorio nazionale (sebbene la sede possa essere localizzata in una sola area). Tutte le altre servono invece utenze appartenenti a zone specifiche del Nord, del Centro o del Sud.

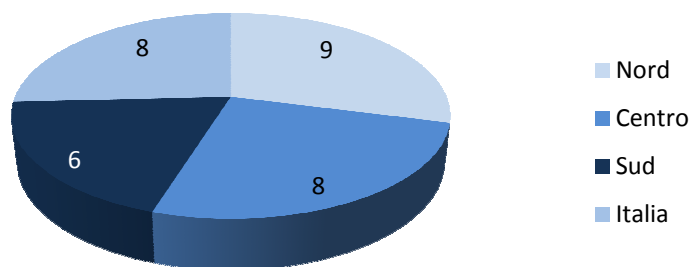


Grafico 40 Area geografica di appartenenza delle aziende intervistate (*Utilities*)

Il **core business** di diciassette delle aziende intervistate è la gestione del servizio idrico integrato; in molti di questi casi ci si occupa anche di fognatura, acquedotto e depurazione. Quattro imprese forniscono energia elettrica o termica; tre distribuiscono gas. Sette aziende sono invece delle *multiutility*, non sono cioè specializzate in una sola area; rientrano in questa categoria quelle che forniscono congiuntamente acqua, gas, energia e si occupano anche di igiene ambientale e smaltimento rifiuti, oppure offrono solo una parte di questi servizi.

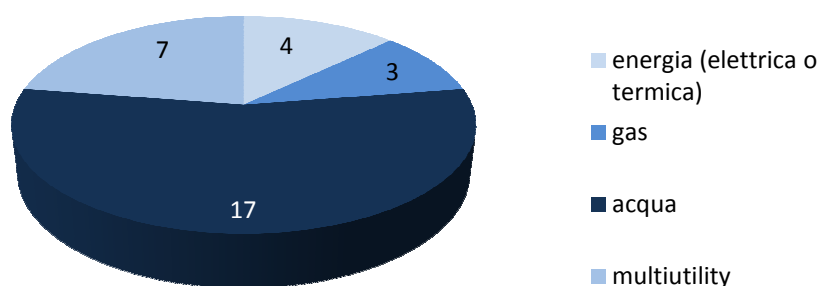


Grafico 41 Tipologia di servizio offerto dalle aziende intervistate (*Utilities*)

La **forma giuridica** delle imprese intervistate è prevalentemente pubblica. Alcune sono in parte pubbliche in parte private; in questi casi la forma giuridica indicata è definita sulla base dei soli azionisti di maggioranza. Non sono state riscontrate sostanziali differenze tra le risposte delle aziende private e di quelle pubbliche; per questo motivo i dati non sono stati analizzati separatamente. È da sottolineare però che alcune di queste operano in un regime di monopolio locale.

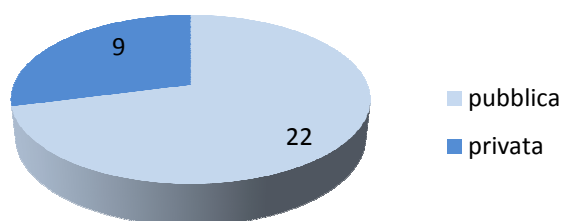


Grafico 42 Forma giuridica delle aziende intervistate (*Utilities*)

La **figura aziendale** in genere **contattata** è il responsabile qualità (nella maggior parte dei casi denominato “responsabile qualità, ambiente e sicurezza”). Qualora non fosse stato raggiungibile, ci si è rivolti ad altre funzioni: *operations*, pianificazione e controllo, “sistemi informativi, organizzazione e processi”, *business development*, *customer care*, risorse umane e affari generali, e in un caso al direttore generale dell’azienda (unitamente alla funzione qualità). L’obiettivo era quello di coinvolgere persone che ricoprissero ruoli di alto livello, caratterizzati da un’ampia visuale su tutti i processi aziendali.

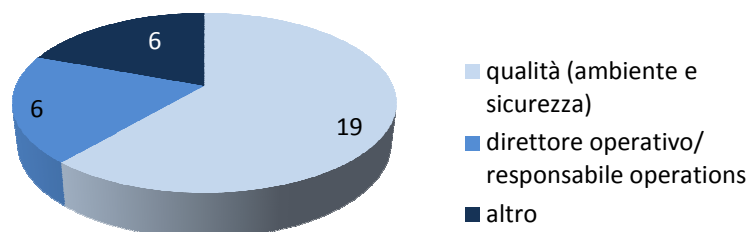


Grafico 43 Fuzione intervistata (*Utilities*)

4.2.1. La gestione delle *operations* nelle *Utilities*

4.2.1.1. Obiettivi *corporate*

In questa sezione si analizzano i principali obiettivi strategici delle aziende operanti nel settore delle *Utilities*. Per fare questo è stato chiesto alle intervistate di valutare l'importanza che ricoprono i fattori (di seguito indicati) secondo la prospettiva del mercato e la loro evoluzione nel tempo. Si riporta una breve definizione dei principali fattori considerati in questa sezione.

- **Tempi.**
 - **Velocità di risposta.** Essa rappresenta il tempo che intercorre tra il momento in cui viene richiesto un servizio dall'utente e la sua erogazione. I servizi possono essere di diverse tipologie, come ad esempio l'allacciamento alla rete (in cui è valutato il tempo che intercorre tra la richiesta di un allacciamento e l'allacciamento stesso) oppure la sostituzione di un contatore.
 - **Puntualità di risposta.** Con essa ci si riferisce al rispetto dei tempi predefiniti per l'esecuzione del lavoro richiesto. Si indica quindi la capacità di rispettare gli appuntamenti presi. Talvolta le aziende utilizzano un sistema d'incentivazione per far rispettare la puntualità del servizio dai propri dipendenti.
 - È necessario precisare che in questa categoria era inizialmente presente anche il fattore ***Time to Market***; tuttavia si è ritenuto opportuno ometterlo in quanto la maggior parte delle aziende intervistate ritenevano che il *time to market* non fosse pertinente con le attività da loro svolte.
- **Costi.** Ci si riferisce ai costi di gestione della struttura e della rete, ai costi per far funzionare i servizi, etc.
- **Flessibilità**
 - **del servizio.** Rappresenta la capacità di modificare e adattare le caratteristiche del servizio offerto al singolo cliente. Nell'ottica del mercato, questo indicatore mostra quanto l'utente giudica importante che gli venga offerto un servizio "su misura".
 - **dei tempi.** Con essa si indica quanto l'azienda è in grado di modificare i tempi di consegna del servizio per il singolo utente. Ad esempio si intende la capacità di adattare la fornitura di energia o di acqua e la raccolta dei rifiuti sulla base di quando gli utenti ne hanno più bisogno.

- **Qualità**

- **di specifica.** Si intende la capacità di offrire al cliente servizi allineati alle sue esigenze. Questo significa fornirgli proprio ciò che si aspetta e di cui ha bisogno; ad esempio erogare acqua o energia senza interruzione del servizio.
- **di conformità.** Essa rappresenta la garanzia che i servizi vengano erogati correttamente e secondo quanto promesso all'utente. In questo fattore rientra la qualità tecnica del prodotto fornito, come la bontà dell'acqua, ma anche quanto bene viene eseguito un servizio, come la riparazione della rete in caso di guasti.

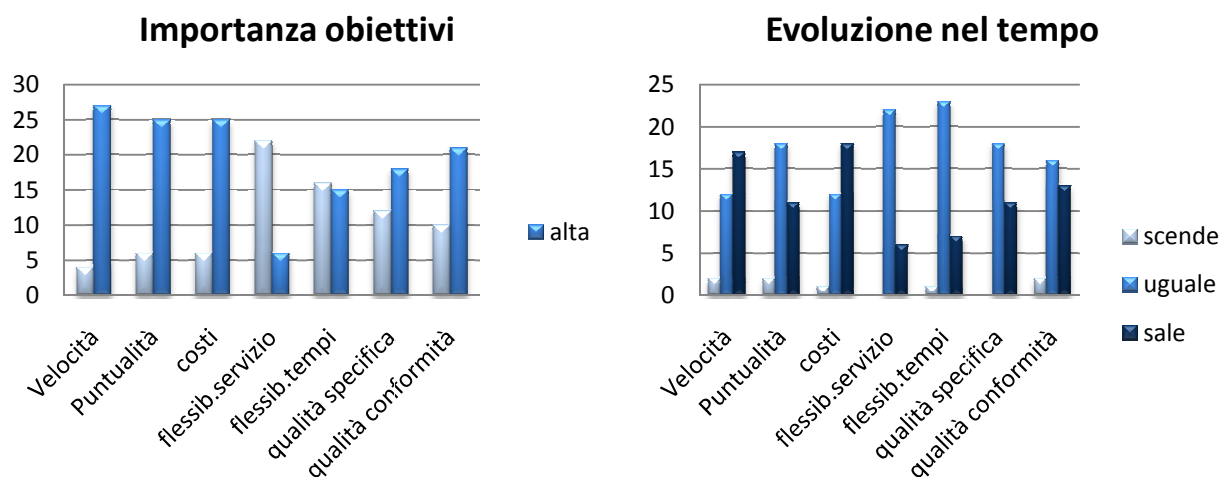


Grafico 44 Importanza ed evoluzione nel tempo degli obiettivi corporate (Utilities)

I tempi e i costi rappresentano in assoluto i fattori più importante per il mercato.

La maggior parte delle imprese intervistate ritiene che sia fondamentale, agli occhi degli utenti, assicurare una velocità ed una puntualità di risposta elevate; infatti le aziende che attribuiscono loro una forte importanza sono rispettivamente l'87% per la velocità di risposta e l'80% per la puntualità di risposta. Inoltre metà delle imprese ritiene che negli ultimi 3 anni la velocità con cui un servizio viene offerto sia diventata sempre più critica (l'altra metà non osserva invece cambiamenti), mentre non si rilevano *trend* importanti per la puntualità di risposta. È però da sottolineare come spesso le aziende facciano riferimento non tanto alla puntualità del servizio ma al garantire la continuità con cui energia o acqua vengono erogate.

I costi rappresentano un fattore critico nell'80% delle imprese intervistate e la loro importanza risulta in crescita secondo il 58% delle stesse. Bisogna sottolineare che le tariffe vengono in molti casi stabilite dalla normativa o dalle *authority*.

Il 78% delle aziende giudica poco importante la flessibilità del servizio e per il 51% anche l'avere tempi flessibili assume un basso rilievo. Questi fattori sono quindi decisamente meno rilevanti di costi e tempi. La spiegazione sta nel fatto che il servizio fornito è molto standardizzato; alcuni hanno inteso la flessibilità di servizio come la capacità di offrire contratti differenti sulla base della categoria di cliente (cittadino o impresa). L'importanza di garantire tempi flessibili è comunque superiore all'avere un servizio flessibile. La loro rilevanza rimane inoltre costante nel tempo per circa l'80% delle aziende intervistate.

La qualità è un fattore più importante della flessibilità, ma è di minor rilievo rispetto a tempi e costi. Esistono livelli minimi di qualità che queste aziende devono rispettare; essi sono definiti dalla carta dei servizi e dalle *authority*.

Vi sono inoltre alcune esigenze che il mercato giudica importanti e che non rientrano nelle categorie precedenti. Si riportano le principali:

- ✓ semplificazione degli adempimenti;
- ✓ chiarezza e facilità di lettura di bollette e fatture (puntare quindi su una buona comunicazione);
- ✓ soddisfazione del cliente dal punto di vista del rapporto diretto e del contatto diretto con esso;
- ✓ rispetto dell'ambiente (specialmente per la depurazione acque);
- ✓ sicurezza.

Le imprese hanno espresso pareri differenti in merito al quesito relativo all'esigenza del mercato, la cui soddisfazione permetterebbe di ottenere un particolare vantaggio competitivo. Vengono riportate di seguito le principali esigenze evidenziate dagli intervistati:

- ✓ miglioramento della qualità del servizio e dell'affidabilità;
- ✓ tempi di risposta;
- ✓ flessibilità.

4.2.1.2. *Problematiche corporate*

È stato poi chiesto alle aziende quali sono i fattori più difficili da soddisfare, nel rispetto delle priorità strategiche definite dal mercato.

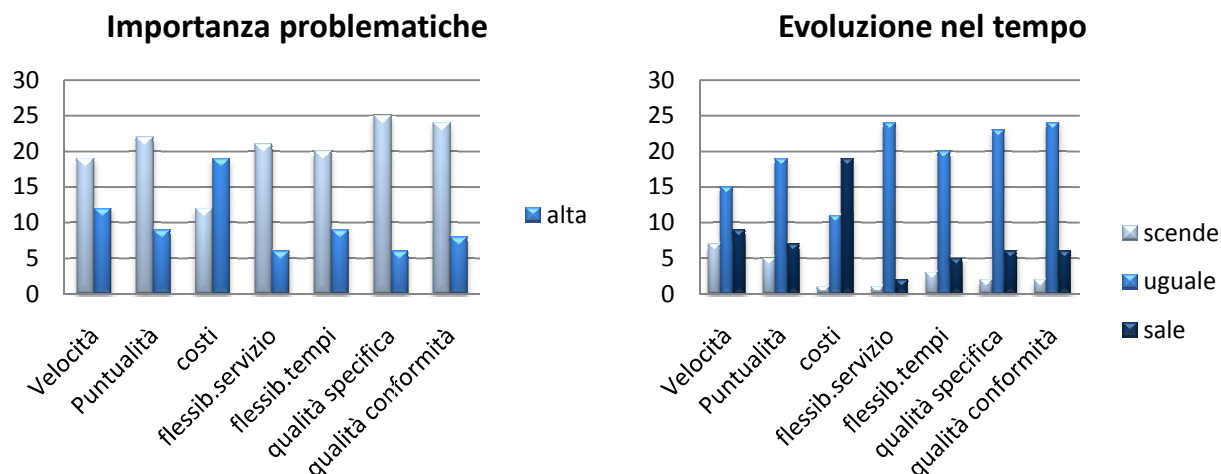


Grafico 45 Importanza ed evoluzione nel tempo delle problematiche corporate (Utilities)

La principale difficoltà rilevata nelle aziende intervistate è quella dei costi. Il 61% di esse gli attribuiscono un'importanza elevata. Il costo rappresenta l'unica problematica in continua crescita (61%); rimane però un problema invariato per il 35% delle aziende e solo per una si è ridotto negli anni.

Il secondo aspetto più difficoltoso è rappresentato dal saper garantire un'adeguata velocità di risposta, ma solo per il 39% delle imprese. Questo può derivare dalle diverse prassi burocratiche e amministrative che è necessario seguire. Rispetto a 3 anni fa l'importanza di tale indicatore è rimasta per lo più invariata.

La maggior parte delle imprese intervistate concorda sul fatto che sia la flessibilità che la qualità siano problemi di media-bassa entità e che siano rimasti invariati rispetto a tre anni fa. Quindi, sebbene l'importanza della qualità non sia trascurabile agli occhi del mercato, essa risulta facilmente raggiungibile.

Si confronta ora l'importanza che il mercato ha attribuito a ciascun fattore con quanto risulta problematico per queste aziende eccellere su quel fattore. Per consentire tale paragone sono stati utilizzati i valori medi delle risposte.

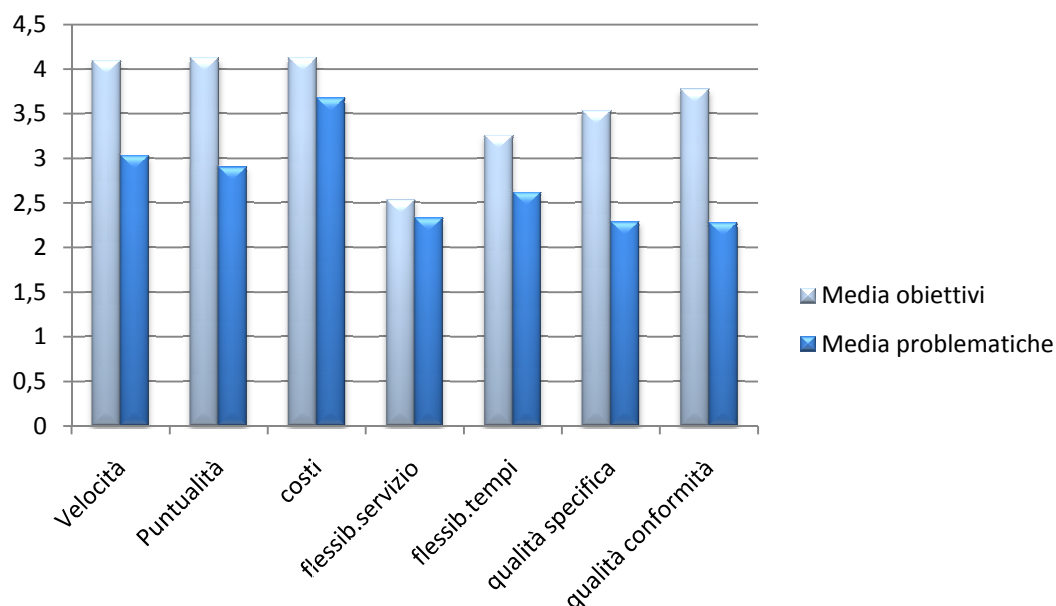


Grafico 46 Importanza media di obiettivi e problematiche corporate (Utilities)

Analizzando i valori medi delle risposte emerge che il mercato ritiene maggiormente critici la velocità di risposta, la puntualità di risposta, la qualità di conformità e i costi. I costi risultano essere i più importanti agli occhi degli utenti ed anche i più problematici da contenere; il miglioramento degli altri tre fattori non comporta invece difficoltà. Rispetto agli obiettivi che queste aziende si prefiggono, la vera competitività sembra quindi essere sui costi.

4.2.1.3. Problematiche operative nei processi trasversali

Spesso in una realtà aziendale l'insieme delle attività che compongono un processo non sono confinate all'interno di una singola *business unit*. Solitamente i processi sono trasversali a più uffici o necessitano di competenze diverse, eventualmente esternalizzate a soggetti terzi, e in cui vi è autonoma programmazione e organizzazione delle attività. Alla domanda "Esistono nella vostra realtà aziendale alcuni processi trasversali a più uffici o che necessitano di competenze diverse, eventualmente anche esternalizzate a soggetti terzi, e nei quali sono questi uffici/soggetti terzi ad organizzarsi il lavoro, a gestirsi e pianificarsi (entro certi limiti) le attività da svolgere?",

- alcuni hanno risposto che esiste una trasversalità di fondo in quasi tutti i processi della propria azienda;
- in due casi invece non è presente alcuna trasversalità, ma tutto è svolto settorialmente, ad eccezione dei "fuori procedura" (es: rateizzazione/recupero crediti; alcuni casi richiedono l'autorizzazione del capo) e delle attività di supporto (es: processo di

approvvigionamento/ acquisti, che coinvolge sia i reparti che l'ufficio centrale; pagamenti/fatturazione; gestione delle morosità; servizi ICT; amministrazione; attività di pianificazione; gestione dei contratti), i quali sono trasversali.

- Altri hanno indicato degli esempi. Se ne riportano alcuni.
 - Reclutamento del personale per svolgere le ricerche a progetto.
 - Progettazione.
 - Tutti i processi di gestione cliente (es: richiesta di passaggio ad un'altra società da parte del cliente; gestione reclami; variazione delle condizioni contrattuali del cliente per la modifica dei servizi).
 - Gestione dei servizi ambientali.
 - Processo di evasione degli ordini di servizio, come ad esempio l'allacciamento alla rete/ connessione o la messa a ruolo di nuove utenze per la fognatura.
 - Rilascio delle autorizzazioni.
 - Attività di manutenzione.
 - Attività di informatizzazione.
 - Attività di smaltimento dei fanghi per la depurazione delle acque.
 - Gestione delle attività di comunicazione.
 - Gestione delle gare d'appalto (per fare investimenti).
 - Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione.

Tali processi ricoprono, nella maggior parte dei casi, un'importanza alta o fondamentale sul *business* e sulla profittabilità aziendale²⁹.

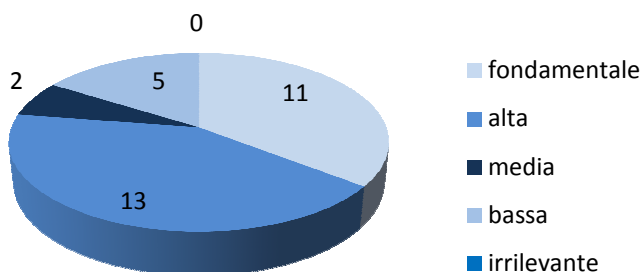


Grafico 47 Importanza ricoperta dai processi trasversali (*Utilities*)

²⁹ È stato chiesto agli intervistati di indicare una media delle importanze dei singoli processi.

I principali **problemi operativi** riscontrati nella gestione di questi processi sono di seguito riportati.

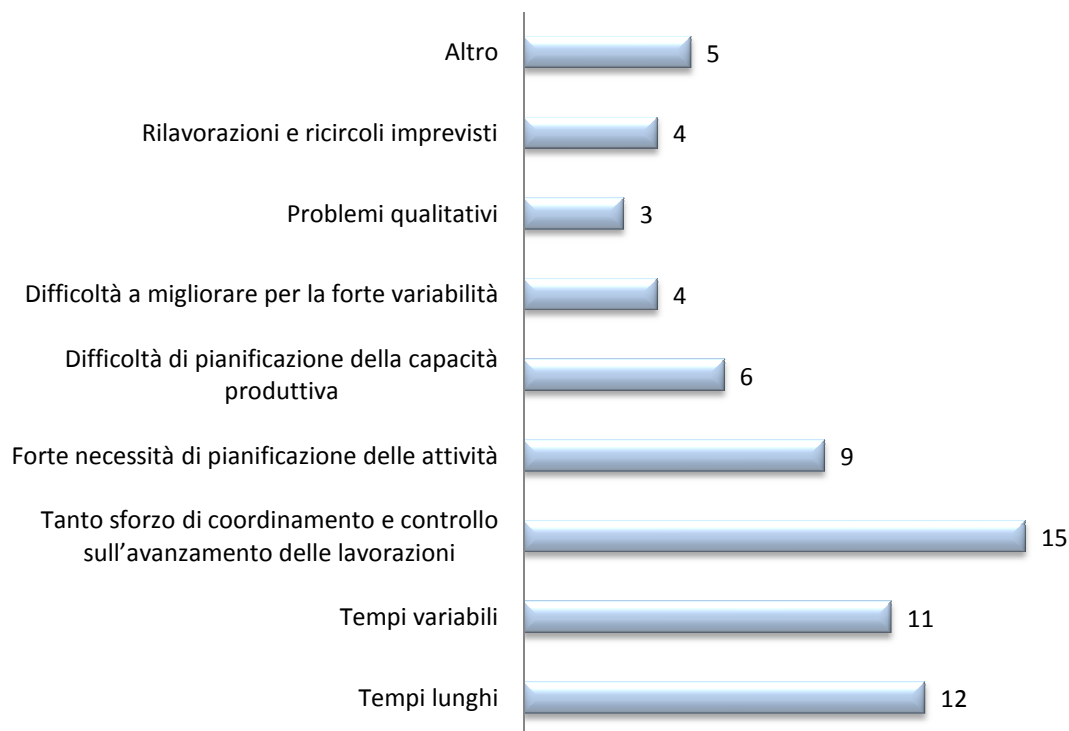


Grafico 48 Problemi operativi nei processi trasversali (*Utilities*)

Tali processi richiedono, nella maggior parte dei casi, tanto sforzo di coordinamento e controllo sull'avanzamento delle lavorazioni, causano tempi lunghi e variabili e talvolta necessitano di una forte pianificazione delle attività.

4.2.1.4. Azioni di miglioramento

In questa sezione si indicano le principali azioni di miglioramento che questa tipologia di imprese sta mettendo in atto.

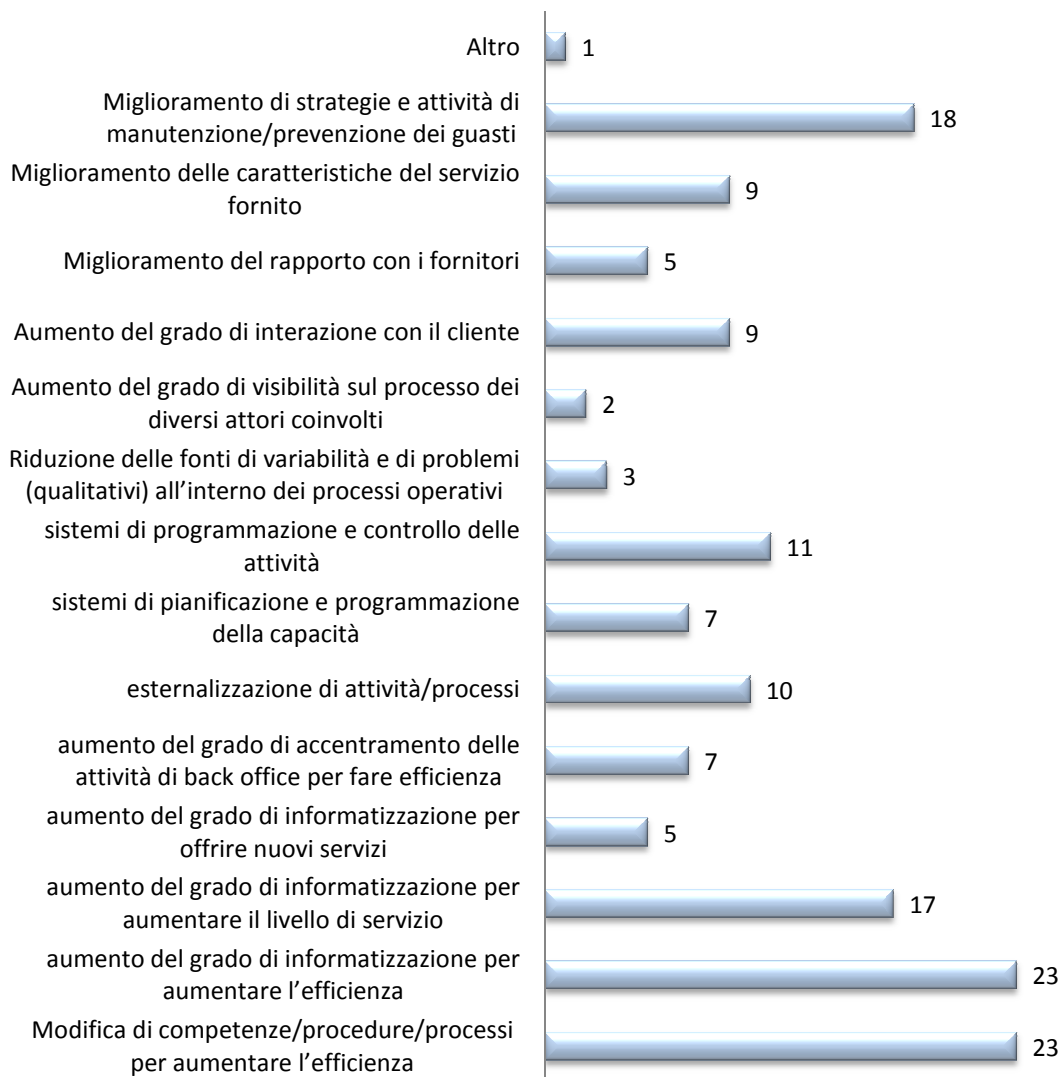


Grafico 49 Azioni di miglioramento (*Utilities*)

Le azioni di miglioramento implementate più frequentemente dalle aziende intervistate sono:

- la modifica di competenze, procedure o come si svolgono i processi per aumentare l'efficienza (23 aziende su 30). Si possono occupare di quest'attività diverse funzioni: la principale è la qualità (in otto casi), che solitamente collabora con organizzazione, risorse umane e aree/funzioni interessate. Spesso se ne curano direttamente le aree o le funzioni coinvolte nel cambiamento, senza il supporto della qualità (in sei casi). Specialmente la

modifica delle competenze è appannaggio delle risorse umane, la quale collabora con le aree interessate e con l'organizzazione. In un caso quest'attività è svolta dal controllo di gestione; in un altro dalla direzione generale;

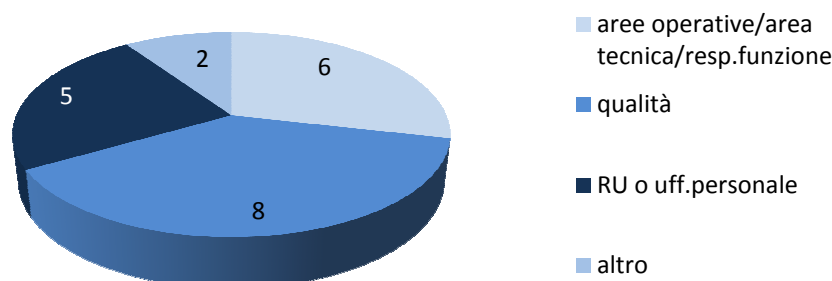


Grafico 50 Funzioni preposte alla modifica di competenze e procedure per aumentare l'efficienza (*Utilities*)

- l'aumento del grado di informatizzazione per aumentare l'efficienza (23 aziende su 30). Di quest'attività si cura principalmente l'area informatica (in quindici casi), denominata "sistemi informativi", "servizi informatici", EDP o ICT, in collaborazione con le aree interessate; più raramente è svolta direttamente dalle aree/funzioni coinvolte (in tre casi); in altri casi questa attività viene esternalizzata. È da sottolineare come la qualità ne sia responsabile solo in un caso, insieme all'area informatica e alle funzioni interessate dal miglioramento;

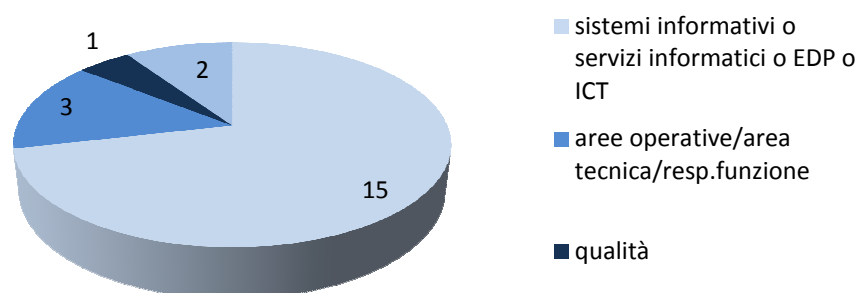


Grafico 51 Funzioni preposte all'aumento dell'informatizzazione per aumentare l'efficienza (*Utilities*)

- l'aumento del grado di informatizzazione per aumentare il livello di servizio (17 aziende su 30). Di quest'attività si occupa principalmente l'area informatica, singolarmente o congiuntamente alle aree coinvolte (in nove casi); a volte invece sono le funzioni/aree operative interessate al cambiamento ad occuparsene direttamente (in tre casi); esistono

situazioni in cui quest'attività viene esternalizzata. È da segnalare che in una sola azienda se ne cura la funzione qualità, collaborando con l'area informatica e le aree coinvolte nel miglioramento. Solo in una delle intervistate quest'attività è appannaggio della pianificazione e controllo;

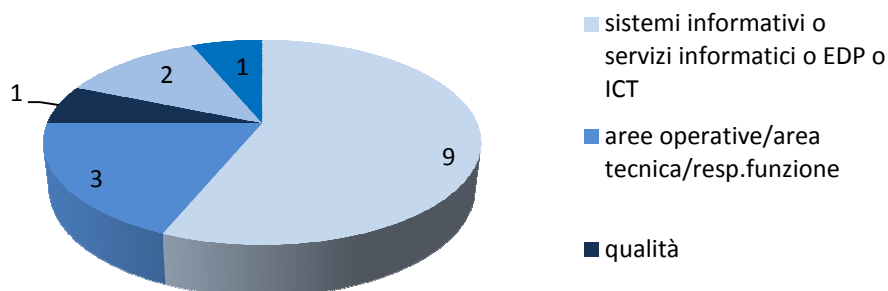


Grafico 52 Funzioni preposte all'aumento dell'informatizzazione per aumentare il livello di servizio (*Utilities*)

- il miglioramento delle strategie e delle attività di manutenzione o prevenzione di guasti ed inconvenienti (18 aziende su 30). Se ne occupano solitamente le aree o le funzioni interessate (in tredici casi). La qualità, in collaborazione con le aree di interesse, ne è responsabile in due casi. Solo in un caso esiste un'area manutenzione che ne è responsabile.

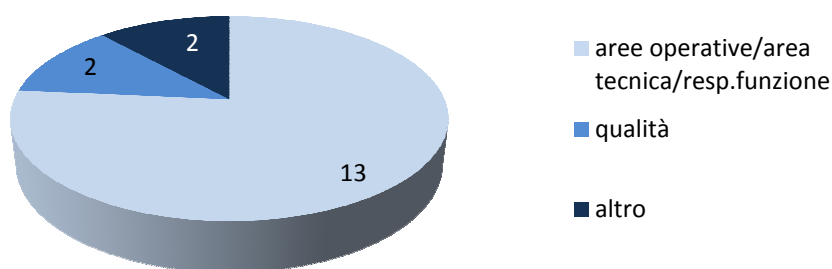


Grafico 53 Funzioni preposte al miglioramento delle strategie di manutenzione (*Utilities*)

È da evidenziare come le due attività di miglioramento messe maggiormente in atto da queste aziende (punti 1 e 2) sono volte al raggiungimento dell'efficienza; questo conferma l'importanza che ricopre il fattore "costi", su cui, come segnalato nelle sezioni precedenti, si gioca la competitività.

Aggregando le attività di miglioramento, tramite somma pesata³⁰, secondo le dimensioni

- investimenti tecnologici (II,III,IV),
- gestionale (I,V,VI,VII,VIII,IX,X,XIV),
- sviluppo del servizio (XI,XII,XIII),

emerge come le aziende operanti nel settore delle *Utilities* ricorrano principalmente ad azioni gestionali per apportare miglioramenti al loro interno. La seconda leva maggiormente utilizzata è quella tecnologica. Questo risultato è interessante: l'attività di miglioramento non si basa quindi unicamente su informatizzazione e automazione, ma si affida prima di tutto a modifiche di tipo organizzativo/gestionale.

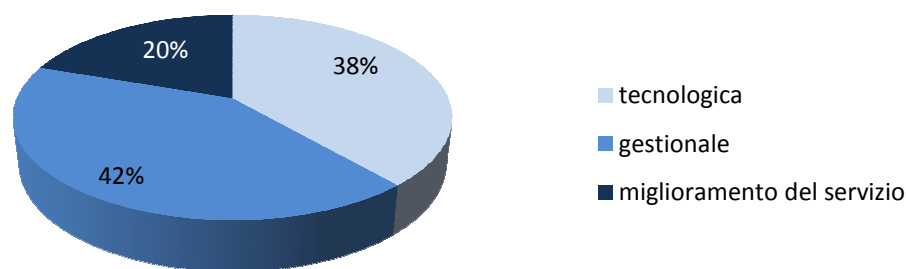


Grafico 54 Aggregazione delle attività di miglioramento (*Utilities*)

4.2.1.5. Chi si occupa di gestire le *operations*

Importante è individuare chi all'interno delle aziende si occupa di gestire le *operations*. Solitamente la funzione responsabile di gestire le *operations* si cura di definire le procedure e gli standard, di *customer satisfaction* e di gestire e migliorare i processi. Si cerca quindi di capire chi si occupa, nelle imprese del settore *Utilities*, di queste attività.

La **definizione di procedure e standard** è di solito a carico dell'ufficio qualità, che può lavorare autonomamente (9 su 30) o congiuntamente ai responsabili delle funzioni interessate (10 su 30); in alcuni casi essa collabora anche con l'unità organizzazione, la pianificazione o la direzione (3 su 30). Si tratta di un'attività generalmente svolta a livelli alti: l'ufficio qualità è infatti spesso in staff alla direzione e, quando non se ne occupa direttamente, è l'unità "organizzazione" che ne è

³⁰ È stata fatta una combinazione lineare, opportunamente pesata, delle risposte appartenenti a ciascuna classe, per tenere conto della differente ripartizione tra le classi stesse. I risultati sono poi stati normalizzati a uno.

responsabile (3 su 30). Più raramente è a carico delle singole direzioni o funzioni (5 su 30). In un caso se ne occupa il direttore generale insieme ai dirigenti dei settori.

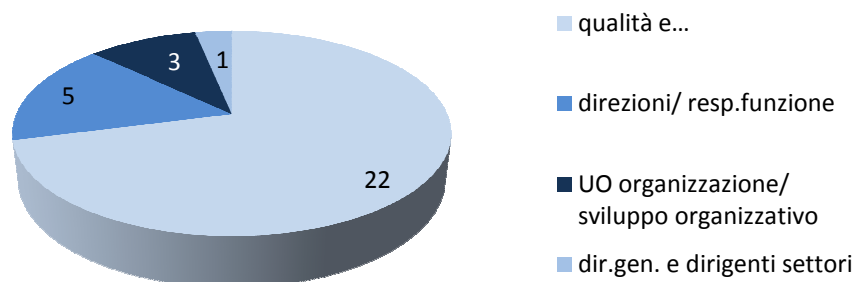


Grafico 55 Funzioni preposte alla definizione di procedure e standard (Utilities)

Solitamente svolgono le attività di **customer satisfaction** la funzione qualità, singolarmente (5 su 30) o congiuntamente con pianificazione, direzione, comunicazione, ufficio gestione clienti o società esterne (5 su 30); oppure l'Ufficio Relazioni col Pubblico o l'ufficio comunicazione (8 su 30); in quattro casi se ne cura la funzione commerciale. Esistono realtà in cui quest'attività è completamente a carico di società esterne o appartenenti al gruppo (3 su 30); solo un'azienda si affida unicamente all'*authority*. Più raramente la soddisfazione del cliente è appannaggio dell'unità organizzazione, della direzione amministrativa, della direzione generale o dell'area staff della presidenza. In un caso ci si occupa di soddisfazione del cliente all'interno dei diversi settori operativi.

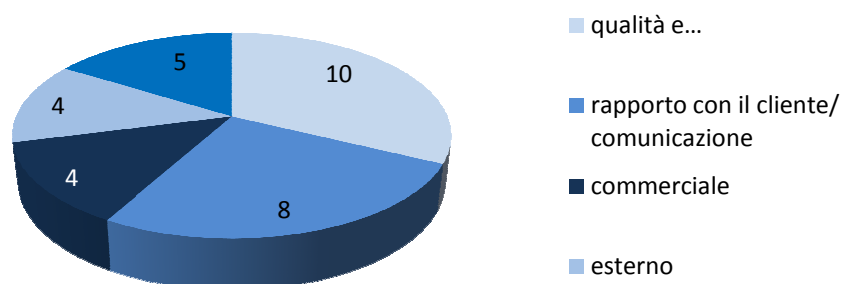


Grafico 56 Funzioni preposte alla customer satisfaction (Utilities)

Le funzione che si occupa di solito di **gestire e migliorare i processi** è la qualità, da sola (6 su 30) o in collaborazione con il responsabile di funzione o di settore (7 su 30); in alcuni casi essa coopera con l'ufficio pianificazione o con il personale. In alternativa questa attività è affidata all'unità

organizzazione (3 su 30). In diverse aziende il miglioramento dei processi è però svolto dalle singole direzioni operative e responsabili di funzione (9 su 30). Più raramente se ne occupano il controllo di gestione, l'*audit* interno, l'ufficio amministrazione e sistemi informativi o il direttore generale.

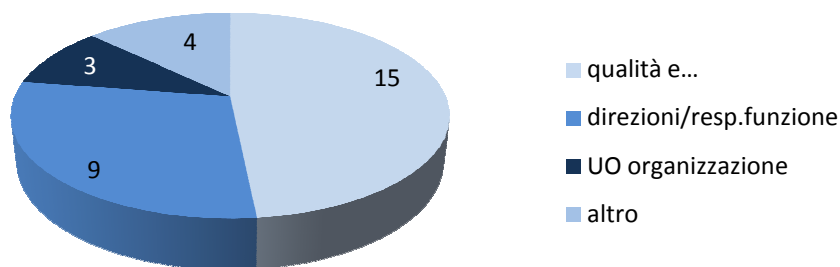


Grafico 57 Funzioni preposte al miglioramento dei processi (*Utilities*)

Focalizzandosi invece su ogni singola realtà aziendale, si osserva come sia raro trovare una stessa funzione che si occupa di tutte queste attività insieme. Solamente in sette casi la funzione qualità ne è responsabile in tutti e tre i casi, quasi sempre unitamente ai settori operativi. Non esiste quindi un'unica figura a cui fare riferimento per gestire le *operations*. È da segnalare inoltre come in sette casi chi è responsabile di definire procedure e standard lo è anche per gestire e migliorare i processi: anche in queste situazioni si tratta dei settori operativi, singolarmente o insieme alla funzione qualità. La gestione della soddisfazione del cliente è invece spesso appannaggio degli uffici che si occupano di relazioni con il pubblico o di comunicazione, e non dei settori operativi.

4.2.1.6. L'area qualità

Ci si preoccupa ora di capire quali siano le principali **funzioni** svolte dall'area qualità.

Attività	N. risposte
Miglioramento di processi, procedure e qualità (tecnica, percepita e organizzativa)	22
Certificazioni (ISO, Uni, En) e accreditamento	20
<i>Audit</i>	10
Gestione delle non conformità	6
<i>Customer satisfaction</i> e gestione reclami	6
Formazione e diffusione della cultura della qualità	4
Supporto alle altre funzioni/alla direzione	4

Tabella 8 Funzioni svolte dall'area qualità (*Utilities*)

La funzione qualità di molte di queste aziende si occupa di migliorare i processi, le procedure, il servizio e cura tutte le forme di qualità: tecnica, percepita e organizzativa. È inoltre spesso responsabile delle certificazioni. La qualità di dieci delle imprese intervistate si occupa anche di *audit*.

140

Si indica ora **a chi risponde** l'area qualità. Tipicamente l'area qualità risponde alla direzione generale, al presidente o all'amministratore delegato (22 su 30). Più raramente riporta alla direzione organizzazione o alla direzione risorse (4 su 30). In un caso essa riferisce alla direzione amministrativa e sistemi, in un altro alla direzione servizi *corporate*. È da segnalare che in due aziende non è presente l'"area qualità".

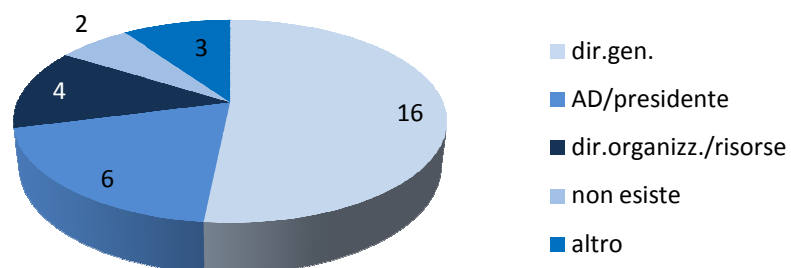


Grafico 58 A chi risponde l'area qualità (*Utilities*)

4.2.2. Il *Lean* nelle *Utilities*

In questa sezione ci si occupa di sondare il livello di diffusione dell'approccio *Lean*, sia in termini di conoscenza che di implementazione. Si indaga poi sulle motivazioni che spingono le imprese appartenenti al settore delle *Utilities* ad introdurre questa filosofia. Infine si indicano le tecniche maggiormente utilizzate da questa tipologia di aziende.

4.2.2.1. Diffusione dell'approccio

Dall'indagine condotta emerge che undici delle aziende intervistate non conoscono e non hanno mai sentito parlare dell'approccio *Lean*, cinque lo implementano, mentre le restanti lo conoscono ma non lo hanno introdotto. Il messaggio che se ne trae è che il *Lean* è una filosofia abbastanza conosciuta ma poco implementata. È quindi necessario facilitarne la conoscenza e la diffusione, visti i buoni risultati di cui si riporta e si sente parlare. Alcune imprese giudicano l'approccio *Lean* poco applicabile alla propria realtà a causa delle piccole dimensioni (per le imprese al di sotto dei 200 dipendenti). In un caso la scelta di non affidarsi a questa filosofia è stata giustificata dalla mancanza di un clima favorevole a questo tipo di cambiamento e dalla scarsa applicazione che il *Lean* ha avuto in ambito "servizi".

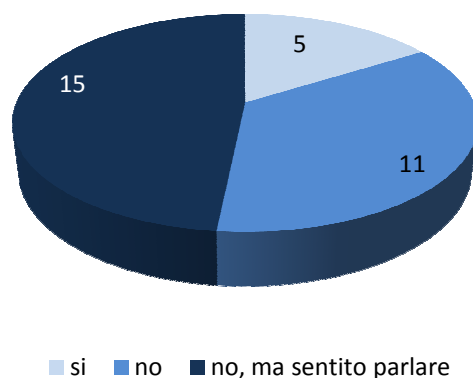


Grafico 59 Diffusione dell'approccio *Lean* (*Utilities*)

4.2.2.2. Motivazioni per implementare il *Lean*

Concentrandosi ora sulle aziende che hanno deciso di introdurre l'approccio *Lean* è possibile vedere quali sono le motivazioni che le hanno spinte ad adottarlo e su quali tecniche hanno fatto affidamento.

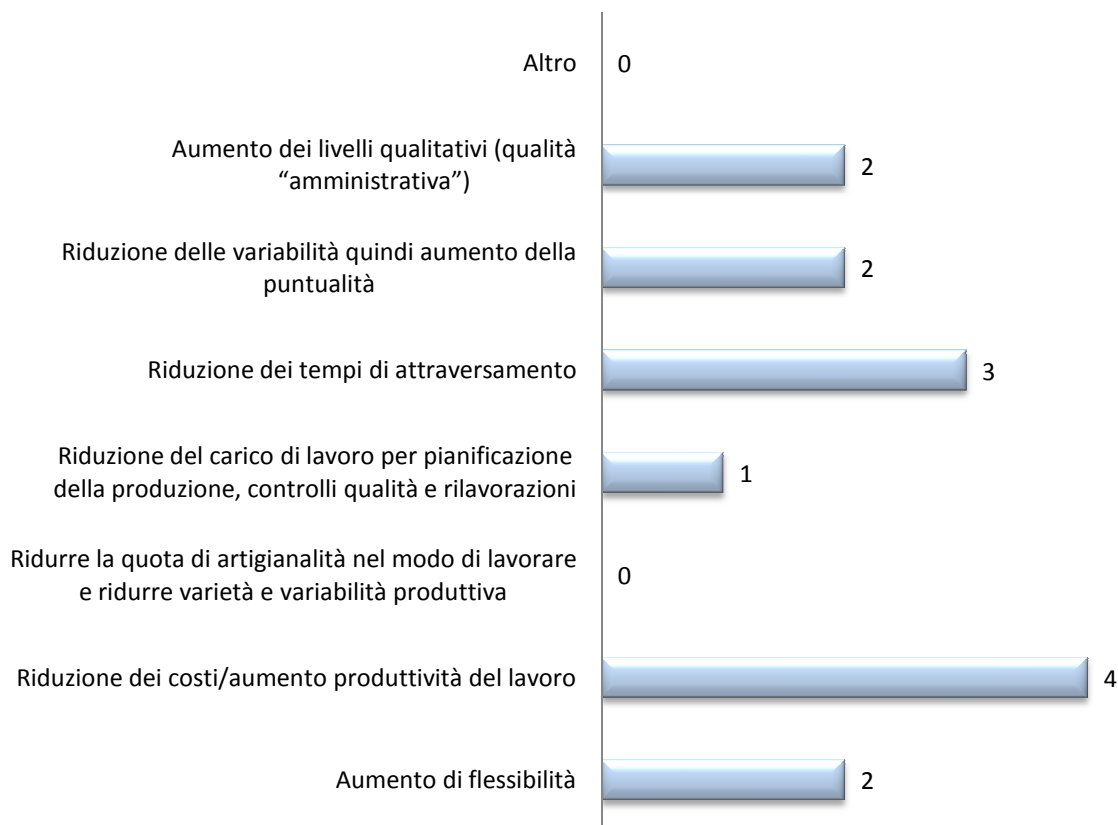


Grafico 60 Motivi per implementare il *Lean* (Utilities)

Le principali motivazioni che hanno spinto queste imprese a ricorrere all'approccio *Lean* sono la riduzione dei costi, dei tempi di attraversamento, della variabilità, l'aumento della flessibilità e della qualità. Il fattore più forte risulta essere quello dei costi, che è anche quello più importante per il mercato.

4.2.2.3. Tecniche *Lean* più utilizzate

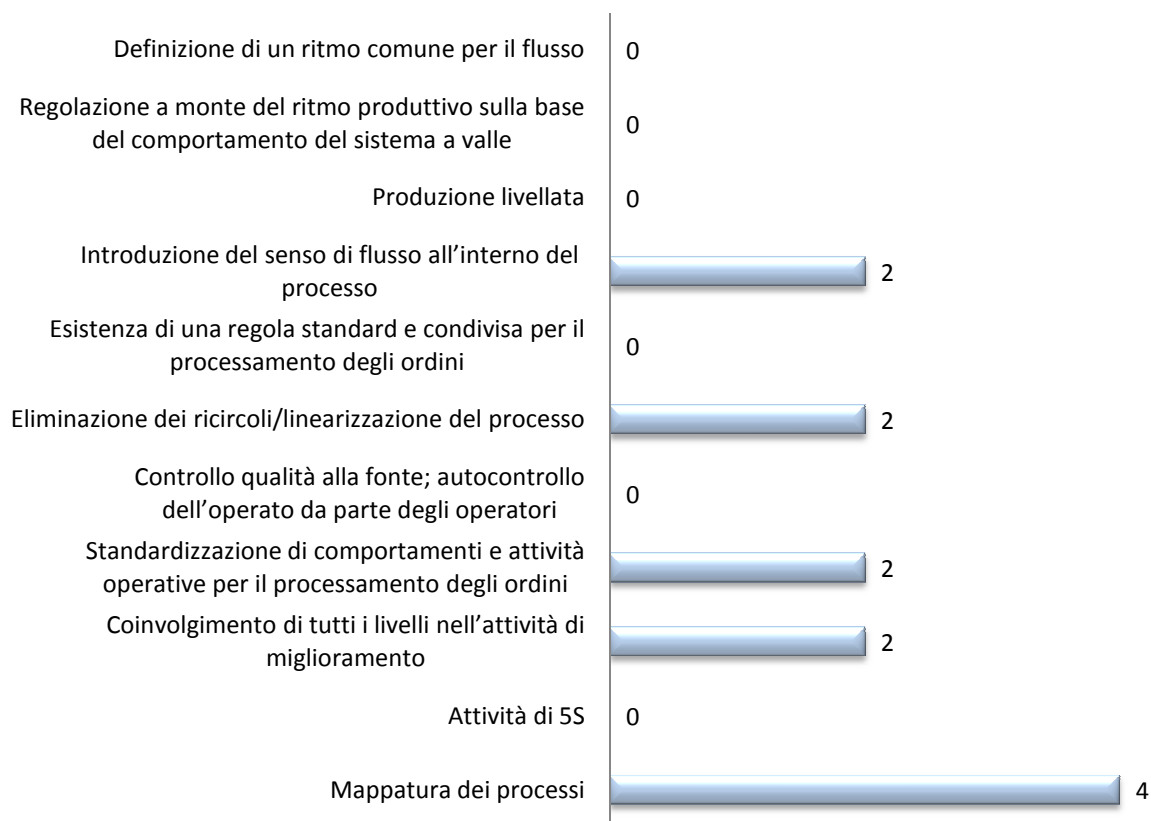


Grafico 61 Tecniche *Lean* implementate (*Utilities*)

Dal grafico emerge che le tecniche implementate in questo settore sono:

- la mappatura dei processi (primo tra tutti);
- il coinvolgimento di tutti i livelli nell'attività di miglioramento;
- la standardizzazione dei comportamenti e delle attività operative per il processamento degli ordini;
- l'eliminazione dei ricircoli e la linearizzazione del processo;
- l'introduzione del senso di flusso all'interno del processo.

Dalla *survey* condotta emerge come la filosofia *Lean* possa essere introdotta con successo nelle aziende appartenenti al settore delle *Utilities*. Focalizzandosi su quelle che hanno implementato l'approccio *Lean*, e che tutt'ora lo implementano, è stato possibile comprendere che i principali problemi che spingono tali imprese a ricorrere a questa filosofia sono sia la riduzione dei costi e delle tempistiche interne ai processi, sia l'aumento della flessibilità. L'applicazione del *Lean* può quindi aiutare a raggiungere gli obiettivi *corporate* prioritari di queste aziende, tempi e costi. Può

inoltre contribuire a ridurre alcune delle problematiche operative più comuni nella gestione dei processi, che sono sempre legate alle tempistiche lunghe e variabili. È in grado infine di sostenere le attività di miglioramento attualmente in atto in queste imprese, che sono legate al raggiungimento di un'efficienza elevata.

È stato inoltre possibile capire quali sono gli approcci più comunemente utilizzati e che possono quindi risultare maggiormente efficaci in questo contesto. Il messaggio che se ne trae è che l'implementazione del *Lean* nelle *Utilities* è quasi nulla, e quello che è stato fatto appartiene soprattutto alle fasi iniziali; si fa inoltre affidamento solamente sulle tecniche più semplici.

Si osserva infine come, tra le quattro aziende che hanno implementato l'approccio *Lean*, ce ne siano sia pubbliche che private. Questo esito lascia presupporre che tale filosofia possa essere applicata anche in un contesto pubblico e non solo nelle aziende private. Inoltre si evidenzia che una di queste possiede un numero di dipendenti inferiori a 100. È quindi possibile introdurre con successo il *Lean* anche all'interno di realtà più piccole.

5. Il miglioramento delle prestazioni nel processo di erogazione di un servizio

Dalla survey condotta nella sezione precedente emerge come i principali problemi, che interessano le aziende di servizio appartenenti al settore della Sanità e a quello delle Utilities, siano rappresentati dai costi e dai tempi. È emerso come la criticità di questi fattori sia cresciuta negli anni, così come la competizione tra tutte le tipologie di servizio; per questo motivo risulta sempre più importante trovare dei metodi per ridurli e migliorare così le performance delle imprese.

Sarà quindi oggetto di questa sezione valutare in che modo le diverse regole gestionali possono impattare sul sistema di erogazione di un servizio e in che modo questi approcci possono migliorarne le performance in termini di produttività. Per fare ciò è necessario rispondere ai quesiti che sono stati posti nella terza domanda di ricerca.

Domanda di ricerca 3

Quali sono le caratteristiche rilevanti di un processo tipico delle imprese di servizio? È possibile fare affidamento sulla tecnica del bilanciamento dei flussi ispirata all'approccio Lean per migliorare la produttività dei service process? In che modo questa tecnica deve essere riadattata a questo nuovo contesto? I risultati ottenuti sono significativi e permettono un buon miglioramento delle performance aziendali? È possibile migliorare le performance anche quando si riscontra forte variabilità tra tempi pianificati e tempi effettivi, caratteristica tipica di queste aziende? Nel caso in cui si ha forte scarsità informativa come variano le performance?

La sezione è organizzata come segue.

Per prima cosa ci si preoccupa di studiare la struttura dei processi che caratterizzano le aziende di servizio. Si analizzano le fasi che compongono un processo tipico di queste aziende e le si modella (paragrafo uno). Si studia come vengono gestite le operations e soprattutto la pianificazione delle attività.

Una volta determinata la struttura dei processi e note le problematiche su cui è necessario focalizzarsi, vengono proposte delle soluzioni mirate all'aumento della produttività dell'intero sistema (paragrafo due). Queste soluzioni, descritte dettagliatamente in seguito, sono tutte ispirate alle tecniche Lean, perseguono un'ottica di flusso e mirano a ridurre e a rendere più gestibile il carico presente nel sistema. Alcune di queste sono in parte già presenti nella letteratura relativa al settore manifatturiero e vengono qui riadattate al settore dei servizi. La struttura dei service process è infatti molto simile ai processi manifatturieri e, a meno di alcuni accorgimenti, possono essere trattati allo stesso modo. È quindi possibile applicare le stesse tecniche gestionali per apportare miglioramenti.

L'incremento di performance che è possibile ottenere verrà mostrato attraverso lo strumento della simulazione. Sarà quindi preoccupazione del terzo e del quarto paragrafo mostrare in che modo la simulazione è stata progettata e le caratteristiche dei modelli utilizzati.

Il quinto paragrafo è infine dedicato all'analisi dei risultati ottenuti dalla simulazione stessa.

Gli obiettivi che si vuole raggiungere in questa parte sono principalmente due: mostrare che è possibile ottenere miglioramenti delle prestazioni dei processi di un'azienda di servizio attraverso le tecniche Lean, tenendo conto delle caratteristiche tipiche di queste aziende (scarsità informativa e variabilità tra tempi a preventivo e quelli a consuntivo) e confrontare regole gestionali differenti per individuare quella che è più adatta ai service process.

5.1.I *service process*

In questo paragrafo vengono presentati alcuni esempi di processi di erogazione di servizi. Tali processi, individuati all'interno del settore delle Utilities, sono stati analizzati e confrontati, al fine di definire le caratteristiche in comune.

Per effettuare questa prima fase sono state intervistate le stesse aziende precedentemente contattate per lo svolgimento della *survey*.

L'obiettivo è quello di utilizzare dei processi che siano *core* per aziende di questa tipologia. All'interno del questionario era stato richiesto di indicare quali processi presenti in azienda presentassero carattere di complessità gestionale e trasversalità. Un processo è definito trasversale quando le attività che lo compongono non sono vincolate ad una singola *Business Unit* ma interessano più uffici che a loro volta presentano una certa autonomia nella programmazione delle attività; alcune di queste attività possono anche essere esternalizzate. Tra gli esempi di processo riportati dalle aziende sono stati scelti quelli più rappresentativi del *business* di queste imprese (sono stati tralasciati tutti quei processi che era possibile trovare anche in un'azienda manifatturiera o in una qualsiasi altra impresa, come ad esempio gli acquisti). Le aziende selezionate sono state quindi ricontattate e sono state richieste loro informazioni più precise riguardanti:

- la modalità di svolgimento del processo e descrizione degli stadi interessati,
- le risorse impiegate per il processamento della singola pratica,
- le modalità di programmazione delle attività ai diversi stadi,
- la presenza di sistemi di incentivo e misurazione delle performance relative al processo.

I processi che sono stati scelti sono:

- **Richiesta di allacciamento alla rete idrica.**
- **Manutenzione delle reti idriche e ricerca di perdite.**
- **Richiesta di autorizzazione per gli scarichi industriali.**

Si tratta di tre processi appartenenti ad aziende operanti nel settore della distribuzione delle acque potabili su tutto il territorio nazionale.

Di seguito si riportano le descrizioni nel dettaglio.

5.1.1. Richiesta di allacciamento alla rete idrica

5.1.1.1. Descrizione del processo

La richiesta di allacciamento alla rete idrica coinvolge la maggior parte delle aree aziendali. Il processo ha inizio nel momento in cui il cliente effettua la richiesta di allacciamento alla rete idrica, presentandosi allo sportello clienti o contattando gli addetti al servizio di *call centre*. Per far avanzare nel sistema la richiesta è necessario che il cliente effettui il pagamento di una tariffa per il sopraluogo che uno degli operatori tecnici dovrà effettuare prima di stendere il preventivo. Il costo sarà poi scalato dalla prima bolletta, una volta che il cliente diventerà attivo. Non appena viene effettuato il pagamento lo sportello clienti provvede ad inoltrare la richiesta all'area tecnica aziendale. Quest'ultima si occupa di svolgere le valutazioni, il sopraluogo e di stendere il preventivo sulla base delle lavorazioni necessarie per allacciare lo specifico utente alla rete del servizio idrico. Dopo aver concluso le valutazioni e il sopraluogo si procede alla stesura del preventivo e che viene sottoposto all'attenzione del cliente. Quest'ultimo ha l'opportunità di decidere se accettarlo o meno; se non lo accetta esce dal sistema. Se il cliente decide invece di accettare il preventivo, deve procedere al pagamento dello stesso. L'area amministrativa aziendale provvede quindi a verificare l'avvenuto pagamento. Essa infatti riceve i bollettini postali di tutti i pagamenti che vengono effettuati dai clienti e, sulla base della data di pagamento, inserisce le richieste a sistema, inviandole poi all'area tecnica, che a questo punto può procedere all'esecuzione dei lavori. I lavori necessari per l'allacciamento alla rete idrica possono essere di diversa tipologia ed entità: si va dall'installazione del semplice contatore alla necessità di effettuare gli scavi per il passaggio della rete. Una volta completati i lavori il tecnico comunica l'avvenuto allacciamento all'ufficio che gestisce i contatti con la clientela, il quale provvede a contattare il cliente per programmare congiuntamente la data di attivazione effettiva e quindi il momento in cui rendere il cliente un utente attivo. È necessario accordarsi con il cliente sulla data di attivazione, in quanto da quel momento il cliente viene inserito nel processo di fatturazione. Si cerca quindi di assecondare le sue richieste e attivarlo quindi nella data concordata; è possibile infatti che un cliente richieda l'allacciamento per un appartamento che utilizzerà solo per il periodo di vacanza e quindi non ha urgenza di attivazione.

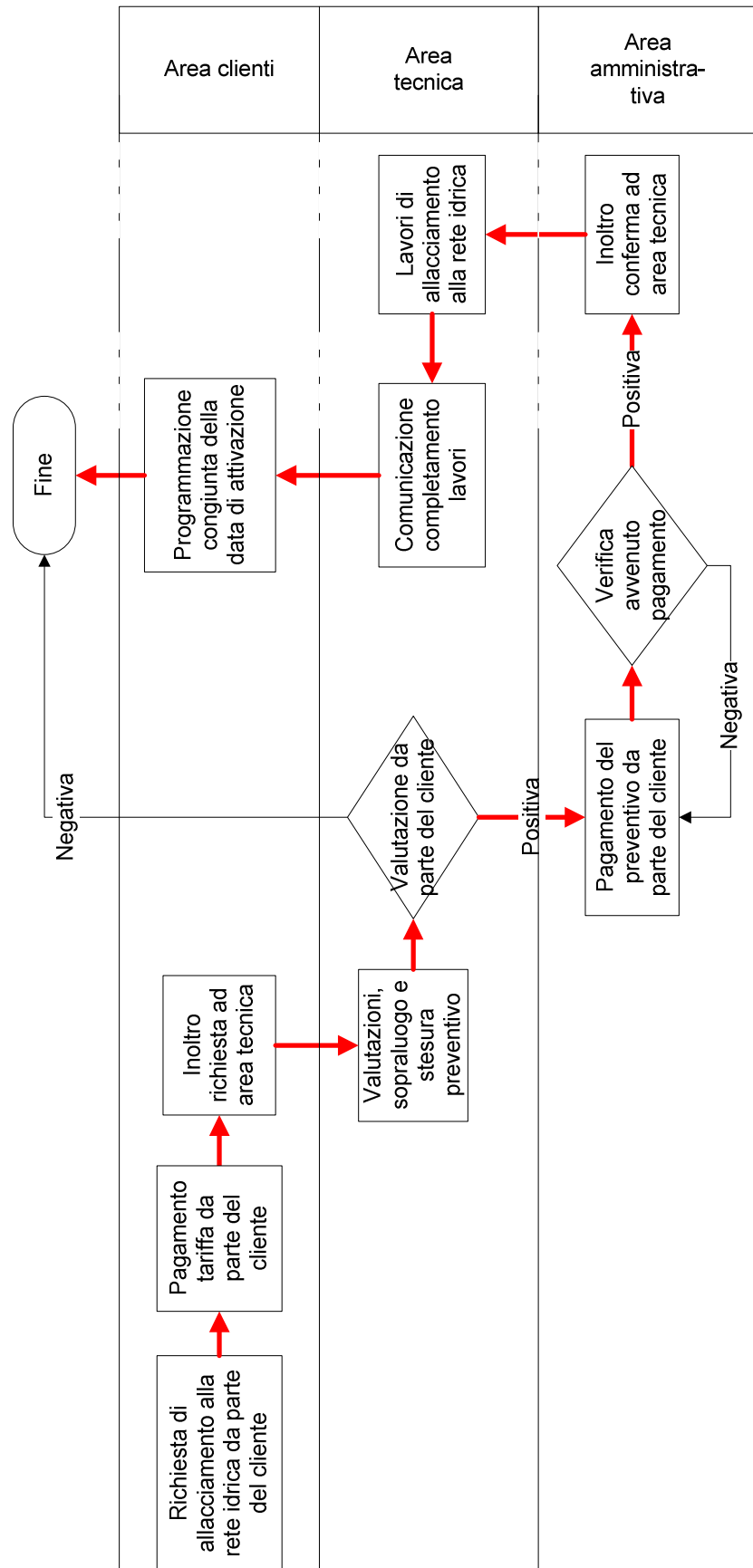


Figura 2 Fasi del processo di allacciamento alla rete idrica

5.1.1.2. Risorse impiegate agli stadi

Vengono indicate il numero di risorse impiegate nel processo.

Ufficio clienti: al suo interno sono presenti cinque risorse che operano al servizio *call centre* e allo sportello clienti; una sola persona si occupa della singola pratica.

Amministrazione e area tecnica: nel complesso è composta da quaranta persone; una sola persona si occupa di smistare le pratiche a livello amministrativo e un tecnico effettua sopralluogo, preventivo e allacciamento.

5.1.1.3. Modalità di programmazione e di gestione delle richieste

In questo processo le richieste non sono gestite sulla base delle priorità, ma vengono inserite nel sistema al loro arrivo. Tuttavia, nel caso vi fosse una pratica di una certa entità o fosse lo stesso cliente a richiederne l'urgenza, l'azienda cerca, per quanto le è possibile, di assecondare le esigenze del cliente. In ogni caso la stragrande maggioranza delle richieste viene inserita a sistema non appena viene formulata. Non si registrano dei picchi o delle valli di domanda, al contrario, le richieste risultano giungere con una frequenza continua.

150

In tutti gli stadi che caratterizzano il processo si segue la logica **FIFO** per la gestione delle richieste: si evade la pratica che per prima è stata immessa nel sistema.

Si definiscono ora le modalità di programmazione per ogni area.

Area tecnica: i tecnici sono organizzati per aree geografiche; ad ogni tecnico sono assegnate le zone in cui opererà al momento dell'assunzione secondo quanto decide l'ufficio delle risorse umane. Il responsabile tecnico, non appena riceve le richieste nel sistema, schedula le richieste per zona agli operatori. I tecnici svolgono i sopralluoghi, redigono i preventivi e effettuano i lavori dell'allacciamento stesso seguendo la logica **FIFO**. Tuttavia se pervengono delle richieste in giorni differenti per allacciamenti in locazioni adiacenti, il tecnico stesso le aggrega.

Area amministrativa: opera in logica **FIFO**; non appena riceve i bollettini di pagamento del preventivo da parte del cliente, provvede ad inserire nel sistema la richiesta inviandola all'area tecnica. Le richieste sono infatti scandite in base alla data di pagamento del bollettino.

Ufficio clienti: tale ufficio opera diverse volte nel processo. Alcune risorse sono impegnate nel servizio *call centre* e allo sportello clienti. Essi danno inizio al processo inserendo a sistema le richieste in base all'arrivo e dopo aver ricevuto il pagamento della tariffa per il sopraluogo e, al termine del processo, non appena ricevono la comunicazione di avvenuto allacciamento da parte del tecnico provvedono a contattare il cliente per programmare la data di attivazione. Anche in questa fase si opera secondo la logica **FIFO**.

5.1.1.4. Strumenti d'incentivo e di monitoraggio delle prestazioni

In azienda sono presenti dei sistemi di monitoraggio delle prestazioni legate al processo. Si valutano i tempi di risposta del sistema, la percentuale di richieste soddisfatte, la puntualità e gli eventuali ritardi.

5.1.2. Manutenzione delle reti e ricerca delle perdite

5.1.2.1. Descrizione del processo

Il processo di manutenzione delle reti idriche e di ricerca delle perdite viene svolto metodicamente dalle squadre per garantire all'utenza una buona qualità del servizio di distribuzione di acqua potabile. Tale processo non viene attivato da una richiesta da parte dell'utente, ma si procede in base alla pianificazione annuale. Esistono infatti tre squadre, composte da tre operatori, specializzate nella ricerca delle perdite, ciascuna dotata della strumentazione adeguata. Il processo ha inizio nel momento in cui una squadra si reca nell'area in cui deve effettuare la verifica della rete sulla base della programmazione settimanale. La squadra effettua la verifica e il controllo della rete per individuare se vi sono delle perdite. Se sono presenti perdite, i tre operatori procedono con la valutazione del problema. Si cerca quindi di capire se è sufficiente una riparazione oppure se è necessaria la sostituzione del pezzo. Se basta la riparazione, la squadra, dotata della strumentazione adeguata, provvede alla risoluzione del problema. Se invece il pezzo deve essere cambiato allora gli operatori della squadra si rivolgono al magazzino aziendale. Il tecnico del magazzino cerca se il pezzo è disponibile nella giacenza; in caso affermativo lo fornisce alla squadra, altrimenti invia una richiesta all'ufficio approvvigionamenti. Un operatore dell'ufficio approvvigionamenti si preoccupa di effettuare l'ordine di acquisto del pezzo; una volta ricevuto il pezzo lo manda al magazzino che lo fornisce alla squadra. Quest'ultima può quindi procedere alla sostituzione e quindi all'eliminazione del guasto. Un altro processo che utilizza lo stesso

procedimento descritto è quello che si occupa di controllare il funzionamento e la sostituzione delle valvole e delle saracinesche.

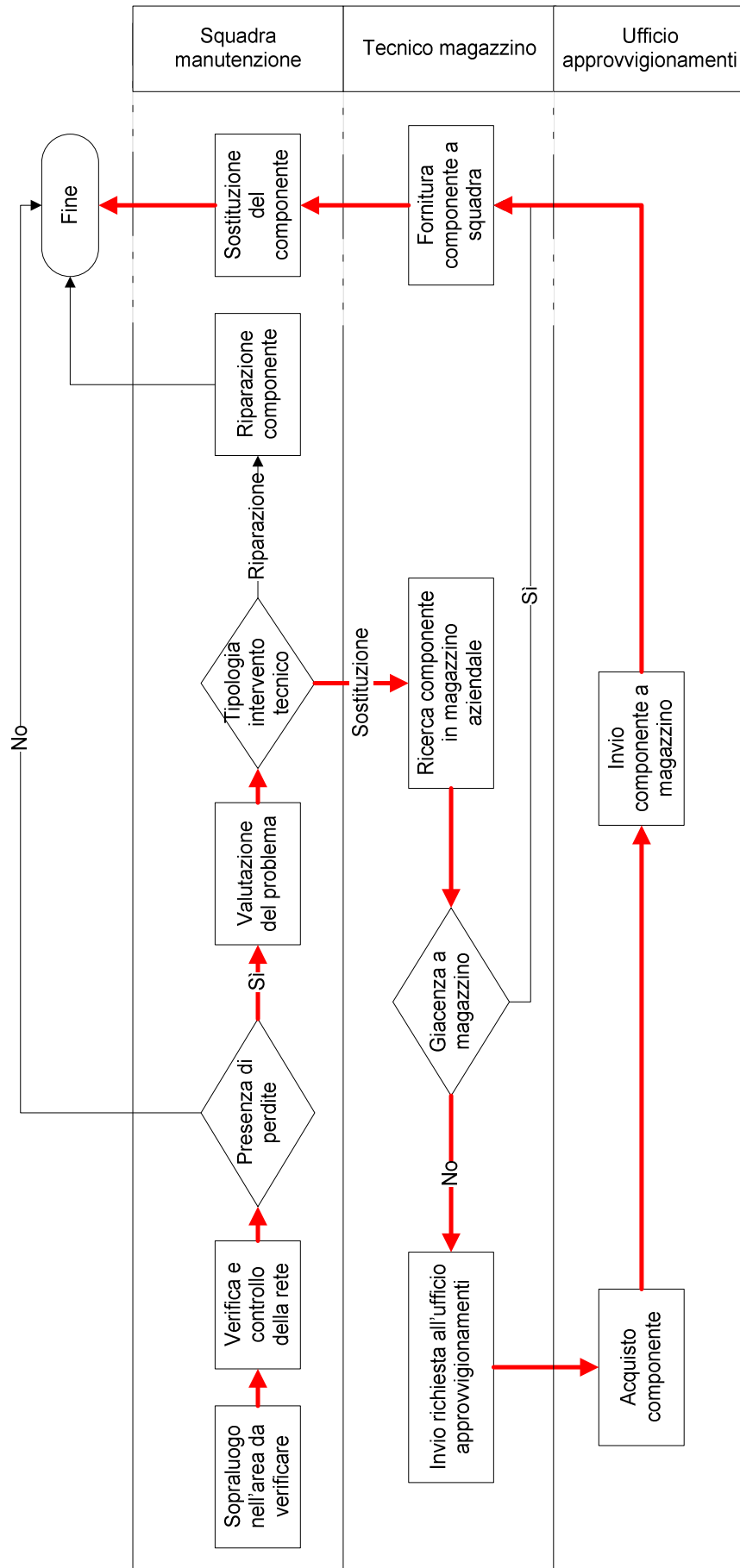


Figura 3 Fasi del processo di manutenzione delle reti e di ricerca delle perdite

5.1.2.2. Risorse impiegate agli stadi

Vengono indicate il numero di risorse impiegate nel processo.

Ricerca della perdita: si occupano di questa attività tre squadre, composte ognuna da tre operatori. Una squadra si occupa di una rilevazione.

Magazzino: vi sono diversi operatori ma la singola pratica viene seguita da un singolo operatore.

Ufficio approvvigionamenti : della singola richiesta se ne occupa solo un operatore.

5.1.2.3. Modalità di programmazione e di gestione delle richieste

Area tecnica: In questo processo le uscite per verificare lo stato di manutenzione della rete vengono stabilite sulla base di una pianificazione annuale. I responsabili tecnici di settore definiscono un **piano di controllo annuo** per verificare la bontà della rete. Nel piano identificano le zone del territorio controllato dall'azienda in cui dovranno essere monitorate le tubazioni e la rete idrica per raggiungere gli obiettivi definiti a livello strategico (ad esempio migliorare l'efficienza della rete del 10%). Le singole squadre operano invece attraverso una **programmazione settimanale** fatta dal responsabile tecnico. Settimanalmente quindi vengono assegnate alle singole squadre le aree da controllare, sulla base della programmazione annuale. Le zone assegnate a ciascuna squadra quindi non sono fisse ma variano settimanalmente a seconda dell'obiettivo che si vuole raggiungere con la pianificazione annuale.

Magazzino: nel magazzino si opera generalmente utilizzando una metodologia di gestione delle richieste di tipo **FIFO**, non appena giunge la richiesta si cerca di evaderla.

Ufficio approvvigionamenti: le richieste d'acquisto vengono gestite secondo la logica **FIFO**. Si cerca di evadere la prima richiesta che giunge.

5.1.2.4. Strumenti d'incentivo e di monitoraggio delle prestazioni

Nell'azienda intervistata non esistono ancora dei sistemi di incentivo e controllo delle *performance* per i diversi reparti; tuttavia è uno strumento reputato prezioso e sul quale si sta lavorando. Gli indicatori sono relativi alla percentuale di raggiungimento dell'obiettivo annuale che di volta in volta ci si propone di raggiungere.

5.1.3. Richiesta di autorizzazione per gli scarichi industriali

5.1.3.1. Descrizione del processo

Il processo di autorizzazione degli scarichi industriali coinvolge due enti, l'ATO³¹ e l'azienda stessa. Il processo ha inizio quando il cliente effettua la richiesta presso l'ATO. A questo punto l'ente territoriale si occupa di valutare se la richiesta di scarico possa essere assimilabile ad una di tipo domestico oppure se si tratta effettivamente di scarico industriale. Nel caso in cui si tratti di scarico industriale l'ATO invia la richiesta di un parere tecnico all'azienda; talvolta l'ATO si rivolge anche all'ARPA³², per avere maggiori informazioni sulle componenti chimiche del refluo. Una volta che l'ATO riceve le valutazioni tecniche, se queste danno parere positivo rilascia l'autorizzazione ed invia il documento sia al Comune che all'azienda, la quale procede con l'iscrizione dell'industria tra i clienti per attivare poi i successivi processi tra cui la fatturazione.

Ci si concentra ora sul descrivere più in dettaglio il processo di realizzazione del parere tecnico da parte dell'azienda. L'ATO invia la richiesta di parere tecnico all'ufficio ambiente che a sua volta attiva tre valutazioni. La prima si occupa di verificare dal punto di vista tecnico la dimensione del tubo, si effettua quindi il dimensionamento della condotta da cui dovrebbe passare il refluo. La seconda si preoccupa di valutare la qualità del refluo e quindi di verificare se l'impianto dell'azienda può effettivamente trattare con il refluo. Tutte le attività legate a queste due prime valutazioni sono svolte dall'ufficio esercizio e dall'ufficio sviluppo reti. Talvolta viene richiesta una terza valutazione, nella quale si effettua un sopralluogo nell'industria stessa e viene svolta dall'ufficio ambiente. Dopo che le tre valutazioni tornano all'ufficio ambiente, quest'ultimo si occupa della redazione del parere tecnico che viene rimandato all'ATO.

³¹ L'Ambito Territoriale Ottimale (A.T.O.) rappresenta l'unità territoriale dove devono essere attuati i processi di riorganizzazione dei servizi idrici attraverso il superamento dell'attuale frammentazione delle gestioni nonché la separazione tra livello di governo e la gestione del pubblico servizio (acquedotto, fognatura e depurazione) indipendentemente dalla forma di quest'ultimo (pubblico o privato). Gli Enti Locali appartenenti all'ATO svolgono funzioni di governo, di programmazione e di controllo della gestione del Servizio Idrico Integrato.

³² L'ARPA è l'**Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente**. Essa opera quotidianamente per la prevenzione e la protezione dell'ambiente, affiancando le istituzioni regionali e locali in molteplici attività: dalla lotta all'inquinamento atmosferico ed acustico agli interventi per la tutela delle acque superficiali e sotterranee, dal monitoraggio dei campi elettromagnetici alle indagini sulla contaminazione del suolo e sui processi di bonifica.

5. Il miglioramento delle prestazioni nel processo di erogazione di un servizio

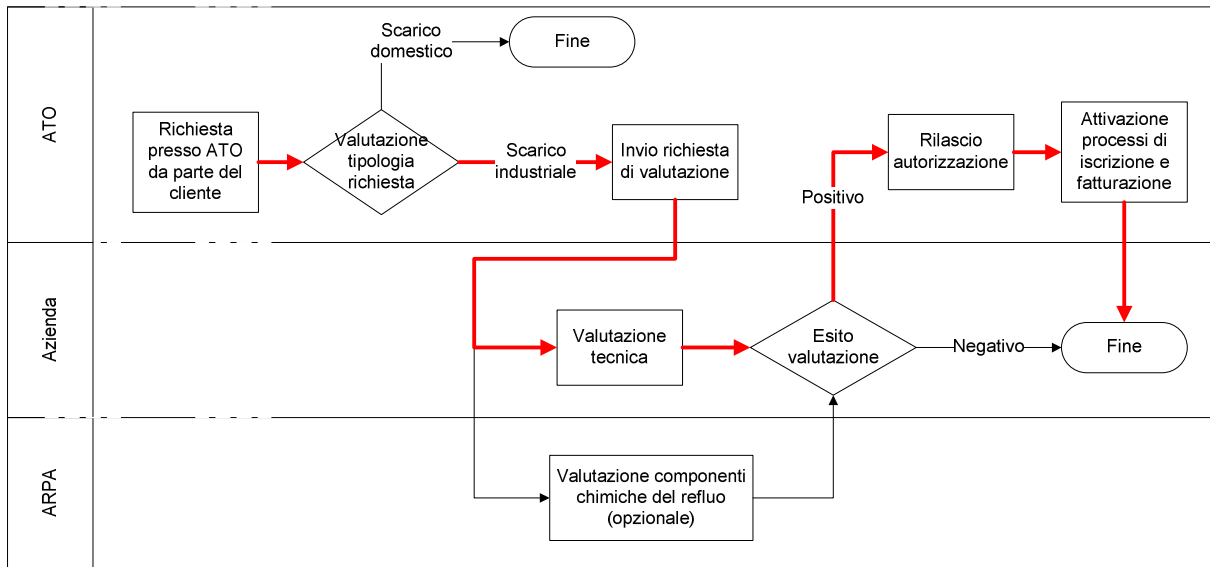


Figura 4 Fasi del processo di autorizzazione per gli scarichi industriali

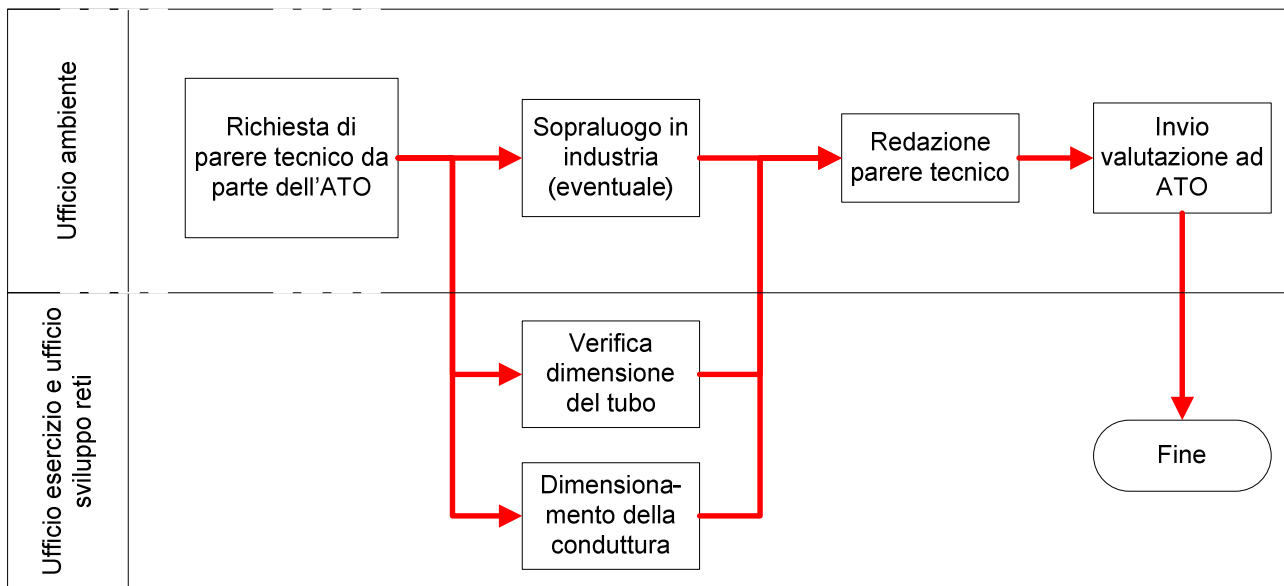


Figura 5 Focus sul processo di valutazione tecnica svolto all'interno dell'azienda

5.1.3.2. Risorse impiegate agli stadi

Vengono indicate il numero di risorse coinvolte nel caso del processo svolto internamente all'azienda.

Ufficio ambiente: sono presenti quattro persone suddivise per zona, alle quali sono associati diversi comuni. Esiste un unico ufficio per tutta la provincia. Di una pratica si occupa una risorsa, che svolge sia l'eventuale sopraluogo che la predisposizione del parere tecnico. Questa risorsa si occupa di tutte le attività di questo ufficio che sono legate alla singola pratica.

Ufficio esercizio: sono in totale ottanta risorse dislocate sul territorio (circa dieci in ogni sede), ma ad occuparsi della singola pratica sono in genere una o al massimo due risorse.

Ufficio sviluppo reti: sono in totale dodici persone, ma la singola richiesta viene svolta da una risorsa.

Ufficio esercizio e ufficio sviluppo reti in questo processo operano insieme.

5.1.3.3. Modalità di programmazione e di gestione delle richieste

Generalmente viene utilizzata in tutti gli stadi una metodologia di gestione delle richieste di tipo **FIFO**. Tuttavia, se vi è la necessità di aggregare alcune richieste per soddisfare determinate esigenze, si cerca di unirle. La richiesta viene inserita nel sistema non appena arriva.

Ufficio ambiente: in tale ufficio ciascuna risorsa si occupa di tutte le richieste relative alla zona che le è stata assegnata. Le zone sono stabili e vengono fissate al momento dell'assunzione. Il responsabile dell'ufficio riceve le richieste e le trasmette ai quattro operatori sulla base dell'area interessata dalla specifica richiesta. La logica con cui vengono gestite le richieste in questo ufficio è la FIFO.

Ufficio esercizio: le risorse sono dislocate sul territorio in diverse sedi. Ciascuna sede si occupa della gestione delle pratiche di specifici comuni. Il responsabile dell'ufficio riceve le richieste della sua zona e le affida agli operatori. Seguendo la logica FIFO.

Ufficio sviluppo reti: le risorse di questo ufficio sono suddivise in base alla tipologia di pratica. Vi sono i referenti delle pratiche relative agli scarichi industriali, i referenti per problemi all'acquedotto etc. Nell'ufficio sviluppo reti il responsabile programma le operazioni a livello

settimanale, sulla base delle richieste ricevute. La programmazione è basata sulla difficoltà delle singole richieste e sul tempo stimato per evaderle.

Le **informazioni** non sempre sono disponibili a sistema, per questo motivo spesso effettuano dei sopralluoghi per colmare tali *gap* informativi.

5.1.3.4. Strumenti d'incentivo e di monitoraggio delle prestazioni

Non esistono dei **sistemi di incentivo** e controllo delle *performance* per il processo specifico; si fa monitoraggio a livello aziendale, ma non ci si concentra sulla produttività del singolo stadio di questo processo. Vengono però fatte valutazioni relative al rispetto delle tempistiche definite sulla carta dei servizi. Ogni sei mesi si verifica se tutte le richieste evase nell'intervallo di tempo considerato hanno rispettato i tempi massimi definiti dalla Carta dei Servizi.

I tre processi precedentemente descritti possono essere schematizzati attraverso il modello del *Flow Shop* multistadio: le singole pratiche vengono infatti processate con il sistema a flusso di tipo unidirezionale. Un sistema è definito "a flusso" se gli uffici da cui passa la pratica per essere processata sono posizionati secondo la sequenza logica con cui le attività sono svolte, al fine di garantire il passaggio continuo di pratiche da una stazione all'altra. Il *layout* di tipo *Flow Shop* è molto adatto ad operazioni disposte a flusso. Esistono due tipologie di *Flow Shop*: il *Flow Shop* puro e quello generale. Nel primo ciascuna pratica che entra nel flusso ha esattamente lo stesso percorso di tutte le altre; nel caso di *Flow Shop* generale invece possono essere associati *routing* differenti a pratiche diverse (Oosterman, 2000). In questo studio si farà riferimento al *Flow Shop* puro.

Dalla descrizione dei processi si osserva che la programmazione delle attività è spesso di tipo FIFO e che gli ordini sono inseriti nel sistema non appena giungono. Non è quindi presente un sistema di rilascio progressivo degli ordini.

La misura delle *performance*, inoltre, è tipicamente legata ai tempi di processamento della pratica.

È infine da segnalare che le aziende contattate non sono state in grado di fornire una stima accurata dei tempi necessari allo svolgimento delle attività. Contrariamente alle imprese manifatturiere, in cui esistono dei tempi *standard*, in questa tipologia di aziende nel migliore dei

casi è possibile dare solo una valutazione approssimativa del tempo che un ordine impiega per attraversare l'intero sistema.

Nel modello utilizzato per effettuare le simulazioni le stazioni sono disposte in serie. Tali stazioni rappresentano le lavorazioni che il pezzo deve eseguire una di seguito all'altra. Tuttavia nei processi delle aziende di servizio, come nei casi sopra descritti, può capitare che ad uno stesso stadio possano operare più stazioni in parallelo. Questo fatto non costituisce un problema, in quanto è possibile considerare queste ultime come un'unica stazione caratterizzata da un tempo di processamento pari al tempo più elevato tra le stazioni.

In conclusione si può affermare che un tipico *service process* è così strutturato:

- è caratterizzato da una struttura a *Flow Shop* puro;
- non presenta un sistema di rilascio degli ordini. Gli ordini sono inseriti nel sistema al loro arrivo;
- le prestazioni di processo vengono tipicamente misurate in termini di tempi di processamento dell'ordine;
- la stima dei tempi che un ordine impiega per attraversare l'intero sistema è poco precisa.

Queste caratteristiche verranno prese in considerazione al momento della caratterizzazione del modello di simulazione.

5.2. Framework di riferimento: il sistema di *Order Review and Release*

In questa sezione vengono presentate le teorie sulle quali si è basata la costruzione dei modelli che saranno utilizzati nella simulazione.

Come in precedenza è stato detto, una delle caratteristiche rilevanti dei processi di erogazione di un servizio studiati è la scelta di inserire nel sistema le richieste non appena giungono. Tuttavia la letteratura mette in luce che progettare un processo in modo da selezionare periodicamente gli ordini da immettere nello *shop floor office* (e quindi in modo da non rilasciarli tutti non appena arrivano) può migliorare di molto le *performance* dell'azienda e la gestione dello *shop*. Le tecniche che mirano a fare questo sono dette di *Order Review and Release* (ORR).

I modelli utilizzati per migliorare i processi di produzione di un servizio e su cui sono basate le simulazioni fanno riferimento alle strategie di *Order Review and Release* (ORR). Queste tecniche vengono principalmente usate nei sistemi di *WorkLoad Control* (WLC) per determinare quali *job* debbano essere selettivamente inviati nello *shop floor office* e quando il rilascio dei *job* debba iniziare. Una volta rilasciato, un *job* rimane nel *floor* fino a quando tutte le sue operazioni non sono state completate. Il progredire di un *job* nello *shop floor office* è controllato dalla definizione delle priorità nelle code ad ogni stazione e dalle norme che ne fissano il carico di lavoro ammesso.

160

Le procedure ORR rappresentano il legame tra il *production planning* e il *production control*. In azienda giungono continuamente degli ordini che possono essere generati dal sistema di pianificazione delle richieste oppure derivano dalle richieste dei clienti. Quando questi arrivano non necessariamente vengono subito rilasciati nello *shop floor office*. Al contrario si procede ad inserire gli ordini in un "*backlog file*" chiamato "*Pre-Shop Pool*". La "*Pre-Shop Pool*" è un *buffer* che si preoccupa di disaccoppiare il sistema di pianificazione dallo *shop floor office* (Melnyk e Ragatz, 1988). Ogni volta che la fase di "*order release*" viene attivata, si rilascia un sottoinsieme degli ordini attualmente contenuti nella *pool*. In questo caso l'ORR seleziona quali ordini devono essere rilasciati allo *shop floor office*, in modo da controllare il WIP e bilanciare nel tempo i carichi alle macchine. Si assicurano così un buon utilizzo dello *shop* e miglioramenti nelle prestazioni di consegna (Bergamaschi et al, 1997).

In figura è rappresentato il ruolo delle metodologie ORR nello schema generale del sistema di controllo e *scheduling* di uno *shop floor office* (Bergamaschi et al, 1997).

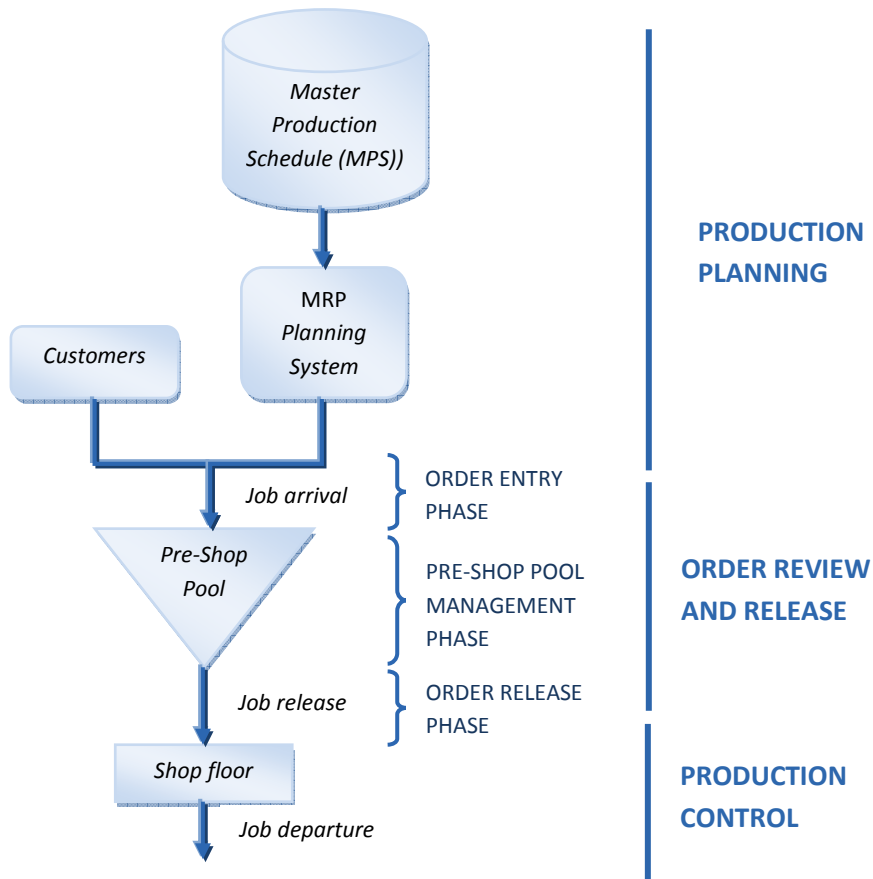


Figura 6 Posizionamento dell'ORR all'interno del sistema di scheduling e controllo

Nello specifico un sistema ORR completo è composto da tre fasi: l'*Order Entry*, il *Pre-Shop Pool Management* e l'*Order Release*, che vengono di seguito descritti.

La fase di "Order Entry". La fase di *Order Entry* è posta a monte dell'ORR e si interfaccia con il sistema di pianificazione o direttamente con il cliente. Essa consiste nella preparazione degli ordini da produrre e nell'inserimento di questi nella *Pre-Shop Pool*. Si attiva quindi nel momento in cui giunge un ordine; prima si verifica la disponibilità di strumenti, attrezzature e materiali. Se tutto risulta disponibile, l'ordine viene inserito nella *Pre-Shop Pool*. Non tutti quelli ricevuti dallo *shop* nella fase di *order entry* vengono necessariamente accettati, ma, sulla base delle condizioni attuali dello *shop* possono essere rifiutati. Se le *due date* vengono definite endogenamente, si associa poi a ciascun ordine una data di consegna.

La fase di "Gestione della Pre-Shop Pool". Nella Gestione della *Pre-Shop Pool* è presente un *database* in cui sono inseriti tutti gli ordini processati nella fase precedente e che non sono ancora stati rilasciati nello *shop*. Infatti nessuno degli ordini evasi nella fase di *Order Entry* può raggiungere lo *shop floor office* senza prima passare attraverso la *Pre-Shop Pool*. Le code con cui

vengono disposti gli ordini in arrivo sono definite a priori secondo diversi criteri. Ad eccezione di Baker (1974, 1984) che utilizza una strategia di tipo FIFO, la maggior parte degli autori preferisce sequenziare gli ordini nella *Pre-Shop Pool* in base alle diverse priorità:

- data di consegna più vicina (Ragatz and Mabert ,1988);
- data di rilascio più vecchia (Bechte, 1988; Portioli, 1991; Perona and Portioli, 1996);
- *critical ratio* (Bobrowski, 1989);
- *capacity slack based rule* (Philipoom *et al.*, 1993).

La fase di “Order Release”. Nella fase di *Order Release* viene attivata la procedura che è in grado di determinare se e quando sia possibile rilasciare gli ordini nella *Pre-Shop Pool*. La chiave per utilizzare con successo una strategia ORR sta nel disporre di una buona tecnica per selezionare gli ordini dalla *Pre-Shop Pool* che dovranno essere rilasciati nel *floor*. I criteri per determinare quali ordini rilasciare sono chiamati “*triggering mechanism*” o “*input control mechanism*” e si basano su tre tipologie di informazioni:

- Valutare lo stato della *Pre-Shop Pool* e quindi il numero e la tipologia di ordini attualmente inseriti nel *Pre-Shop Pool*.
- Conoscere lo stato dello *shop*, quindi quali ordini sono già stati rilasciati per la produzione, a quale macchina sono in coda e quale sia la capacità dello *shop*.
- Conoscere lo stato delle *performance* pianificate dello *shop*, ovvero il *lead time* produttivo e la tempestività di consegna.

In tale fase quindi, dopo aver confrontato le caratteristiche degli ordini nella *Pre-Shop Pool*, il carico di lavoro nello *shop floor office* e la sua attuale posizione, si valuta se e quando rilasciare gli ordini con l’obiettivo di ottenere le *performance* pianificate.

Controllare il carico di lavoro a sistema risulta quindi fondamentale per l’efficienza di un sistema di erogazione di un servizio. Infatti l’applicazione di un ritardo controllato, grazie all’inserimento degli ordini in una *Pre-Shop Pool*, rende più gestibile lo *shop floor office* senza aumentare il tempo di attraversamento in quanto i *job* aspettano in un portafoglio ordini anziché in coda alle stazioni. L’utilizzo della *Pre-Shop Pool* ha quindi l’obiettivo di ridurre la congestione all’interno dello *shop floor office* contenendo la dimensione delle code e rendendolo quindi meno complesso dal punto di vista gestionale. Per questo motivo il *WorkLoad Control* stabilizza le prestazioni operative del

sistema di erogazione del servizio e lo rende indipendente dalle fluttuazioni del flusso ordini in ingresso al sistema.

Si possono ottenere innumerevoli vantaggi dall'utilizzo di queste tecniche. In molte applicazioni di *WorkLoad Control* i *job* non vengono rilasciati se si eccede il limite prefissato di carico di lavoro nello *shop*, così si garantisce che i *job* non restino troppo tempo all'interno dello *shop floor office*, che si riducano i *lead time* e che si migliori il rispetto delle date di consegna. Land e Gaalman (1998) hanno identificato i vantaggi derivanti dal trattenimento dei *job* nel pool, sebbene la riduzione del *work-in-process* comporti dei costi. Infatti è possibile creare uno *shop floor office* trasparente con opportunità di avere un *feedback* più veloce. A questo proposito la letteratura *Just in Time* presenta in maniera esaustiva i benefici derivanti dall'aver uno *shop floor office Lean*. Inoltre, l'introduzione degli ordini nella *Pre-Shop Pool* permette alle aziende di avere una maggiore flessibilità. Finché gli ordini non iniziano ad essere processati è infatti possibile far fronte a cambiamenti inattesi e repentini. Inserendo i *job* in un *buffer* si ottiene così la possibilità di ritardare le decisioni: è quindi possibile variare tempestivamente ciò che è necessario rilasciare e le specifiche del servizio che si vuole erogare a costi bassi o molto contenuti, andando incontro così alle esigenze del cliente. In questo modo si riduce lo spreco derivante dagli ordini cancellati, si ritarda l'ordine del materiale necessario all'erogazione del servizio e si evita di mandare ordini urgenti nello *shop floor office*.

Si indicano ora i tempi rilevanti per l'analisi (Land e Gaalman, 1998).

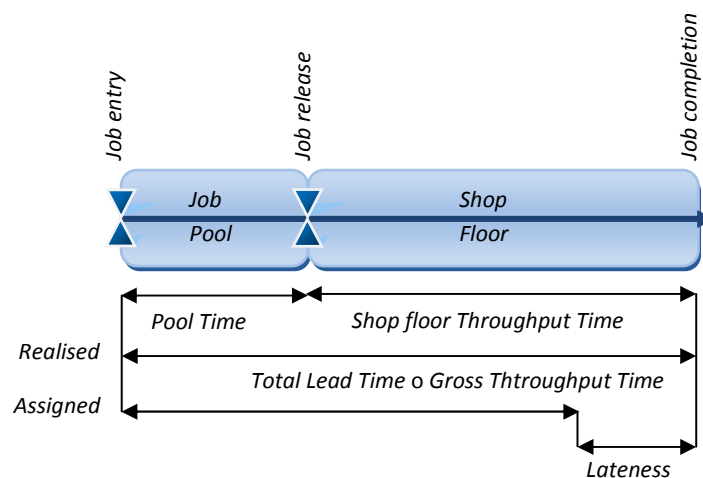


Figura 7 Componenti del lead time con rilascio controllato

Nella figura 7 vengono mostrate le fasi che caratterizzano il processamento di un *job* a partire dal suo ingresso nel sistema, al suo completamento delle lavorazioni. Il *pool time* è il tempo d'attesa nel buffer, lo *shop floor office throughput time* è invece il tempo che passa tra il rilascio e il completamento del *job*. Esso può essere suddiviso in *station throughput times*, ovvero il tempo di attraversamento di un *job* in ogni stazione. È necessario controllare le code nello *shop floor office* in modo tale da mantenere un *throughput time* nelle stazioni stabile e prevedibile, determinando così un momento di rilascio accurato per ogni *job* e garantendo buone prestazioni delle due date. Tuttavia un buon *timing* di rilascio dei *job* spesso può entrare in conflitto con il rispetto delle norme per il carico di lavoro dello *shop floor office*.

Lo studio si concentrerà maggiormente sulla fase di *Order Release* ed in particolare sul controllo del carico di lavoro. Esistono tecniche differenti di rilascio. La ricerca che è stata condotta si basa proprio sul confronto di alcune queste tecniche: *Total Shop*, *Aggregate Load* (entrambi basati sulla limitazione del carico di lavoro) e bilanciamenti. Esse verranno ora descritte nel dettaglio.

5.2.1. I diversi approcci di *Order Release*

Esistono due meccanismi tramite i quali i ricercatori hanno cercato di ottenere un controllo del livello del carico di lavoro dello *shop* attraverso la gestione dell'*input*:

- la limitazione del carico di lavoro presente alle stazioni dello *shop*;
- il bilanciamento del carico di lavoro rilasciato.

Questi due meccanismi verranno spiegati nel dettaglio nei prossimi paragrafi.

5.2.1.1. La limitazioni del carico (*bounding*)

Uno dei principali obiettivi delle procedure di rilascio degli ordini "*load limited*" è quello di mantenere sotto controllo il carico di lavoro nello *shop*. Tipicamente si scelgono più ordini all'interno della *Pre-Shop Pool* e se ne permette il rilascio nello *shop* solo se questi non superano il limite di carico superiore (*workload limit o norm*), fissato ad un livello appropriato sulla base della misura di aggregazione del carico di lavoro scelta. Gli ordini vengono però prima ordinati in base alla *due date* o in base ad altre misure derivate decise a livello di *Pre-Shop Pool*. Esistono diversi approcci con cui è possibile controllare il carico di lavoro contenuto nello *shop* fissando un valore

di soglia appropriato: quelli basati sul limite di carico di lavoro inferiore e quelli basati sul limite di carico di lavoro superiore. Nel caso di limite di carico di lavoro superiore (*upper workload bound*), si utilizza questo limite per permettere il rilascio dei *job* fintanto che questi non eccedono il valore del limite superiore. Il livello viene stabilito sulla base della norma di aggregazione dei carichi. Tale modello è stato proposto da autori come Bechte (1988), Bobrowski (1989) e Philipoom et al. (1993). Esiste la possibilità di utilizzare un limite inferiore unitamente a quello superiore: in questo modo il meccanismo di rilascio del *job* opera in modo che lo stesso venga rilasciato solo se il carico dello *shop* rimane all'interno dei limiti massimo e minimo predeterminati. È così possibile raggiungere un bilanciamento implicito dei carichi di lavoro tra i diversi centri di lavoro dello *shop*. Nel caso di utilizzo del solo limite inferiore (*lower workload bound*), l'obiettivo è evitare che i singoli centri di lavoro non diventino ad un certo punto inattivi. Riassumendo, la scelta del limite può essere effettuata ponendo tre differenti vincoli a sistema:

- limite massimo (*upper bound*) del carico nello *shop*;
- limite minimo (*lower bound*) del carico nello *shop*;
- limite massimo e minimo del carico nello *shop* (*upper and lower bound*).

Cigolini e Portioli (2002) hanno messo in luce come il primo metodo di limitazione del carico, che si serve solo del limite superiore, ottiene le migliori *performance* del sistema. Infatti, aggiungendo un limite inferiore, il meccanismo di limitazione diventa più sofisticato e causa un conflitto tra due diversi obiettivi: limitare il WIP all'interno dello *shop floor office* e rilasciare ulteriori *job* per mantenere il carico di lavoro di ogni macchina sopra la soglia minima del limite inferiore. Per questo motivo il metodo *upper bound* ha un impatto più favorevole sulle prestazioni misurate e sarà quindi il metodo utilizzato in questo studio.

La caratteristica principale del controllo del carico è il disaccoppiamento tra lo *shop floor office* e la dinamicità del flusso degli ordini in ingresso. Se gli ordini fossero rilasciati direttamente nel sistema, i problemi connessi alla presenza di colli di bottiglia e i conflitti tra le priorità dei diversi *job* dovrebbero essere risolti all'interno dello *shop floor office*. Al contrario, utilizzando il *WorkLoad Control*, il carico di lavoro nell'impianto è mantenuto all'interno dei limiti definiti, mentre l'insieme di ordini in attesa di rilascio può servire per visualizzare possibili problemi di produzione prima dell'ingresso degli ordini nel sistema (Bechte, 1994).

Inoltre la limitazione consiste nel permettere la comunicazione tra pianificazione generale e il controllo dell'impianto produttivo: se il lavoro rilasciato rispetta i limiti condivisi, la pianificazione può contare su tempi di attraversamento stabili.

Il carico di lavoro rilasciato ad una stazione può essere suddiviso in una parte diretta (che è il lavoro in coda ad una determinata stazione) ed una parte indiretta o *upstream* (derivante dai *job* in coda alle stazioni a monte). Il rilascio di un *job* non può controllare completamente il carico diretto di una stazione. Solo una parte dei *job* nella *pool* viene rilasciata direttamente alla stazione; i restanti arrivano dalle altre stazioni solo dopo che le operazioni a monte sono state completate.

Esistono diversi approcci che mirano a controllare il carico di lavoro. In questo lavoro di tesi ne verranno testati due (Land e Gaalman, 1998):

(A) *TOTAL SHOP*: modello sviluppato ad Hannover che stima l'*input* a partire dai *job* a monte per il calcolo del carico diretto di una stazione. I carichi diretti sono soggetti a norme.

(B) *AGGREGATO RIMANENTE*: modello sviluppato ad Eindhoven e Lancaster nel quale si aggregano, attraverso una semplice somma, il carico di lavoro diretto e indiretto di una stazione e si sottomette poi il carico di lavoro aggregato ottenuto ad una norma.

166

Entrambi gli approcci si basano sul rilascio periodico dei *job* e focalizzano il controllo sul carico di lavoro rimanente al termine del successivo periodo di rilascio. Il carico di lavoro rimanente di una stazione alla fine del periodo di rilascio e l'*output* ottenuto nel periodo considerato sono soggetti ad un valore di norma. Infatti all'inizio di ogni periodo viene rilasciato un insieme di *job*, in modo tale che il carico di lavoro alla fine del periodo di rilascio soddisfi le norme stabilite. La principale differenza tra i due metodi sta nel fatto che nel metodo A viene usata una norma per stimare il carico diretto, mentre nel caso del modello B la norma viene definita per il carico aggregato.

Oosterman et al. (2000) si sono proposti di spiegare con maggiori dettagli il funzionamento di questi due differenti approcci e le loro caratteristiche. Di seguito verranno descritti in maggiore dettaglio.

5.2.1.1.1. *Total Shop*

Il metodo del *Total Shop* appartiene agli approcci di *Workload Control* ed è stato sviluppato all'IFA di Hannover. In questo caso gli *input* sono stimati partendo dai *job* a monte per il calcolo del carico

diretto di una stazione, il quale è sottoposto ad una norma. Il modello si basa sulla seguente equazione:

$$D_s^E + O_s = D_s^B + I_s$$

D_s^E è il carico diretto rimanente alla stazione s alla fine del periodo di rilascio.

O_s è l'*output* della stazione s durante il periodo di rilascio.

D_s^B è il carico diretto alla stazione s all'inizio del periodo di rilascio.

I_s è l'*input* ai carichi diretti dai *job* che arrivano durante il periodo di rilascio.

In questa equazione D_s^B e I_s , che derivano dai *job* a monte e da quelli appena rilasciati, sono noti al momento del rilascio. L'*output* della stazione (O_s) dipende dalla capacità di s all'inizio del periodo di rilascio. Dal momento che sia O_s che I_s sono soggetti ad incertezza, D_s^E non può essere determinato con esattezza al momento del rilascio. In questa equazione un *job* diviene parte dell'*input* nel momento in cui giunge in coda alla stazione s e parte dell'*output* non appena lascia il *floor*. I carichi diretti D_s^E sono sottoposti ad un livello di norma. La norma per il *Total Shop* deve essere settata al livello desiderato N_s^D per i carichi diretti D_s^E più un incremento N_s^0 per l'*output* stimato durante il periodo di rilascio.

5.2.1.1.2. *Aggregate Load*

Il metodo di *Aggregate Load* è stato sviluppato ad Eindhoven e Lancaster. In questo caso il carico di lavoro diretto e indiretto di una stazione vengono aggregati, attraverso una semplice somma; il carico risultante viene poi sottoposto ad una norma. Il modello soddisfa l'equazione di equilibrio seguente:

$$(D_s^E + U_s^E) + O_s = (D_s^B + U_s^B) + R_s$$

D_s^E è il carico diretto rimanente della stazione s alla fine del periodo di rilascio.

U_s^E è il carico a monte della stazione s alla fine del periodo di rilascio.

O_s è l'*output* della stazione s durante il periodo di rilascio e dipende dalla capacità di s e dal suo utilizzo.

D_s^B è il carico diretto della stazione s all'inizio del periodo di rilascio, chiamato anche "momento del rilascio".

U_s^B è il carico a monte della stazione s all'inizio del periodo di rilascio.

R_s è l'*input* al carico aggregato dato dai *job* appena rilasciati.

Il lato destro dell'equazione è completamente noto al momento del rilascio, risulta quindi possibile determinare con esattezza la somma delle quantità a sinistra dell'uguale. Il carico aggregato alla fine del periodo di rilascio ($D_s^E + U_s^E$) può essere quindi determinato al momento del rilascio, fatta eccezione per le fluttuazioni nell'*output* O_s della stazione. Il *job* diviene parte dell'*input* al momento del rilascio e dell'*output* non appena lascia la stazione. Il valore di norma a cui viene sottoposto il carico aggregato viene fissato ad un livello desiderato N_s^A per il carico aggregato ($D_s^E + U_s^E$), al quale si aggiunge uno *slack* N_s^0 legato all'*output* stimato durante il periodo di rilascio.

Nel metodo B il flusso a monte della stazione è incluso nel suo carico di lavoro. Per una tipica stazione a valle, sembra ragionevole mantenere il carico di lavoro aggregato ad un livello costante. Questo metodo risulta molto adatto ad una configurazione di tipo *flow shop* puro, in cui la posizione di ciascuna stazione nel mix dei *routing* è stabile: nel *flow shop* puro ciascun *job* segue esattamente lo stesso *routing*, visita tutte le stazioni in ordine crescente. Dall'analisi di Oosterman et al. (2000) emerge che nel caso del *flow shop* puro tra i due modelli (A e B) il metodo dell'*Aggregate Load* porta i maggiori miglioramenti in termini di *shop floor time* ed in termini di *lead time performance*. Dalle simulazioni che condurremo ci aspetteremo quindi che quest'ultimo porti a migliori *performance* rispetto al metodo A.

L'approccio B presenta anche alcuni limiti, tra cui il fatto che mantiene aggregati i carichi ad un livello desiderato; questo non implica necessariamente un buon controllo dei carichi diretti. È inoltre solitamente molto difficile determinare livelli adatti per i carichi aggregati.

5.2.1.2. Il bilanciamento

L'alternativa alla limitazione dei carichi di lavoro è costituita dalla tecnica del bilanciamento, la quale bilancia il carico tra le diverse stazioni, considerando possibilmente un orizzonte previsionale esteso.

Questo metodo nasce da un'esigenza che gli autori hanno evidenziato nel corso degli anni. Alcuni infatti hanno osservato che l'algoritmo di limitazione dei carichi può rifiutare il rilascio di un ordine anche quando questo causa un piccolo sovraccarico ad ogni singolo centro di lavoro, mentre il suo rilascio potrebbe evitare l'inattività di molte altre macchine (Irastorza and Deane, 1974; Shimoyashiro et al., 1984, Onur and Fabrycky, 1987; Portioli, 1991). In questi casi, e più in generale quando un leggero sovra o sottocarico è controbilanciato da un miglior carico negli altri centri di lavoro, potrebbe essere più sensato permettere a quegli ordini di essere rilasciati nello *shop*; questo permetterebbe a tutte le stazioni di lavorare, portando a miglioramenti sia in termini di *Shop floor time* che di *output*. In questo caso il controllo del carico di lavoro è raggiunto attraverso il bilanciamento del carico di lavoro e non con una limitazione diretta. Infatti è importante notare che l'obiettivo di bilanciare i carichi ad ogni centro di lavoro può essere raggiunto esplicitamente solo se viene utilizzata una limitazione indiretta del carico stesso.

Questa tecnica di rilascio viene usata per selezionare gli ordini che meglio si avvicinano ai limiti di carico, in modo tale da rendere maggiormente stabile il carico nel sistema. Al contrario delle tecniche di limitazione del carico, dove i *job* vengono ordinati in *Pre-Shop Pool* e rilasciati fino a quando si raggiunge il limite stabilito, con le modalità di bilanciamento del carico rilasciato gli ordini vengono valutati e scelti singolarmente tra tutti quelli in *Pre-Shop Pool*, in modo da minimizzare lo scostamento tra il carico a sistema e la capacità disponibile. Questo impedisce che i centri di lavoro rimangano inattivi e migliora la prevedibilità dei tempi di attraversamento del sistema (Land e Gaalman, 1996). La semplice riduzione della lunghezza media delle code alle stazioni non è a volte sufficiente. Se infatti non si interviene anche sulla varianza, al ridursi delle code cresce il tempo di inattività delle stazioni (Bergamaschi et al., 1997). Perciò il *WorkLoad Control* deve affrontare anche il problema del bilanciamento dei carichi di lavoro, insieme al loro mantenimento all'interno dei limiti prestabiliti.

L'obiettivo dell'algoritmo di bilanciamento è quindi il rilascio selettivo degli ordini sotto la condizione che la somma delle deviazioni del bilanciamento aggregato di ogni stazione venga ridotto. Il modello di bilanciamento cerca quindi di rilasciare gli ordini in modo da minimizzare gli scarti esistenti tra il rilasciato e il carico che è necessario colmare³³. Per fare questo, è possibile superare la norma imposta alla stazione.

³³ Il carico che è necessario colmare è pari alla norma fissata meno il carico già allocato.

L'algoritmo tenta di realizzare il bilanciamento del carico attraverso una funzione obiettivo che dovrà essere minimizzata. La funzione obiettivo consiste in una combinazione lineare dei termini rappresentativi della deviazione dal bilanciamento aggregato di ogni macchina a un termine che tiene conto della *due date* del *job*. Quindi esistono tre termini: uno legato al sovra caricamento di tutte le stazioni, uno al sotto caricamento delle stazioni e uno che guarda la *due date* del *job* e il tempo trascorso nella *Pre-Shop Pool*.

Il modello presenta alcuni vantaggi:

- Utilizza una metodologia di gestione della *Pre-Shop Pool*;
- Si serve di una funzione obiettivo che bilancia il carico massimizzando la saturazione;
- Bilancia sia nello spazio che nel tempo;
- Garantisce la possibilità di variare la capacità di un centro di lavoro; questo permette di ottenere sia un *feedback* che un *feedforward* e di rendere il controllo della capacità di tipo attivo.

Questo modello ha tuttavia anche alcuni svantaggi:

- ha una visibilità poco estesa, in quanto si tiene conto dell'orizzonte temporale solo tramite le *due date*;
- si basa su una metodologia risolutiva caratterizzata da una certa difficoltà concettuale e computazionale;
- utilizza un algoritmo di tipo "*greedy*", che inizia a bilanciare partendo dall'ordine caratterizzato da una "*highest similarity*" e non guarda contemporaneamente a tutti i *job* disponibili.

Il funzionamento dell'algoritmo di bilanciamento verrà spiegato in seguito più nel dettaglio.

5.3. La progettazione della simulazione

In questa sezione ci si concentra sulla descrizione di come è stata progettata la simulazione. Vengono mostrate le tecniche attraverso cui si è giunti a determinare la lunghezza delle run, del transitorio e il numero di run, indispensabili per ottenere dei risultati statisticamente significativi.

La progettazione della simulazione, insieme con l'analisi statistica dei dati, costituisce uno degli aspetti fondamentali quando si vogliono effettuare delle simulazioni. Un errore molto diffuso è quello di definire la lunghezza di ogni *run* in modo arbitrario. Tuttavia se la lunghezza delle *run* non viene stimata adeguatamente, i risultati ottenuti dalla simulazione potrebbero non essere rappresentativi del sistema reale. Questo accade perché le osservazioni utilizzate per la simulazione sono spesso estratte da distribuzioni di probabilità: esse sono quindi delle realizzazioni di variabili aleatorie caratterizzate da una varianza elevata. Per fare in modo che i risultati di una simulazione siano davvero rappresentativi della realtà si è ritenuto necessario affidarsi a tecniche statistiche per progettare e analizzare i dati di una simulazione.

Si definiscono Y_1, Y_2, \dots, Y_m i dati di *output* di una *run* di una simulazione; ogni Y_i può essere vista come una variabile aleatoria; quindi la collezione di variabili aleatorie $\{Y_i | i = 1, 2, \dots, m\}$ è un processo stocastico.

171

Il primo problema che spesso si incontra nei dati in *output* riguarda la loro autocorrelazione e non stazionarietà: queste variabili aleatorie potrebbero non essere né indipendenti né identicamente distribuite. Ne segue che su serie storiche di questo tipo le tecniche statistiche classiche non possono essere applicate (esse si basano infatti su osservazioni identicamente e indipendentemente distribuite).

Per ovviare a questo inconveniente si effettuano più repliche della simulazione, ciascuna di lunghezza m , e si basa l'analisi su tali repliche. Formalmente, siano $y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1m}$ le realizzazioni delle variabili aleatorie Y_1, Y_2, \dots, Y_m ottenute con la prima replica; $y_{21}, y_{22}, \dots, y_{2m}$ le realizzazioni delle stesse variabili aleatorie ottenute dalla seconda replica e così via. Possiamo così ottenere n *run* indipendenti di lunghezza m , ottenendo così m serie temporali dell'*output* di interesse. Le realizzazioni della replica n -esima non sono né indipendenti né identicamente distribuite; tuttavia, data la matrice delle osservazioni ottenute dalle diverse *run* (le n righe rappresentano le diverse *run*, le m colonne rappresentano gli *output* di una *run*),

$$\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1i} & \dots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & & y_{2i} & & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{ni} & \dots & y_{nm} \end{bmatrix}$$

le osservazioni $y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ni}$ per $i = 1 \dots m$, ovvero l' i -esima colonna della matrice, costituiscono osservazioni indipendenti e identicamente distribuite della variabile aleatoria Y_i . L'analisi statistica è quindi applicabile alle osservazioni $y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ni}$ per ogni $i = 1 \dots m$. Da ciò deriva la necessità di effettuare per ogni *run* di simulazione diverse repliche, in modo da ottenere dati indipendenti e non autocorrelati.

Un altro problema esistente nell'ottenere stime precise delle caratteristiche del mondo reale è dato dal tempo di calcolo necessario per raccogliere la quantità di dati di *output* indispensabili per effettuare un'analisi statistica efficace. Tale tempo potrebbe risultare molto elevato. In particolare esiste un *trade-off* tra il tempo messo a disposizione per le varie simulazioni ed il costo che esso comporta. Questo problema si risolve determinando la lunghezza ottimale di ogni *run* mediante il metodo di Law e Carson (1979).

Verranno ora definite nello specifico le risoluzioni dei problemi sopra esposti. In particolare si determinerà:

- la lunghezza del transitorio tramite il metodo proposto da Mosca (1982);
- la lunghezza della singola *run* tramite la procedura ricorsiva proposta da Law e Carson (1979);
- il numero di *run* da effettuare per ogni prova di simulazione.

5.3.1. La lunghezza del transitorio

Una simulazione può essere di due tipologie: con terminazione o senza. Alla prima categoria appartengono quei sistemi in cui all'avvenire di un particolare fenomeno il sistema cessa di funzionare. Alla seconda categoria appartengono invece sistemi il cui funzionamento non ha un termine preciso; tipicamente l'oggetto di analisi in questa seconda categoria è il funzionamento in condizioni di regime del sistema. In quest'ultimo caso, di cui ci si occuperà, è quindi necessario portare a termine delle *run* sufficientemente lunghe da condurre il sistema su un funzionamento stazionario.

Il problema di determinare il punto oltre al quale il sistema funziona a regime è definito come “problema del transitorio iniziale” o “problema dello *start-up*”. Per superarlo si utilizza una tecnica di cancellazione dei dati iniziali, detta anche “*warming up*” del modello, che consiste nel non considerare nella stima le prime osservazioni, che sono quelle maggiormente influenzate dalle condizioni iniziali. L’obiettivo è quindi quello di determinare il numero l di osservazioni da eliminare in modo che la media della variabile aleatoria di interesse, $\mu = \lim_{i \rightarrow \infty} E[Y_i]$, sia uno stimatore non distorto della media $E[Y]$.

Date m osservazioni non si può ottenere una stima della media μ dalla formula classica della media campionaria Y_m , in quanto, a causa del transitorio iniziale, lo stimatore non è corretto: può infatti accadere che $E[Y_m] \neq \mu \forall m$. È quindi necessario trovare un numero l di osservazioni che costituiscono il transitorio ed eliminarle dallo stimatore della media:

$$E[Y_{m-l}] = \frac{\sum_{i=l+1}^m Y_i}{m-l}$$

Il transitorio l è stato determinato graficamente. Si procede costruendo il grafico di $E[Y]$ e si valuta il punto in cui esso si assesta intorno alla media μ . È fondamentale scegliere accuratamente l , in quanto un periodo di *warm up* troppo breve potrebbe causare stime distorte, mentre un periodo troppo lungo comporterebbe dei costi in termini di tempo di calcolo speso inutilmente.

Prima di procedere alla costruzione del grafico per identificare il transitorio, è necessario ridurre la varianza dei dati attraverso la Procedura di Welch (Mosca, 1982): i dati possono infatti essere caratterizzati da una forte variabilità; agendo in questo modo è possibile ridurla. Si indicano i passi della procedura:

1. Si effettuano n repliche di lunghezza m ;
2. Si costruisce la successione Y_1, Y_2, \dots, Y_m . Ciascun Y_i è ottenuto tramite la media dei valori sulle n run:

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{i,j}}{n}$$

3. Si sceglie un $k \leq \frac{m}{4}$ (che costituisce l’ordine della media mobile) e si sostituisce ciascun termine della successione Y_1, Y_2, \dots, Y_m con la seguente espressione:

$$Y_i(k) = \begin{cases} \frac{\sum_{h=-k}^k Y_{i+h}}{2k+1}, & \forall i = k+1, \dots, m-k \\ \frac{\sum_{h=-(i-1)}^{i-1} Y_{i+h}}{2i-1}, & \forall i = 1, \dots, k \end{cases}$$

4. Si sceglie quel valore di l oltre il quale la successione $Y_i(k)$ appare giunta a convergenza.

Nel nostro caso per l'analisi del transitorio vengono effettuate quattro *run* di simulazione con un coefficiente k pari a trenta. In questo modo la serie temporale appare sufficientemente chiara ed è possibile identificare il transitorio con certezza.

L'analisi del transitorio è stata effettuata per tutte le configurazioni analizzate, concentrandosi principalmente per i punti caratterizzati da norme elevate. Tale scelta è motivata dalla maggiore lentezza che i sistemi con molto carico nello *Shop floor office* hanno nel superare il transitorio nei confronti di sistemi con poco carico nel sistema produttivo. La variabilità dei tempi produttivi, così come le altre variabili presentate in precedenza, sono la principale causa di questo fenomeno. I valori individuati per il transitorio vengono poi applicati anche per tutti gli altri punti analizzati della configurazione in esame, poiché, agendo in questo modo, si è certi che i valori individuati siano dei limiti superiori oltre cui gli altri punti non possono andare.

Le tipologie di serie storica da cui si è deciso di ricavare il transitorio sono tre. Essi rappresentano i tre indicatori più rilevanti utilizzati per valutare le *performance* del sistema produttivo:

- *Shop floor office Throughput Time*;
- *Gross Throughput Time*;
- *Output* del sistema, espresso come la somma del carico di lavoro di ogni *job* terminato su tutte le stazioni.

Il *Gross Throughput Time* e l'*Output* misurano la produttività del sistema; lo *Shop floor time* è invece una componente del *Gross Throughput Time*: anche essa deve risultare stabile.

Questa analisi è stata svolta per tutte le *run* a disposizione per il livello di norma più basso (960 min) e più alto (10.000 min). Il transitorio più elevato è quello scelto come punto di riferimento ed è pari a 100 giorni. Si mostrano qui i risultati ottenuti per la norma 10.000 (metodo dell'aggregato rimanente), che è composta da un maggior transitorio.

Tale procedura mostra una buona capacità di smorzamento della varianza, come dimostrato dai grafici, i quali presentano un andamento poco variabile intorno al valore medio una volta superato il transitorio.

GTT giornaliero

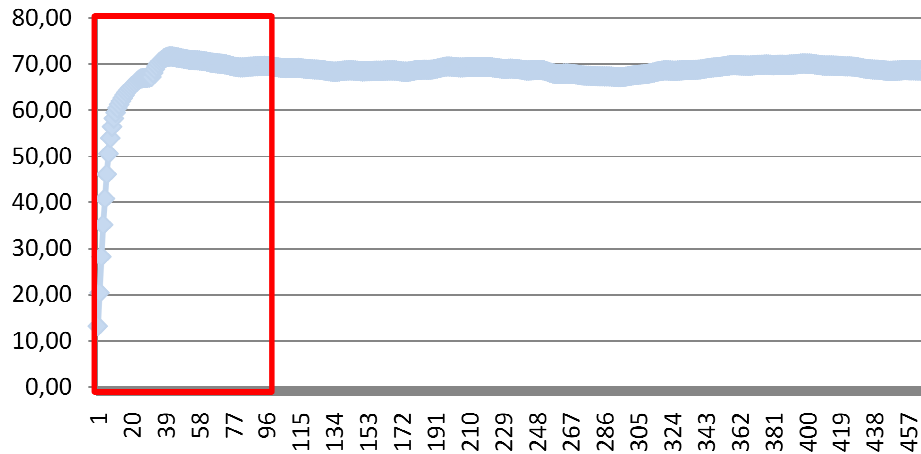


Grafico 62 Il valore del transitorio per il Gross Throughput Time

SFT giornaliero

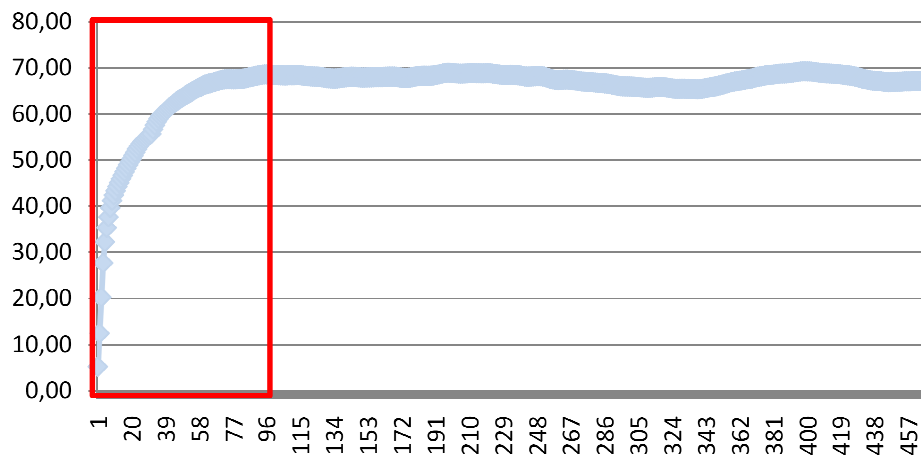


Grafico 63 Il valore del transitorio per lo Shop floor time

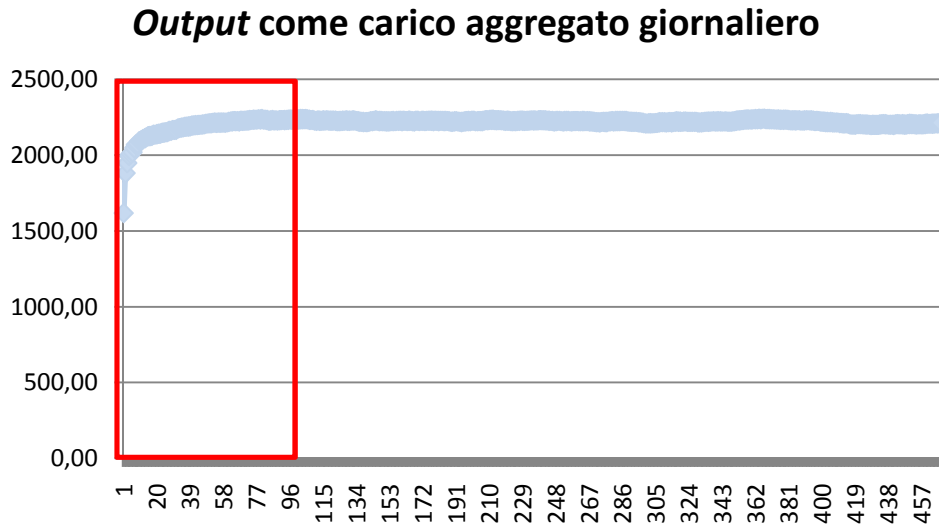


Grafico 64 Il valore del transitorio per l'Output

5.3.2. La determinazione della lunghezza di ogni run

La lunghezza della *run* viene definita mediante la procedura di Law e Carson (1979).

Anche in questo caso la scelta della lunghezza di ogni replica risulta essere critica: una *run* troppo lunga comporterebbe dei costi aggiuntivi, legati a maggiori tempi di simulazione; una *run* troppo corta porterebbe ad avere dati non particolarmente significativi.

176

Il problema della determinazione della lunghezza di ogni *run* consiste nel definire la lunghezza minima che la replica deve avere per ottenere l'intervallo di confidenza desiderato per la media della prestazione interessata.

In particolare, dato un livello di confidenza $100 \cdot (1 - \alpha)\%$ (nel nostro caso $\alpha = 0,05$) e una media μ , l'intervallo di confidenza è definito come:

$$\bar{X}(k, m) \pm t_{k-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\sigma}^2[\bar{X}(k, m)]}$$

Dove $t_{k-1, 1-\alpha/2}$ è il punto in corrispondenza di $1 - \alpha/2$ per una distribuzione t di Student caratterizzata da $k - 1$ gradi di libertà.

La determinazione della lunghezza di ogni *run* è stata calcolata per ogni singola *run* effettuata di ogni configurazione. Si definisce ora la procedura seguita.

Passo 0

Si determinano 4 interi positivi necessari allo svolgimento della procedura: l, k, n_0 e n_1 in modo tale che $l \geq 2$, $k \geq 20^{34}$, lk e $lk/2$ siano pari, $2n_0$ ed n_1 divisibili per lk e $n_0 < n_1 < 2n_0$. E' inoltre opportuno fissare un valore $c > 0$ oltre il quale la procedura si arresta e la precisione relativa $\gamma > 0$. Si ottiene, tramite simulazione, una serie storica di osservazioni X_1, X_2, \dots, X_n di lunghezza n_1 (n_i con $i = 1$).

Passo 1

1a. Si suddividono le n_i osservazioni in lk batch di dimensione $m = n_i/lk$.

Si definisce $\bar{X}_j(m)$ con $j = 1, 2, \dots, lk$ come la media semplice delle m osservazioni nel j -esimo batch; $\bar{\bar{X}}(lk, m)$ rappresenta invece la media delle medie sui singoli batch. La varianza degli $\bar{X}_j(m)$ è definita come $\hat{\sigma}^2[\bar{\bar{X}}(lk, m)] = \frac{\sum_{j=1}^k [\bar{X}_j(m) - \bar{\bar{X}}(lk, m)]^2}{lk(lk-1)}$.

Si calcola $\tilde{\rho}_1(lk, m)$ come:

$$\tilde{\rho}_1(lk, m) = 2 \cdot \hat{\rho}_1^0(lk, m) - \frac{1}{2} \left(\hat{\rho}_1^1\left(\frac{lk}{2}, m\right) + \hat{\rho}_1^2\left(\frac{lk}{2}, m\right) \right)$$

$$\text{Con } \rho(lk, m) = \frac{\sum_{j=1}^{k-1} \left((\bar{X}_j(m) - \bar{\bar{X}}(lk, m)) (\bar{X}_{j+1}(m) - \bar{\bar{X}}(lk, m)) \right)}{\sum_{j=1}^k (\bar{X}_j(m) - \bar{\bar{X}}(lk, m))^2}$$

Per il calcolo di $\tilde{\rho}_1(lk, m)$ è quindi necessario ottenere:

- $\hat{\rho}_1^0(lk, m)$, calcolando $\rho(lk, m)$ su tutti i batch;
- $\hat{\rho}_1^1\left(\frac{lk}{2}, m\right)$, calcolando $\rho(lk, m)$ sui primi $k/2$ batch;
- $\hat{\rho}_1^2\left(\frac{lk}{2}, m\right)$, calcolando $\rho(lk, m)$ sugli ultimi $k/2$ batch.

Se $\tilde{\rho}_1(lk, m) \geq c$ (con $c = 0,4$) significa che la run è troppo corta, per cui è necessario andare al passo 2 della procedura. Se $\tilde{\rho}_1(lk, m) \leq 0$ è necessario andare al passo 1c, viceversa all'1b.

³⁴ Questo vincolo serve per evitare bias derivanti dalla non normalità dei dati.

- 1b. Si dividono le n_i osservazioni in $lk/2$ batch di dimensione $2m$. Calcolare $\tilde{\rho}_1(lk/2, 2m)$ come in precedenza utilizzando $\bar{X}_j(2m)$ con $j = 1, 2, \dots, lk/2$. Se $\tilde{\rho}_1(lk/2, 2m) < \tilde{\rho}_1(lk, m)$ allora è necessario andare al passo 1c; in caso contrario si deve andare al passo 2.
- 1c. Si dividono le n_i osservazioni in k batch di dimensione lm . Si calcola $\bar{X}(k, lm)$ e $\delta = t_{k-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\sigma^2[\bar{X}(k, lm)]}$ a partire dagli $\bar{X}_j(lm)$ con $j = 1, 2, \dots, k$. Se $\frac{\delta}{\bar{X}(k, lm)} < \gamma$ (con $\gamma = 0,075$) allora è possibile costruire un intervallo di confidenza per la media μ della prestazione desiderata. In caso contrario è necessario andare al passo 2.

Passo 2

Si pone $i = i + 1$ e $n_i = 2n_{i-2}$, si raccolgono le $n_i - n_{i-1}$ osservazioni aggiuntive necessarie e si torna al passo 1a.

In questo modo si è stimato che sono necessari 260 giorni, oltre ai 100 di transitorio, per ottenere l'intervallo di confidenza desiderato. Dato che il tempo computazionale per quanto riguarda la limitazione e il bilanciamento non costituiva un problema, si è deciso comunque di porre una lunghezza del *run* pari a 500 giorni, in modo da evitare ogni possibile errore.

5.3.3. La determinazione del numero di run

Come per la determinazione della lunghezza del transitorio, anche in questo caso è necessario risolvere un *trade-off* tra tempi lunghi di simulazione (a causa di un numero elevato di *run*) e significatività dei dati ottenuti. Tale problematica è molto importante specialmente se per le simulazioni vengono utilizzati *input* che seguono una distribuzione probabilistica, come in questo studio. Ne consegue che l'*output* della simulazione è una variabile aleatoria che può portare con sé più variabilità di quanta effettivamente se ne possa trovare in condizioni reali. Se la simulazione si basasse su dati di *input* deterministici non sarebbe necessario ricorrere a diverse *run* di simulazione, in quanto l'*output* non sarebbe sottoposto a variabilità dovuta alla distribuzione statistica di partenza. Per garantire dei dati significativi si è quindi ritenuto opportuno effettuare quattro *run* per ogni punto simulato. Tuttavia nel caso dell'algoritmo di bilanciamento dei carichi di lavoro la durata di ogni simulazione ammontava a circa 10 ore. Date le risorse disponibili limitate, il vincolo del tempo di calcolo è risultato determinante nella scelta di ridurre il numero di

norme simulate rispetto al caso di adozione dell'algoritmo di limitazione dei carichi di lavoro. Si è quindi optato per la sperimentazione di un minor numero di punti cercando però di garantirne comunque la significatività statistica.

5.4. Il modello di simulazione

In questo paragrafo si descriverà in maniera dettagliata il sistema di riferimento che è stato utilizzato per tutte le prove di simulazione necessarie per rispondere alle domande di ricerca. Come già anticipato, la configurazione analizzata è quella del pure flow shop. Per poter rispondere ai quesiti, risulta necessario una modifica sostanziale: i tempi di lavorazione standard degli ordini devono essere trasformati in classi.

Per effettuare le simulazioni ci si serve del software di simulazione Arena®, sviluppato dalla Rockwell Automation, e dei file formato Excel “definitivo_limitazione.xlsx” e “definitivo_bilancia.xlsx”, da cui Arena legge i dati in *input* e li aggiorna con lo scorrere del tempo. I risultati della simulazione vengono invece stampati in file di testo formato txt (“dati mattina.txt”, “dati sera.txt”, “storico ordini.txt”). Tali risultati sono poi aggregati ed elaborati all’interno di un file Excel chiamato “Storico.txt”.

5.4.1. Caratteristiche dello shop

Il modello che è stato simulato è basato su una configurazione di tipo *flow shop* puro ed ha le seguenti caratteristiche:

- numero di stazioni di lavoro: 5. Le stazioni sono poste in serie e non esistono stazioni in parallelo. Ogni stazione è fonte unica di capacità, la quale rimane costante. Esiste una linea sola di produzione.
- Capacità delle stazioni: 480 *minuti/giorno* (8 *h/giorno*). Le capacità sono uguali per ogni stazione.
- Capacità del sistema al giorno: $480 \text{ minuti/giorno a stazione} \cdot 5 \text{ stazioni} = 2.400 \text{ minuti}$.
- Massimo carico del sistema (*shop floor office + Pre-Shop Pool*) = 21.500 *minuti*.
- Tempo di simulazione: 500 *giorni*. Il numero massimo di ordini processabili su questo orizzonte temporale è quindi in media 7500.
- Rilascio: giornaliero, all’inizio di ogni periodo schedulato.
- Routing: nel nostro caso non esiste instradamento, in quanto in un *flow shop* gli ordini seguono sempre lo stesso percorso. I *job* passano per tutte le stazioni e una volta sola.
- Dispatching rule nello shop floor office: FCFS (*First Come First Served*).

5.4.2. Caratteristiche del *job* e calcolo delle *due date*

La *due date* viene calcolata come segue:

$$Due\ date = entry\ date + slack\ costante$$

Lo *Slack* per il calcolo delle *due date* è pari a 20 giorni.

Vengono definite ora le caratteristiche dei *job* che entrano sistema.

- Operations per job: ogni *job* viene lavorato 1 volta su ciascuno dei 5 stadi, che viene visitato in ordine dallo stadio 1 allo stadio 5. La configurazione è del *flow shop puro*.
- Numero di ordini totali in ingresso al sistema: 7800.
- Frequenza di arrivo degli ordini: gli ordini arrivano all'inizio di ogni giornata. Nella *Pre-Shop Pool* vengono immessi solo un numero di ordini sufficienti a saturare la capacità complessiva del sistema (pari a 21.500 minuti) senza mai superarla. Il numero di ordini massimo che può entrare nel *Pre-Shop Pool* al giorno è stato fissato a 30 per le simulazioni con l'algoritmo di limitazione e a 40 per le simulazioni con l'algoritmo di bilanciamento.
- Tempi di set-up: non considerati.
- Tempo di processamento delle operations: ottenuto tramite la distribuzione 2-Erlang (che è un caso particolare della distribuzione Gamma, è infatti caratterizzata da *shape parameter* intero). I parametri della distribuzione da cui sono stati presi i valori dei tempi di lavorazione sono i seguenti:

$$Shape\ parameter = k = 2.$$

$$Scale\ parameter = 1/\lambda = 16.$$

$$Media = k/\lambda = 32\ \text{minuti}.$$

$$Varianza = 512.$$

I dati sono stati generati tramite la funzione $gamrnd(k = 2, 1/\lambda = 16)$ del software Matlab®. Si è ritenuto ragionevole limitare superiormente la distribuzione a 300: i valori superiori a 300 minuti sono stati ricondotti a 300 minuti. Al fine di evitare stratificazioni i dati generati sono stati poi mischiati 300 volte, con l'ausilio di una macro che utilizza la funzione *casuale()* di Excel.

Successivamente i dati sono stati modificati (traslati) in modo da avere media esatta pari a 32 sui primi 7500 ordini.

Per definire i tempi di processamento dei *job* si è preferito utilizzare la distribuzione 2-Erlang rispetto a quella Esponenziale, in quanto, come suggerito da Oosterman et al. (2000), essa è in grado di modellizzare meglio i tempi di processamento dei *job shop* nella realtà. A testimonianza di questo è possibile osservare che gli studi successivi al *paper* di Oosterman et al. hanno prediletto la distribuzione 2-Erlang per definire i tempi di processamento dei *job* nelle simulazioni (Thürer et al. 2010). Thürer et al. (2010) hanno inoltre analizzato più a fondo le implicazioni nella scelta della distribuzione da utilizzare per modellizzare i tempi di processamento. A questo scopo hanno confrontato la distribuzione 2-Erlang con l'Esponenziale ed è emerso che l'Esponenziale ha un numero maggiore di *job* di dimensioni molto grandi e molto piccole. I tempi di processamento della 2-Erlang sono invece caratterizzati da una varianza minore. Questo confronto è mostrato molto chiaramente dalla Figura 8 (Gli autori suddividono i *job* in dieci gruppi in base alla loro dimensione; ogni gruppo fa riferimento ad una unità di tempo).

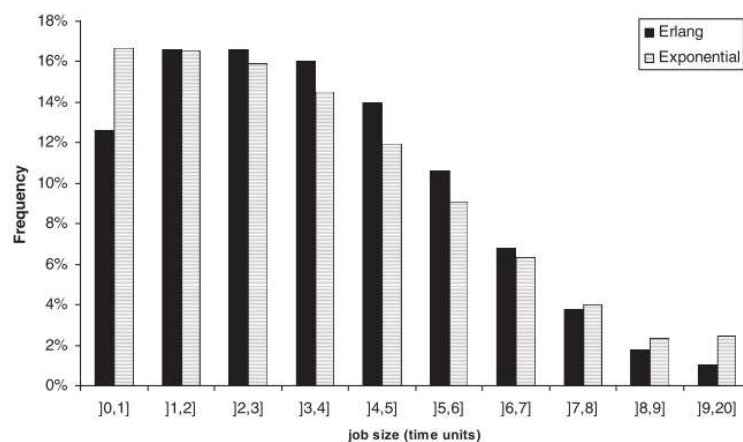


Figura 8 Confronto della distribuzione dei *job* tra Esponenziale e 2-Erlang

I risultati di questo studio mostrano come le simulazioni svolte con la 2-Erlang portino a *performance* globali migliori rispetto a quelle condotte utilizzando Esponenziale. Ciò vale soprattutto per quei metodi che rilasciano i *job* sulla base dei carichi aggregati. Infatti, se si utilizza un approccio di rilascio di tipo aggregato rimanente, accade che quando un *job* caratterizzato da alti tempi di lavorazione viene rilasciato, impatta notevolmente sui carichi di lavoro di tutte le stazioni comprese nel percorso che deve seguire. Questo potrebbe distorcere lo “stato reale” dello *shop floor office* e limitare il rilascio di altri *job*. Ne deriva che alcuni centri di lavoro possono

risultare inattivi ed altri sovraccarichi. Quindi, specialmente in questi casi, l'utilizzo della 2-Erlang porta ad ottenere prestazioni migliori. Per questo motivo si è ritenuto opportuno utilizzare questa tipologia di distribuzione anche nel modello di simulazione qui presentato.

5.4.3. *Experimental design*

Si è detto che la principale caratteristica che distingue il mondo dei servizi da quello manifatturiero è la minor disponibilità di informazioni, che non consente una stima precisa dei tempi di esecuzione degli ordini in ingresso. Le prove di simulazione hanno quindi l'obiettivo di testare proprio questo: può una stima meno accurata dei tempi di lavorazione apportare comunque miglioramenti alle prestazioni dello *shop*? Queste tecniche di *Order Review and Release* possono quindi essere applicate anche ai *service process*? Che livello di precisione sarebbe necessario raggiungere nella definizione dei tempi per ottenere dei risultati soddisfacenti?

Sono state effettuate un totale di diciotto prove di simulazione, ciascuna svolta con quattro diverse *run* di dati. All'interno di ogni prova sono presenti tre tipologie di tempi differenti:

- i **tempi standard** dei *job*, che sono utilizzati per rilasciare gli ordini nello *shop floor office*.
- i **tempi effettivi** dei *job*, che sono utilizzati per il calcolo dei tempi di permanenza del *job* nello *shop floor office* a consuntivo;
- i **tempi "reali"**, utilizzati per la fase di *order entry*³⁵. In ogni prova essi corrispondono ai tempi estratti dalla distribuzione 2-Erlang.

Si riportano le caratteristiche di ogni prova.

1. Rilascio dei *job* tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo dell'aggregato rimanente (**modello B**). Si utilizzano i dati reali ottenuti dalla **2-Erlang** sia per i tempi *standard* che per i tempi effettivi (i tempi di preventivo sono quindi uguali ai tempi di consuntivo), ai diversi livelli di norma.
2. Rilascio dei *job* tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo del *Total Shop* (**modello A**). Si utilizzano sia per i tempi *standard* che per quelli effettivi i dati reali ottenuti dalla **2-Erlang** (i tempi di preventivo sono quindi uguali ai tempi di consuntivo), ai diversi livelli di norma.

³⁵ Il funzionamento delle fasi della simulazione verranno in seguito spiegate.

3. Rilascio dei *job* tramite modello di **bilanciamento**. Si utilizzano sia per i tempi *standard* che per quelli effettivi i dati reali ottenuti dalla **2-Erlang** (i tempi di preventivo sono quindi uguali ai tempi di consuntivo), ai diversi livelli di norma.

Queste prime tre tipologie di simulazione, che utilizzano in *input* i dati reali, fungono da punto di riferimento per capire di quanto ci si deve attendere che migliorino le prestazioni nel momento in cui i tempi di lavorazione dei *job* alle diverse stazioni vengono stimati con maggior accuratezza.

Le aziende di servizio sono caratterizzate da situazioni di forte scarsità di informazioni sui tempi di lavorazione dei *job*; per poter ricreare queste condizioni i tempi *standard* sono stati suddivisi in tre classi “alto”, “medio” e “basso”³⁶:

4. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo dell'aggregato rimanente (**modello B**) ai diversi livelli di norma. Si utilizzano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **tre classi**. I tempi di consuntivo sono invece quelli reali ottenuti dalla **2-Erlang**.
5. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo di aggregazione del carico “*Total Shop*” (**modello A**) ai diversi livelli di norma. Si usano come tempi *standard* i dati “semplificati”, suddivisi in **tre classi**. I tempi di consuntivo sono invece quelli reali ricavati dalla **2-Erlang**.
6. Rilascio tramite modello di **bilanciamento** ai diversi livelli di norma. Si usano come tempi *standard* i dati “semplificati”, suddivisi in **tre classi**. I tempi di consuntivo sono invece quelli reali ricavati dalla **2-Erlang**.

Si procede poi con l'affinamento della suddivisione in classi dei tempi di lavorazione: si ipotizza che il decisore, sempre sotto la condizione di scarsità informativa, sia in grado di classificare il tempo di lavorazione di un *job* in cinque categorie distinte.

7. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo dell'aggregato rimanente (**modello B**) ai diversi livelli di norma. Si utilizzano come tempi *standard* i dati “semplificati”, suddivisi in **cinque classi**. I tempi di consuntivo sono invece quelli reali ottenuti dalla **2-Erlang**.

³⁶ La suddivisione nelle classi verrà meglio dettagliata in seguito.

8. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo di aggregazione del carico “*Total Shop*” (**modello A**) ai diversi livelli di norma. Si impiegano come tempi *standard* i dati “semplificati”, suddivisi in **cinque classi**. I tempi di consuntivo sono invece quelli reali ricavati dalla **2-Erlang**.
9. Rilascio tramite modello di **bilanciamento** ai diversi livelli di norma. Si impiegano come tempi *standard* i dati “semplificati”, suddivisi in **cinque classi**. I tempi di consuntivo sono invece quelli reali ricavati dalla **2-Erlang**.

Finora si è ipotizzato che i tempi di lavorazione *standard* fossero uguali a quelli a consuntivo. Tuttavia nella realtà non è mai così: il tempo che effettivamente impiega un ordine ad essere completato varia a causa degli imprevisti in cui si incorre ogni giorno. Per questo motivo da ora si cercherà di valutare quanto buoni sono i modelli sopra presentati in situazioni difficili da prevedere, introducendo delle distorsioni nei tempi *standard* estratti dalla 2-Erlang. Il procedimento seguito verrà spiegato in seguito.

10. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo dell'aggregato rimanente (**modello B**) ai diversi livelli di norma. I tempi *standard* sono ottenuti dalla **2-Erlang** mentre quelli di consuntivo dalla distribuzione **Gamma** (all'interno della quale sono state introdotte delle distorsioni).
11. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo del *Total Shop* (**modello A**) ai diversi livelli di norma. I tempi *standard* sono ricavati dalla **2-Erlang** e i tempi di consuntivo sono ottenuti dalla distribuzione **Gamma**.
12. Rilascio tramite modello di **bilanciamento** ai diversi livelli di norma. I tempi *standard* sono ricavati dalla **2-Erlang** e i tempi di consuntivo sono ottenuti dalla distribuzione **Gamma**.
13. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo dell'aggregato rimanente (**modello B**) ai diversi livelli di norma. Si utilizzano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **tre classi**. I tempi effettivi sono invece acquisiti dalla distribuzione **Gamma**.
14. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo di aggregazione del carico “*Total Shop*” (**modello A**) ai diversi livelli di norma. Si usano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **tre classi**. I tempi effettivi sono invece ottenuti dalla distribuzione **Gamma**.

15. Rilascio tramite modello di **bilanciamento** ai diversi livelli di norma. Si usano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **tre classi**. I tempi effettivi sono invece ottenuti dalla distribuzione **Gamma**.
16. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo dell'aggregato rimanente (**modello B**) ai diversi livelli di norma. Si impiegano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **cinque classi**. I tempi effettivi sono invece ricavati dalla distribuzione **Gamma**.
17. Rilascio tramite algoritmo di limitazione che si serve del metodo di aggregazione del carico “*Total Shop*” (**modello A**) ai diversi livelli di norma. Si utilizzano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **cinque classi**. I tempi effettivi sono invece ottenuti dalla distribuzione **Gamma**.
18. Rilascio tramite modello di **bilanciamento** ai diversi livelli di norma. Si utilizzano come tempi *standard* dei dati “semplificati”, suddivisi in **cinque classi**. I tempi effettivi sono invece ottenuti dalla distribuzione **Gamma**.

Per maggior chiarezza si riporta una tabella riassuntiva di tutte le prove effettuate.

Prova	Modello di aggregazione	Tempi <i>standard</i>	Tempi effettivi
1	Aggregato rimanente	2-Erlang	2-Erlang
2	<i>Total Shop</i>	2-Erlang	2-Erlang
3	Bilanciamento	2-Erlang	2-Erlang
4	Aggregato rimanente	Tre classi	2-Erlang
5	<i>Total Shop</i>	Tre classi	2-Erlang
6	Bilanciamento	Tre classi	2-Erlang
7	Aggregato rimanente	Cinque classi	2-Erlang
8	<i>Total Shop</i>	Cinque classi	2-Erlang
9	Bilanciamento	Cinque classi	2-Erlang
10	Aggregato rimanente	2-Erlang	Gamma
11	<i>Total Shop</i>	2-Erlang	Gamma
12	Bilanciamento	2-Erlang	Gamma
13	Aggregato rimanente	Tre classi	Gamma
14	<i>Total Shop</i>	Tre classi	Gamma
15	Bilanciamento	Tre classi	Gamma
16	Aggregato rimanente	Cinque classi	Gamma
17	<i>Total Shop</i>	Cinque classi	Gamma
18	Bilanciamento	Cinque classi	Gamma

Tabella 9 Prove di simulazione effettuate

Per le prove vengono quindi utilizzati tre modelli di rilascio differenti, due di limitazione e quello di bilanciamento. Le norme imposte per ognuna delle dodici prove tramite algoritmo di limitazione e per ogni *run* di dati sono dieci:

- norma 10.000 minuti (che rappresenta il 2.083% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro), usata per simulare il caso di assenza della *Pre-Shop Pool*.
- norme sempre più stringenti a partire da quella di 5000 minuti:
 - o 5000 (pari al 1042% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);

- 4300 (pari al 896% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro), corrispondente alla capacità totale del sistema (21.500 minuti) divisa per il numero delle stazioni (5);
- 4000 (pari al 833% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);
- 3000 (pari al 625% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);
- 2500 (pari al 521% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);
- 2000 (pari al 417% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);
- 1600 (pari al 333% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);
- 1280 (pari al 267% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro);
- 960 (pari al 200% della capacità giornaliera disponibile in una stazione di lavoro).

Per quanto riguarda i bilanciamenti, le sei prove differenti sono state condotte su un minor numero di norme, a causa dei maggiori tempi computazionali necessari ad effettuare queste simulazioni. Le norme scelte sono quelle che evidenziano i maggiori miglioramenti rispetto alle limitazioni, quindi quelle più basse. Tali norme sono quindi: 960, 1280, 1600, 2000, 3000 e 4000.

In totale sono state effettuate 600 simulazioni.

5.4.4. Metodologia per il calcolo delle classi

5.4.4.1. Suddivisione dei tempi *standard* in 3 classi

Le tre classi in cui sono stati suddivisi i tempi di lavorazione di ciascun *job* sono state trovate a partire dai quantili della distribuzione di probabilità teorica cumulata 2-Erlang. Le classi sono state definite seguendo la logica di equinumerosità: determinare quindi i quantili in modo che in ogni classe ricadano i valori con uguale probabilità (nel nostro caso pari al 33% in ogni classe). Il calcolo dei quantili teorici è stato effettuato tramite la funzione di Matlab® $gaminv(p, k, 1/\lambda)$, con p = probabilità dell'osservazione di ricadere nell'intervallo in esame. Sono state così ottenute le seguenti classi:

- classe "basso": al suo interno vi sono i valori inferiori al quantile in corrispondenza della probabilità di 0,33 della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16 ($q = 18,8742$, arrotondato a 19);

- classe “medio”: al suo interno vi sono i valori compresi tra il quantile in corrispondenza della probabilità di 0,33 e il quantile corrispondente alla probabilità di 0,67 ($q = 36,8593$, arrotondato a 37) della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16;
- classe “alto”: al suo interno vi sono i valori superiori al quantile in corrispondenza della probabilità di 0,67 della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16.

Il valore rappresentativo di ciascuna classe corrisponde alla mediana di ciascun intervallo, in modo tale da essere equidistante da tutti gli altri. I valori assunti dalle classi sono quindi i seguenti (i valori sono stati arrotondati a numeri interi):

- “basso”: 12 minuti (51,96);
- “medio”: 27 minuti (26,85);
- “alto”: 52 minuti (11,70).

5.4.4.2. Suddivisione dei tempi *standard* in 5 classi

Il procedimento per la suddivisione in cinque classi è analogo a quello descritto per le tre classi: anche in questo caso esse sono equinumerose e determinate a partire dai quantili della distribuzione cumulata teorica.

- classe 1: al suo interno vi sono i valori inferiori al quantile in corrispondenza della probabilità di 0,2 della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16 ($q = 13,1902$, arrotondato a 13);
- classe 2: al suo interno vi sono i valori compresi tra il quantile in corrispondenza della probabilità di 0,2 e il quantile corrispondente alla probabilità di 0,4 ($q = 22,0227$, arrotondato a 22) della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16;
- classe 3: al suo interno vi sono i valori compresi tra il quantile in corrispondenza della probabilità di 0,4 e il quantile corrispondente alla probabilità di 0,6 ($q = 32,357$, arrotondato a 32) della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16;
- classe 4: al suo interno vi sono i valori compresi tra il quantile in corrispondenza della probabilità di 0,6 e il quantile corrispondente alla probabilità di 0,8 ($q = 47,9089$, arrotondato a 48) della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16;
- classe 5: al suo interno vi sono i valori superiori al quantile in corrispondenza della probabilità di 0,8 della distribuzione Gamma con parametri 2 e 16.

I valori assunti dalle classi sono quindi i seguenti (i valori sono stati arrotondati a numeri interi):

- classe "1": 9 minuti (8,51);
- classe "2": 18 minuti (17,56);
- classe "3": 27 minuti (26,85);
- classe "4": 39 minuti (39,03);
- classe "5": 62 minuti (62,24).

5.4.5. Metodologia per il calcolo dei tempi effettivi "distorti"

È stato necessario introdurre delle distorsioni all'interno della distribuzione 2-Erlang per poter simulare l'avvento di imprevisti durante la produzione che facessero discostare i tempi *standard* da quelli effettivi. Per poter fare questo i valori da 0 a 300 minuti (tempo minimo e tempo massimo possibili) sono stati suddivisi in nove intervalli equinumerosi; al loro interno sono stati inseriti i tempi di lavorazione estratti dalla 2-Erlang dei 7800 ordini; ad esempio, nel primo intervallo sono stati fatti rientrare tutti i tempi di lavorazione minori o uguali a 32 minuti. Per ognuno dei nove intervalli è stato estratto da distribuzioni Gamma differenti un numero di valori pari agli ordini presenti negli intervalli stessi. A tali valori è stata poi sottratta la media, in modo che, oscillando intorno allo zero, alcuni avessero valori positivi e altri negativi. Le distorsioni così create sono poi state sommate ai tempi della 2-Erlang. La media e la deviazione *standard* delle differenti distribuzioni Gamma sono state scelte in modo tale che le distorsioni per tempi bassi fossero molto alte in termini relativi ma basse in termini assoluti; le distorsioni per tempi alti fossero basse in termini relativi e alte in termini assoluti. Queste quindi crescono in termini assoluti e decrescono in termini relativi passando ad intervalli di tempi più elevati. La scelta dipende dal fatto che quando gli operatori impiegano poco tempo per eseguire un ordine, la possibilità che un imprevisto faccia raddoppiare o triplicare il tempo di processamento dell'ordine è elevata; tuttavia, se la lavorazione richiede 5 minuti, è molto improbabile che un imprevisto faccia levitare quel tempo ad un'ora (+55 minuti, cioè 11 volte il valore preventivato). Al contrario, se la lavorazione richiede 110 minuti, è possibile trovare imprevisti che aumentino il tempo di processamento di 55 minuti, che corrisponde invece al 50% di tempo in più. Si riportano, per ognuna delle nove fasce in cui i tempi sono stati suddivisi, i parametri della distribuzione Gamma utilizzati per generare le distorsioni.

<i>Fasce [min]</i>	<i>Media [min]</i>	<i>Deviazione standard</i>	<i>k</i>	$1/\lambda$
0-32	7	4	3.0625	2.285714
32-64	18	6	9	2
64-96	30	8	14.0625	2.133333
96-128	40	10	16	2.5
128-160	50	12	17.36111	2.88
160-192	60	14	18.36735	3.266667
192-228	70	16	19.14063	3.657143
228-264	78	17.2	20.56517	3.792821
264-300	85	18	22.29938	3.811765

Tabella 10 Valori dei parametri per la creazione delle distorsioni

È da segnalare che in alcuni casi il tempo ottenuto da queste operazioni risultava negativo. Si sono infatti verificati casi in cui a tempi di lavorazione bassi venissero sottratte distorsioni più elevate in termini assoluti (si ricorda che le distorsioni sommate sono casuali). Questi casi “sfortunati” sono stati corretti manualmente, in modo che il tempo di lavorazione non risultasse negativo.

5.4.6. Funzionamento del modello di simulazione

Il modello utilizzato per simulare segue i passi presentati all'interno della letteratura che sono stati sopra presentati. Si dettagliano ora per il caso specifico.

FASE DI *ORDER ENTRY*. Ogni giorno giungono al sistema 30 nuovi ordini. Gli ordini in ingresso non vengono tutti accettati, ma si accettano solo quegli ordini che non fanno superare il carico massimo del sistema (carico delle *Pre-Shop Pool* + carico dello *shop floor office* = 21.500 minuti). Per il calcolo del carico massimo del sistema necessario per l'*order entry* devono essere utilizzati i **tempi di lavorazione “reali”** degli ordini (estratti dalla 2-Erlang), sia per i tempi degli ordini in *Pre-Shop Pool*, sia per quelli in arrivo, sia per quelli in coda nello *shop floor office*. Quindi, se aggiungendo il primo ordine in arrivo il carico massimo del sistema è minore di 21.500, l'ordine viene accettato e inserito in *Pre-Shop Pool*. Si prosegue così fino a quando il nuovo ordine da inserire non farebbe superare il massimo carico complessivo accettabile. Gli altri ordini si rifiutano.

A questo punto viene aggiornato il numero di ordini complessivi entrati in *Pre-Shop Pool* dal giorno 1 al giorno a cui si è giunti.

FASE DI PRE-SHOP POOL. Gli ordini rilasciati il giorno prima vengono eliminati dalla *Pre-Shop Pool*. I nuovi ordini, appena giunti a sistema e accettati, sono invece inseriti nella *pool*. Il contenuto di lavoro dei *job* presenti in *Pre-Shop Pool* è quello **reale** (valori estratti dalla 2-Erlang). Il modello legge quindi gli ordini nuovi entrati quel giorno in *Pre-Shop Pool* e trascrive i tempi reali corrispondenti. Per ogni ordine nuovo in ingresso in *Pre-Shop Pool* si indica il giorno di ingresso (per il calcolo della *due date*). Vengono poi calcolate le *due date* degli ordini appena giunti (*due date* = giorno di ingresso nel sistema + *slack* definito a priori, nel nostro caso 20 giorni) e si riducono di un giorno le *due date* degli ordini che erano già presenti in *Pre-Shop Pool* ma che non sono stati rilasciati il giorno precedente.

FASE DI ORDER RELEASE. Vengono rilasciati i *job* fino a quando il carico ad una stazione non è completo (cioè fino a quando l'immissione del *job* successivo non farebbe superare la norma imposta alla stazione). I *job* vengono lasciati entrare nello *shop floor office* in base alle *due date*: per fare questo si ordinano i *job* in base alla *due date*, si calcola il carico disponibile ad ogni stazione (carico massimo imposto in *input* dalla norma meno il carico già presente alla stazione) e poi si rilasciano i primi *n* ordini, fino a quando la somma dei tempi di lavorazione degli ordini da rilasciare e quelli già presenti nello *shop floor office* non supera il carico massimo ad una stazione. Solitamente non si raggiunge il massimo carico disponibile; per questo l'algoritmo va poi a cercare se nella *Pre-Shop Pool* vi sono ordini che, se immessi nello *shop floor office*, non causerebbero il superamento della norma alla stazione "collo di bottiglia". Si va quindi a ricercare tra gli ordini quelli che, se rilasciati, non causerebbero il superamento del carico limite. Per fare questo si identifica un tempo limite (*time limit*³⁷): i *job* che hanno la *due date* che supera il *time limit* non sono considerati per questa ricerca. Una volta deciso stabilito cosa rilasciare, i carichi alle stazioni vengono aggiornati. Il calcolo del carico dipende dal modello di limitazione utilizzato: se si usa il *Total Shop* si considera il carico diretto di una stazione; se si usa l'Aggregato Rimanente si considera il carico diretto più il carico presente nelle stazioni a monte. I tempi utilizzati per il calcolo dei carichi alle stazioni per il rilascio degli ordini sono quelli **standard**, suddivisi in classi. Sono infatti i tempi che il decisore conosce e su cui si basa per schedulare gli ordini.

³⁷ Il *Time Limit* è il numero di giornate che si prendono in considerazione per la schedulazione del *job*.

SHOP FLOOR OFFICE. In questa fase si fa in modo che trascorra l'intera giornata lavorativa (8 ore) e che gli ordini vengano lavorati. Gli ordini in coda alle stazioni vengono trattenuti all'interno della stazione stessa per il loro **tempo effettivo** di lavorazione (che può essere differente o uguale a quello reale, quindi derivante dalla 2-Erlang o dalla stessa 2-Erlang distorta). Man mano che gli ordini nella stazione vengono completati, si aggiornano i carichi presenti nelle stazioni. Al termine della giornata, se il *job* in lavorazione nella stazione non è completo, viene terminato il giorno successivo (in questo giorno viene conteggiato solamente il tempo effettivamente lavorato).

Si passa poi al giorno seguente e si ripetono tutte queste operazioni.

Le operazioni sono portate a termine tramite l'ausilio di macro. Alla fine e durante ognuna di queste fasi, Arena si preoccupa di scrivere all'interno dei file testo tutti i dati necessari per il calcolo dei risultati:

- Carichi (reali) presenti ad ogni stazione al momento del rilascio e alla fine della giornata;
- Pezzi in coda e tempo in coda alle singole stazioni, al mattino e a fine giornata;
- Ordini giunti a sistema quel giorno e ordini cumulati giunti finora;
- Ordini rilasciati giornalmente;
- Numero di ordini (e nome degli ordini) in *Pre-Shop Pool* al momento del rilascio e dopo il rilascio (stato della *Pre-Shop Pool*);
- *Due date* degli ordini;
- Istante di ingresso del *job* nella stazione e istante di uscita (e istante di ingresso nello *shop floor office* e istante di uscita);
- Numero di *job* completati ogni giorno;
- Giorno di uscita dell'ordine completato;
- WIP del sistema (ordini già in parte lavorati).

5.4.7. Meccanismo di rilascio: l'algoritmo di limitazione con priorità alla data di consegna più recente (EDD)

In questo paragrafo viene presentato la logica di funzionamento dell'algoritmo di limitazione.

La metodologia di rilascio che assegna una priorità superiore agli ordini con data di consegna inferiore, o *Earliest Due Date* (EDD), è il risultato di un algoritmo che segue i seguenti passi:

- 1- Ordinamento dei *job* in *Pre Shop Pool* in base alla *due date*.
- 2- Selezione dei *job* da rilasciare in ordine di *due date* finché non viene superato il limite imposto ad almeno una stazione.
- 3- Selezione tra i *job* rimanenti di quelli i cui tempi di lavorazione sommati al carico già allocato non superano la norma prevista per ogni stazione (*Time Limit = 50 giorni*).
- 4- Rilascio dei *job* ed inserimento dei nuovi arrivati.
- 5- Ultimate le operazioni, al trascorrere della giornata si ritorna al passo 1.

Si assume che nella fase di rilascio i materiali e le informazioni necessarie siano tutti disponibili.

Il valore della capacità imposto all'algoritmo EDD si ricava dalla lettura del carico di lavoro presente al termine della giornata. Se il meccanismo di rilascio utilizzato è quello del *Total Shop* (Modello A), il calcolo del carico ad ogni stazione effettuato al punto 3 tiene conto solamente del carico diretto (cioè quello effettivamente presente davanti alla stazione in esame). Se il meccanismo di rilascio è invece basato sull'aggregato rimanente (Modello B), il calcolo del carico al punto 3 considera anche il carico presente nelle stazioni a monte di quella in esame. Il carico allocabile alle stazioni a valle è quindi minore rispetto a quelle più a monte, se le stazioni a monte stanno processando ordini.

Un algoritmo di questo genere si pone l'obiettivo di ridurre il più possibile la probabilità di consegnare in ritardo degli ordini, inserendo prima nel sistema i prodotti caratterizzati da data di consegna più vicina. Inoltre, per incrementare il più possibile la produttività giornaliera, si rilascia una quantità di lavoro che, almeno per una stazione, è molto vicina al limite imposto dal controllo del carico. Tuttavia l'algoritmo, non livellando i carichi rilasciati per ciascuna stazione, rischia di creare situazioni di sbilanciamento interno, incrementando la dimensione delle code nell'*office* e, di conseguenza, allungando i tempi di attraversamento dello *shop*.

5.4.8. Meccanismo di rilascio: l'algoritmo di bilanciamento

In questo paragrafo viene presentato la logica di funzionamento dell'algoritmo di bilanciamento, i vincoli che si vanno ad imporre e le variabili coinvolte.

Le **variabili** coinvolte nell'algoritmo sono le seguenti:

$s = 1 \dots 5$ è il numero degli stadi presenti nello *shop floor office*. In questo caso sono cinque.

n_{Ord} è la quantità di ordini presenti in *Pre-Shop Pool*. Questo valore varia giornalmente in funzione del rapporto tra output del sistema e *job* in arrivo.

Time Limit è l'orizzonte temporale di riferimento. Questo limite di tempo è utilizzato nella procedura di rilascio per restringere il *set* di *job* considerati per il rilascio da quei *job* che sono urgenti. In questo caso la *Time Limit* è pari a 15 giorni e coincide con la visibilità della schedulazione. La scelta di questo valore è giustificata dal fatto di avere un orizzonte di pianificazione sufficientemente lungo ma che non comprometta la lunghezza dei tempi di calcolo.

$t_{i,k}$ è il tempo di lavoro dell'ordine i -esimo sulla stazione k .

cap_k è la capacità della stazione k . In questo caso tutte le stazioni hanno capacità 480 minuti.

$carico_{g,k}$ è il carico rilasciato per ciascun periodo g sulla stazione k . Ogni periodo è di 480 minuti.

$si_{g,k}$ è lo scostamento inferiore, calcolato per il periodo a sulla stazione k , tra il caricamento giornaliero e la capacità della risorsa.

$ss_{g,k}$ è lo scostamento superiore, calcolato per il periodo a sulla stazione k , tra il caricamento giornaliero e la capacità della risorsa.

$deltaobj_k$ è la quantità di lavoro che è necessario rilasciare su ogni stazione per poter portare il sistema ad un livello obiettivo di carico ad inizio giornata. Questa grandezza viene calcolata solo per il primo *batch* (che è il giorno in cui avviene il rilascio) ed è pari a

$$deltaobj_k = livello\ obiettivo_k - carico\ a\ fine\ giornata_k$$

Dove $livello\ obiettivo_k = 480\ min + norma_k$. Il livello obiettivo corrisponde al carico che si vuole ottenere ad inizio giornata tale per cui, una volta trascorsa la giornata stessa (480 minuti), sarà presente nel sistema esattamente un carico di lavoro corrispondente alla norma.

Il valore di $deltaobj_k$ sarà identico a cap_k se il carico presente a fine giornata è esattamente uguale alla norma: la stazione in esame deve cioè essere caricata solo di 480 minuti, cioè della quantità di lavoro processabile nella giornata.

$x_{i,g}$ è la variabile binaria che, se uguale a uno, indica che l'ordine i è assegnato al *batch* giornaliero g .

La funzione obiettivo. Per poter bilanciare i carichi tra le stazioni, l'algoritmo minimizza gli scarti associati ad ogni stazione k e ad ogni giorno g (per un totale di 5 stazioni per 15 giorni):

$$\min \sum_g \sum_k [(s_{i,g,k} + ss_{g,k}) \cdot peso_g]$$

Per evitare logiche miopi focalizzate sul breve periodo, il modello di bilanciamento utilizzato effettua una schedulazione di tutti gli ordini della *Pre-Shop Pool* su un orizzonte temporale lungo, valutando come il rilascio di oggi impatta su quelli futuri. Così si evita di bilanciare solo il carico del primo giorno e di disinteressarsi delle giornate successive. Infatti, se si bilanciassero il carico solamente del primo giorno, si rischierebbe di ottenere schedulazioni scadenti nei giorni successivi al primo, perché si ridurrebbe di molto il numero di ordini caratterizzati da un tempo di lavorazione breve e quindi necessari al raggiungimento di un buon livellamento. Al contrario, se il modello presenta visibilità estesa su più periodi di programmazione, è possibile raggiungere un'ottimizzazione globale migliore nel tempo. Per poter dare una rilevanza differente ai bilanciamenti effettuati in giorni differenti, si utilizza la variabile *peso*, che assume valori più elevati i primi giorni di programmazione. I pesi sono definiti secondo una curva esponenziale negativa con base 1,5 e diminuiscono all'aumentare della posizione della giornata nell'orizzonte considerato. La formula per la determinazione dei pesi è la seguente:

$$peso_g = \frac{1}{1,5^g}$$

I **vincoli** del modello sono i seguenti:

i primi quattro definiscono lo scostamento inferiore e superiore per ciascuna stazione. I primi due lo fanno per il primo periodo di schedulazione, i secondi per i periodi successivi. Essi hanno la seguente forma:

1. $s_{i,g,k} = \max[\text{deltaobj}_k - \text{carico}_{g,k}; 0]$ $g = 1, \forall k$
2. $ss_{g,k} = \max[\text{carico}_{g,k} - \text{deltaobj}_k; 0]$ $g = 1, \forall k$
3. $s_{i,g,k} = \max[\text{cap}_k - \text{carico}_{g,k}; 0]$ $g \neq 1, \forall k$

$$4. \quad ss_{g,k} = \max[carico_{g,k} - cap_k; 0] \quad g \neq 1, \forall k$$

Dove g è il giorno di schedulazione e k è la stazione.

Il quinto gruppo di vincoli determina il valore del carico per ogni singola giornata su ogni stazione: si effettua la somma dei tempi di tutti gli ordini presenti nella *Pre-Shop Pool* moltiplicati per la booleana $x_{i,g}$.

$$5. \quad carico_{g,k} = \sum_{i=1}^{nOrd} t_{i,k} x_{i,g} \quad \forall g, \forall k$$

I successivi vincoli sono da considerare nel caso in cui l'istante al più presto dell'ordine sia inferiore alla *Time Limit*.

$$6. \quad \text{Se } Presto_i < Time \text{ Limit,}$$

$$\min [Tardi_i, Time \text{ Limit}] \sum_{g=Presto_i} x_{i,g} = 1 \quad \forall i$$

L'obiettivo di questo vincolo è di preservare la coerenza tra il modello e la schedulazione reale: si impone che l'ordine possa essere schedulato solo in una tra tutte le giornate. L'estremo superiore della sommatoria considera il minimo tra l'istante al più tardi e la *Time Limit*; in questo modo si cerca di schedulare l'ordine in una giornata che appartiene sia all'intervallo di rilascio che all'orizzonte di programmazione; in questo modo si definisce a priori un giorno nel quale ogni *job* verrà realizzato. In particolare è necessario definire le variabili $Presto_i$ e $Tardi_i$, cioè la prima e l'ultima giornata all'interno dell'orizzonte temporale in cui è possibile produrre il generico ordine i , contenuto nella *Pre-Shop Pool*, senza generare ritardi. Per determinarli è necessario calcolare prima la *due date* dell'ordine e definire il tempo di attraversamento del sistema (espresso in giorni); in questo studio è stato stimato a partire dallo *Shop Floor Time* medio storico nel caso del *Total Shop* calcolati ai diversi livelli di norma. Una volta determinati questi termini, la variabile $Tardi_i$ è calcolata, per ogni ordine i , come

$$Tardi_i = due \ date_i - T_{ATT_i}$$

Una volta raggiunto tale giorno il *job* viene obbligatoriamente rilasciato nello *shop floor office*.

Infine è necessario imporre che entrambi gli scarti siano non negativi:

$$7. \quad s_{g,k}^i, ss_{g,k} \geq 0 \quad \forall g, \forall k$$

Per poter effettuare le simulazioni tramite il modello di bilanciamento dei carichi di lavoro è stato necessario ricorrere ad un altro programma, Ilog Cplex[®], un risolutore a programmazione lineare mista intera. Tale programma, leggendo i dati in *input* necessari dal file Excel, calcola giornalmente il bilanciamento ottimale dei carichi di lavoro alle stazioni e stabilisce quali degli ordini presenti in *Pre-Shop Pool* devono essere rilasciati. Quindi ogni giorno una macro attiva questo programma, che risolve il problema di minimizzazione vincolata e restituisce, tramite una serie di zeri e uni, quali ordini devono essere rilasciati nello *shop floor office* quel giorno.

È da segnalare che il programma Ilog Cplex[®] trova la soluzione ottima servendosi dell'algoritmo del semplice. Esso valuta una grande quantità di soluzioni possibili e tra queste sceglie quella che minimizza la funzione obiettivo. La ricerca della soluzione ottima richiede tempo: spesso il tempo che il programma impiega a trovare la soluzione ottima assoluta è troppo elevato, per questo viene imposto un tempo limite per definirla. Una volta raggiunto tale limite, la soluzione fattibile migliore che è stata trovata fino a quel momento diviene quella ottima e la simulazione prosegue. Per questo, specialmente per norme basse, la soluzione trovata è spesso di ottimo relativo e non assoluto.

5.4.9. Misura dei risultati

Nel file di storico sono state registrate diverse misure. Si riportano quelle rilevanti per la nostra analisi³⁸.

$$\% \text{ Ordini in ritardo} = \frac{\text{numero ordini in ritardo}}{\text{numero totale di ordini}}$$

$$\text{Ritardo medio [g]} = \mu_{\text{ordini in ritardo}}(\text{ritardi})$$

$$\% \text{ Ordini in anticipo} = \frac{\text{numero ordini in anticipo}}{\text{numero totale di ordini}}$$

³⁸ Il numero di giorni della simulazione è 500. Per il calcolo dei risultati non sono tuttavia stati considerati i primi 100 giorni, in quanto sono giorni di transitorio; la misura dei risultati deve essere infatti svolta in condizioni di regime.

$$\mathbf{Anticipo\ medio\ [g]} = \mu_{ordini\ in\ anticipo}(anticipi)$$

Saturazione media

$$= \mu_{stazioni} \left(\mu_{giorni}(\text{tempo di lavorazione giornaliero}_{stazione} [h]) / 8[h/g] \right)$$

$$\mathbf{Output\ medio\ [pz]} = \mu_{giorni}(\text{output giornaliero})$$

Carico medio sistema [min]

$$= \mu_{stazioni} \left(\mu_{giorni}(\text{carico giornaliero prima del rilascio}_{stazione}^{39}) \right)$$

Stabilità del carico medio

$$= \mu_{giorni} \left(\frac{\sigma_{stazioni}(\text{carico giornaliero prima del rilascio}_{stazione})}{\mu_{stazioni}(\text{carico giornaliero prima del rilascio}_{stazione})} \right)$$

Caricamento medio del sistema [min]

$$= \mu_{stazioni}(\mu_{giorni} \text{ carico giornaliero dopo il rilascio}^{40}) \\ - \mu_{giorni} \text{Carico giornaliero prima del rilascio})$$

Stabilità del caricamento medio

$$= \mu_{giorni} \left(\frac{\sigma_{stazioni}(\text{carico giornal. dopo il rilascio} - \text{carico giornal. prima del rilascio})}{\mu_{stazioni}(\text{carico giornal. dopo il rilascio} - \text{carico giornal. prima del rilascio})} \right)$$

Bilanciamento delle stazioni

$$= \mu_{giorni} \left(\frac{\sigma_{stazioni}(\text{carico giornaliero dopo il rilascio}_{stazione})}{\mu_{stazioni}(\text{caricogiornaliero dopo il rilascio}_{stazione})} \right)$$

$$\mathbf{GTT\ medio\ [h]} = \mu_{ordini} \left(\text{SFT}[h] + \text{PSPT}[g] \cdot 8 \left[\frac{h}{g} \right] \right)$$

SFT medio [h]

$$= \mu_{ordini}(\text{istante di uscita dalla stazione 5} \\ - \text{istante di ingresso alla stazione 1})$$

$$\mathbf{PSPT\ medio\ [g]} = \mu_{ordini}(\text{tempo di attesa in PSP})$$

$$\mathbf{WIP\ medio\ [pz]} = \mu_{giorni}(\text{numero pezzi in coda} + \text{numero pezzi in lavorazione})$$

³⁹ Vengono definiti come "carichi alla sera".

⁴⁰ Vengono definiti come "carichi alla mattina".

Dove:

$$\mu_x(y) = \frac{\sum_{i=1}^N y(i)}{N} \quad x = 1 \dots N$$

$$\sigma_x(y) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y(i) - \mu_x(y))^2}{N - 1}} \quad x = 1 \dots N$$

Il *Gross Throughput Time* (GTT) è il tempo di attraversamento della *Pre Shop Pool* (*Pre Shop Pool Time*, PSPT) più il tempo di attraversamento dello *shop* (*Shop floor time*, SFT). È quindi il tempo che il *job* impiega per attraversare l'intero sistema. Esso incorpora il tempo trascorso nella *Pre-Shop Pool* e fornisce un'*overview* delle *performance* del *job* all'interno dell'intero sistema. Lo *Shop floor time* descrive invece le *performance* del *job* dopo il rilascio e permette di valutare le prestazioni dello *shop floor office*.

Le principali misure delle *performance* utilizzate sono quella legata al tempo di attraversamento del sistema (*Gross Throughput Time*) e quella legata all'*output* del sistema.

200

Ciò che ci si aspetta di ottenere dall'analisi dei risultati è che, tramite l'utilizzo dei tre modelli, le prestazioni del sistema migliorino rispetto al caso base (che è l'assenza della *Pre-Shop Pool*) anche in presenza di scarsità informativa (e quindi con i tempi suddivisi in classi). Non è quindi necessario lavorare in termini di tempi "reali": è possibile ottenere miglioramenti anche all'interno delle aziende di servizio. Lo stesso discorso vale nel caso in cui vengono introdotti degli imprevisti nelle lavorazioni: il sistema è comunque meglio gestibile rispetto al caso base, anche se nel caso delle classi le *performance* sono inferiori.

Ci si aspetta inoltre che le *performance* del sistema che utilizza una suddivisione in classi più "precisa", e quindi le cinque classi, siano migliori rispetto alla suddivisione in tre classi; tuttavia entrambe saranno peggiori del caso 2-Erlang/2-Erlang, in cui la precisione nella stima dei tempi è massima.

5.5. Analisi dei risultati

In questo paragrafo vengono analizzati i risultati derivanti dalle simulazioni svolte; si forniscono quindi le risposte ai quesiti della terza domanda di ricerca. Nella terza domanda di ricerca sono stati individuati due sottoquestiti principali; per tale motivo si è ritenuto ragionevole strutturare l'analisi dei risultati in due parti. Nella prima si valutano le performance raggiungibili con ognuno dei modelli simulati. Nella seconda parte invece si propone un confronto tra modelli e si individua quale dei tre sia in grado di portare le migliori prestazioni alle aziende di servizio. L'obiettivo è quello di valutare se conviene implementare il Lean anche a fronte delle caratteristiche tipiche delle service operations (scarsità informativa e variabilità tra tempi pianificati e tempi effettivi)

Si riporta di seguito l'analisi dei risultati delle diverse simulazioni svolte. Si svolgono due tipologie di analisi, nella prima si determinano le *performance* del sistema per ognuno dei modelli simulati (domanda 3a); nella seconda si effettua invece un confronto tra i tre metodi e si valuta quale porta a risultati migliori (domanda 3b).

Nella prima parte, per la presentazione dei risultati, si è deciso di seguire il seguente ordine:

- valutazione delle *performance* del **Total Shop**;
- valutazione delle *performance* dell'**Aggregate Load**;
- valutazione delle *performance* del **Bilanciamento**.

Il caso base dell'analisi è rappresentato dalla condizione di perfetta informazione; si è quindi in grado di stimare con precisione i tempi. Inoltre nel caso base (che definiamo 2-Erlang/2-Erlang) i dati a preventivo sono uguali al consuntivo e vengono estratti da una distribuzione 2-Erlang. Esso rappresenta il punto di riferimento, il termine che permette di confrontare di quanto degradano le prestazioni del sistema con l'introduzione delle classi.

Un'altra caratteristica del caso base è rappresentata dall'imposizione della norma 10.000. Le aziende di servizio sono infatti caratterizzate da una gestione degli ordini con logiche di tipo FIFO e in cui le richieste vengono inserite nel sistema non appena giungono. Quindi, per rendere il caso base, su cui le aziende di servizio fanno attualmente affidamento, è stata imposta una norma così alta da permettere il rilascio a sistema degli ordini non appena giungono. Una norma alta corrisponde infatti al caso di mancanza di limiti al carico del sistema stesso e in cui tutti gli ordini ricevuti vengono rilasciati istantaneamente. I miglioramenti che si possono ottenere mediante

l'utilizzo di una *Pre-Shop Pool* e di un meccanismo di rilascio sono invece messi in luce imponendo delle norme più basse.

Si è visto come nelle *Service Operations* le prestazioni vengo sempre misurate a partire dalle grandezze di tempo. Per tale motivo questa analisi inizierà con il monitoraggio del *Gross Throughput Time* (GTT) e dello *Shop Floor Time* (SFT). Tali due indicatori, insieme all'*Output* forniscono numerose informazioni sulla produttività del sistema.

Gli indicatori di prestazione utilizzati in questa analisi sono i seguenti:

- *Gross Throughput Time* (GTT);
- *Shop Floor Time* (SFT);
- *Output*;
- WIP;
- Saturazione media;
- Caricamento medio del sistema.

Si ritiene opportuno valutare l'andamento degli indicatori mantenendo fisso l'asse delle ascisse, su cui è stato plottato lo SFT. In questo modo è possibile mettere in evidenza come variano le principali misure di *performance* al variare del tempo che il *job* trascorre all'interno dello *shop floor office*.

Per ogni indicatore vengono fatte due considerazioni: in primo luogo si valuta come varia la misura alla crescita dei valori di norma; in secondo luogo si analizza come variano le stesse misure al cambiare delle sei diverse configurazioni simulate.

5.5.1. Domanda 3a

È possibile fare affidamento sulle tecniche ispirate all'approccio *Lean* per apportare miglioramenti ai *service process*? I risultati ottenuti con ognuno dei modelli analizzati sono significativi e permettono un buon miglioramento delle *performance* aziendali? Come cambiano le *performance* al variare delle norme? Una maggiore precisione nella definizione dei tempi di lavorazione delle pratiche porta ad un miglioramento delle prestazioni? In che modo le prestazioni si modificano se nel modello vengono introdotti degli imprevisti?

In questa prima parte di analisi si vuole capire se sia possibile introdurre i tre modelli in un contesto di *service operations* e si valuta quali sono i risultati, in termini di miglioramento della produttività che si potrebbero ottenere tenendo conto delle caratteristiche tipiche di queste aziende (scarsità informativa e variabilità tra tempi preventivi e consuntivi).

5.5.1.1. Total Shop

Si osserva ora l'andamento delle performance del sistema nel caso in cui in azienda venga utilizzato il modello di Total Shop precedentemente descritto.

Tempo di attraversamento del sistema

Il grafico 65 mostra il legame tra il *Gross Throughput Time* (GTT) e lo *Shop Floor Time* (SFT).

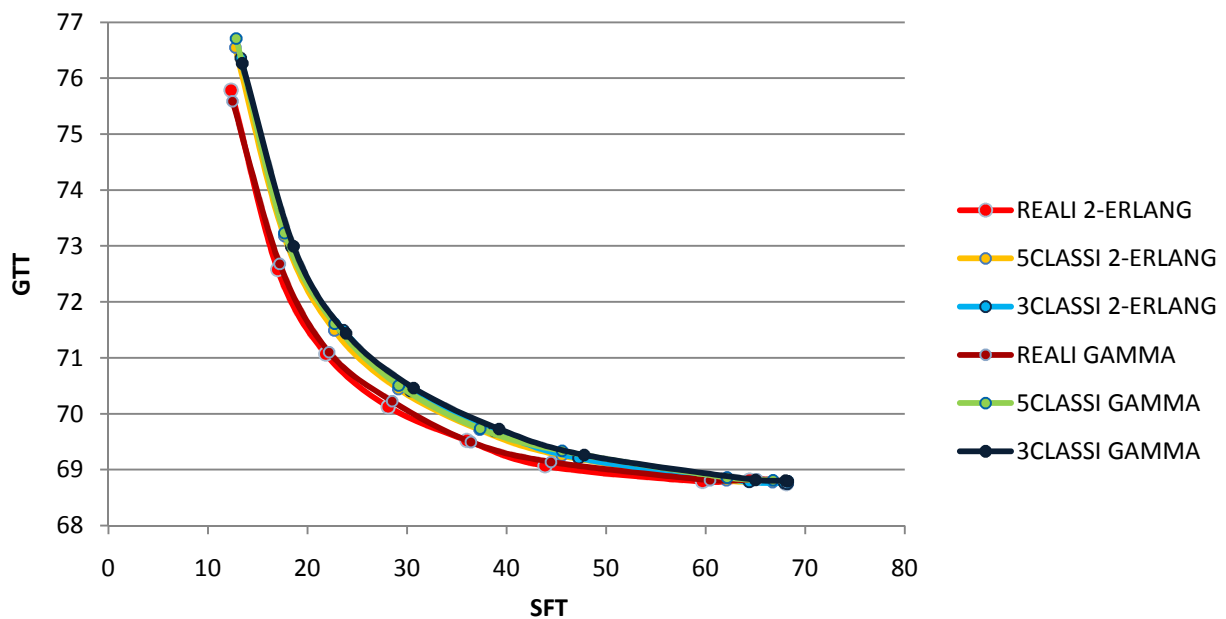


Grafico 65 Andamento del *Gross Throughput Time* in funzione dello *Shop Floor Time* (Total Shop)

Al crescere del valore di norma, quindi passando da 960 minuti a 10.000 minuti, si denota la diminuzione del tempo di attraversamento totale del sistema; tale diminuzione è prima molto netta, poi si riduce sulle norme alte. Il valore del GTT varia nell'intervallo [76,71 h; 68,75 h]. Di contro lo SFT aumenta in maniera contenuta nel caso di norme basse e cresce mano a mano che queste diventano meno stringenti, in quanto, essendoci più *job* nel sistema, aumenta il tempo in cui essi attendono in coda prima di essere lavorati. Lo SFT varia nell'intervallo compreso tra [12,31 h; 68,11 h]. Nel caso di norme alte il GTT diminuisce perché un *job* impiega meno tempo

ad attraversare l'intero sistema a causa del minor tempo che il *job* spende nella *Pre-Shop Pool*. Tuttavia, analizzando la composizione del GTT, emerge che a partire dalla norma pari a 4.000 minuti esso risulta essere quasi interamente costituito dallo SFT, che da quel punto in poi cresce a seguito dei maggiori tempi di attesa in coda del *job*. La presenza di un più *job* contemporaneamente nello *shop floor office* causa una maggiore complessità gestionale del sistema stesso che porta alla possibilità che si verifichino errori e ricircoli. Le norme basse, qualunque sia la configurazione considerata, mostrano prestazioni basse del sistema, in quanto il GTT presenta valori elevati; essi sono per lo più dovuti al fatto che le pratiche trascorrono molto tempo all'interno della *Pre-Shop Pool*. Esistono però dei livelli di norma [2.000 *min*; 3.000 *min*] in cui, nonostante vi sia un GTT di poco maggiore rispetto al valore su cui andrà ad assestarsi (69-70 minuti), lo SFT presenta valori contenuti, dovuti alla presenza di un minor numero di ordini nel sistema. In questi casi infatti le richieste non vengono subito inserite nel sistema, ma sono trattenute nella *Pre-Shop Pool*, la quale permette di bilanciare meglio la quantità di lavoro introdotta giornalmente per ciascuna stazione; in questo modo la produttività dell'*office* si incrementa e garantisce una minore complessità di gestione. È quindi possibile affermare che porre limiti al carico non eccessivamente stringenti porta ad ottenere delle prestazioni del sistema che sono migliori rispetto al caso di assenza della *Pre-Shop Pool*.

Si confrontano ora le diverse configurazioni simulate. Osservando il grafico 65 si comprende come la situazione di riferimento, indifferentemente dal livello di norma considerato, presenta le prestazioni migliori. Il caso peggiore risulta invece essere il "3 classi gamma", in cui i dati sono stati suddivisi in tre classi (per modellizzare la scarsità informativa tipica delle aziende di servizio) e in cui si tiene conto degli eventuali imprevisti tipici della realtà. Dal grafico emerge inoltre che non si registrano forti differenze tra il caso in cui i tempi sono suddivisi in tre classi rispetto al caso di utilizzo delle cinque classi; al contrario, i valori risultano essere molto vicini tra loro e talvolta sovrapposti. Nel momento in cui si decide di fare uso di tempi *standard* poco precisi non esiste quindi molto margine di miglioramento tra una suddivisione fatta in tre o in cinque classi.

Vi sono invece differenze tra il caso in cui i dati sono stati raggruppati in classi e quello in cui si gode di massima completezza informativa. La distanza in termini di *Gross Throughput Time* tra le due tipologie di configurazione più differenti tra loro⁴¹ è abbastanza contenuta; infatti con il vincolo più stringente (960 minuti) è pari a 0,93 *h* e tende ad attenuarsi con la crescita delle

⁴¹ In questo caso si tratta delle configurazioni "Reali 2-Erlang" e "5 classi gamma".

norme. Inoltre tale distanza non vale nel caso di norme alte; a partire da quella pari a 4.000 minuti le diverse configurazioni mostrano prestazioni del sistema assimilabili.

Concentrandosi invece sul confronto tra le configurazioni in cui i tempi *standard* sono differenti da quelli effettivi e quelle in cui tali tempi sono uguali⁴² si nota che le prestazioni ottenibili sono molto vicine tra loro. Questo significa che il sistema, in tutti e tre i casi, è in grado di reagire bene alle eventuali situazioni impreviste che spesso si verificano nella realtà.

Output

Si valuta ora l'andamento dell'output in funzione del tempo che il job impiega nello shop floor.

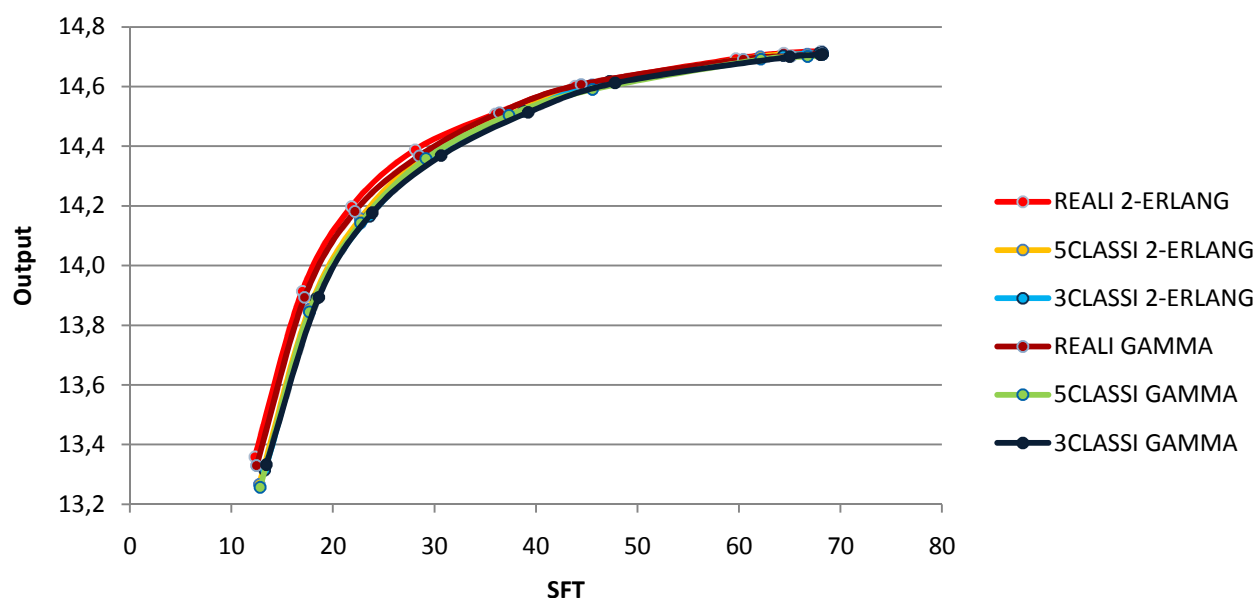


Grafico 66 Andamento dell'output in funzione dello Shop Floor Time (Total Shop)

Il grafico conferma quanto affermato precedentemente: al variare del valore di norma crescono sia lo *Shop Floor Time* (SFT) che l'output del sistema. L'output cresce molto con le norme più basse e tende a crescere sempre meno all'aumentare delle norme stesse; le variazioni sono comprese nell'intervallo [13,26 u ; 14,72 u]. Di contro, invece, lo SFT aumenta poco con norme basse e molto mano a mano che le norme diventano meno stringenti. Con alti valori di norma la produttività del sistema misurata sulla base dell'output tende ad essere maggiore, il sistema è quindi in grado di produrre di più. Tuttavia in queste condizioni l'office risulta essere

⁴² Ci si riferisce al confronto sui tempi effettivi tra "2-Erlang" e "Gamma".

eccessivamente congestionato. Questo comporta una forte complessità di tipo gestionale, in quanto è necessario gestire contemporaneamente un gran numero di pratiche differenti. Quindi, anche tale indicatore evidenzia come con delle norme intermedie si possono ottenere dei tempi di attraversamento dello *shop floor office* più contenuti a fronte di un degrado minimo della produttività in termini di *output*.

Dal punto di vista delle configurazioni simulate, anche in questo caso emerge che per norme basse le prestazioni migliori si ottengono con il caso base. Il caso peggiore corrisponde alla configurazione "3 classi Gamma", in cui i tempi *standard* sono stati suddivisi tra "alto", "medio" e "basso" e i tempi effettivi incorporano le distorsioni calcolate tramite la distribuzione Gamma. Mano a mano che i vincoli diventano meno stringenti non esiste più differenza tra le configurazioni simulate, ma tutte confluiscono verso uno stesso valore di *output*. Per norme basse invece si denota una distanza tra i valori di *output* nei casi di scarsità informativa rispetto a quelli di completezza delle informazioni sui tempi; tale distanza non è comunque marcata e già a partire dalla norma a 2.000 minuti tende ad attenuarsi nettamente.

Anche in questo caso l'*output* non degrada in maniera significativa in presenza di imprevisti.

In conclusione, come già affermato nella valutazione delle grandezze di tempo, anche osservando l'*output* emerge che lavorando in situazioni di scarsità informativa le prestazioni non sono fortemente peggiori rispetto al caso base di riferimento.

Work in Process

Si mostra come cresce il valore del Work in Process (WIP) del sistema al variare del tempo di attraversamento dello shop.

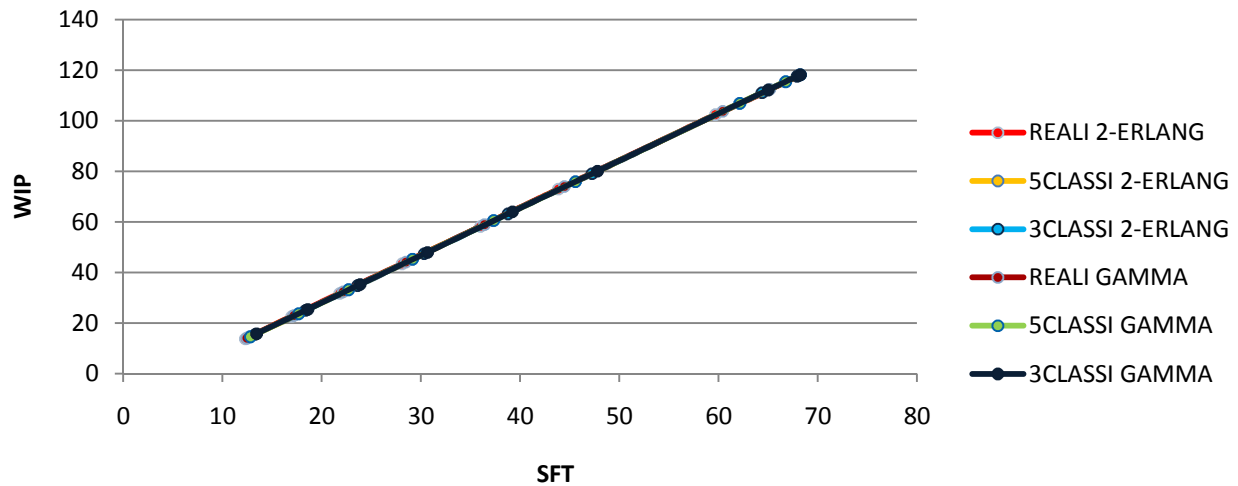


Grafico 67 Andamento del WIP in funzione dello *Shop Floor Time (Total Shop)*

Indipendentemente dal tipo di configurazione simulata, all'aumentare delle norme *Shop floor time* e *Work in Process* tendono a crescere in maniera proporzionale. Questo è dovuto al fatto che rendendo via via i vincoli meno stringenti vengono immerse sempre più pratiche nel sistema. Quindi, se crescono le norme vengono immessi più ordini nel sistema, se aumentano gli ordini inseriti il sistema risulta essere maggiormente saturo e di conseguenza gli ordini attendono più tempo in coda davanti alle stazioni prima di essere processati. Questo comporta un incremento del WIP e dello SFT (Little, 1961). Si registra un degrado delle performance anche in termini di costo: l'azienda utilizza risorse per lavorare delle pratiche che rimangono bloccate nel sistema e che quindi, non venendo portate a termine, costituiscono un immobilizzo di capitale e di risorse. Adottando il modello di *Total Shop* il WIP varia all'interno dell'intervallo $[13,73 u ; 118,14 u]$; il limite inferiore e superiore corrispondono rispettivamente alla norma 960 e alla 10.000.

Saturazione media

Nel grafico viene raffigurato l'andamento della saturazione media del sistema rispetto al tempo di attraversamento dello shop floor.

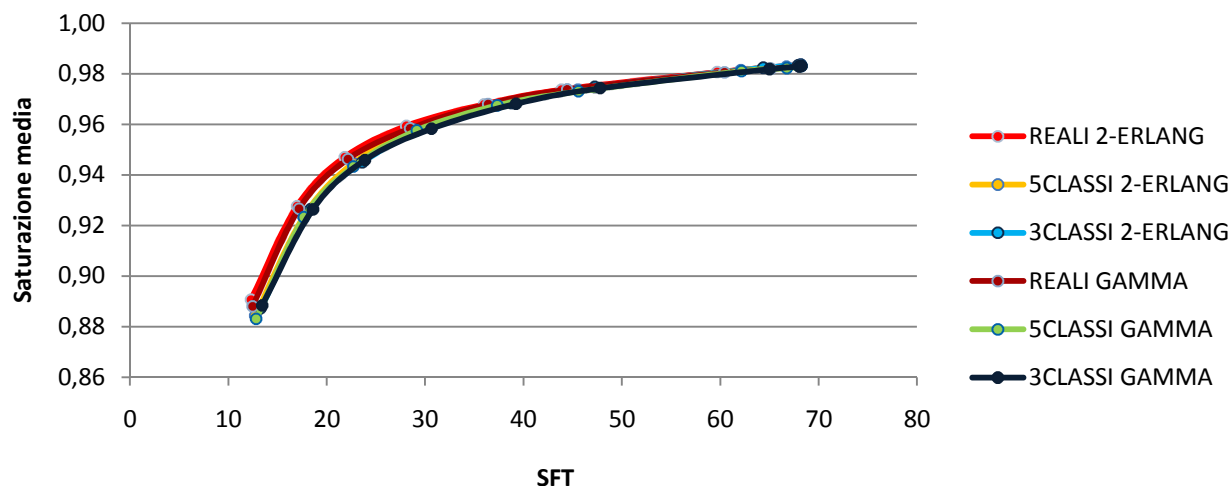


Grafico 68 Andamento della saturazione media in funzione dello Shop Floor Time (Total Shop)

La saturazione media del sistema è un indicatore importante per le aziende e fornisce informazioni sullo stato di utilizzo delle risorse. Infatti una buona saturazione del sistema permette di evitare l'inattività delle stazioni e di aumentare quindi la produttività dell'azienda. Nel modello *Total Shop* tale indicatore in termini percentuali oscilla nell'intervallo [88,31% ; 98,35%]: al crescere dei valori di norma aumentano sia la saturazione del sistema che lo *Shop Floor Time*. Entrambi sono legati al maggior numero di *job* che vengono inseriti nel sistema quando i vincoli diventano meno stringenti: tante pratiche nel sistema portano ad una sua maggiore saturazione. Con norme basse non si ottengono buone prestazioni del sistema proprio perché risulta essere sottosaturato. Un buon compromesso viene garantito anche in questo caso dalle norme intermedie, in cui è possibile raggiungere un buon livello di saturazione senza incorrere in problematiche legate alla complessità di gestione del sistema.

Se si osservano le diverse configurazioni simulate è possibile fare le medesime considerazioni che sono state effettuate nell'analisi dell'*output*. Mano a mano che i vincoli diventano meno stringenti non esiste più differenza tra le configurazioni simulate, ma tutte confluiscono verso una medesima saturazione dell'*office*. Per norme basse le prestazioni migliori si ottengono con il caso base, mentre il caso peggiore corrisponde al "3 classi Gamma". Si denota una distanza tra i valori della

saturazione nelle configurazioni di scarsità informativa rispetto a quelle di completezza delle informazioni; tale distanza già a partire dalla norma 1.600 minuti tende ad attenuarsi nettamente.

Caricamento medio del sistema

Nel grafico sottostante è mostrato l'andamento del caricamento medio del sistema.

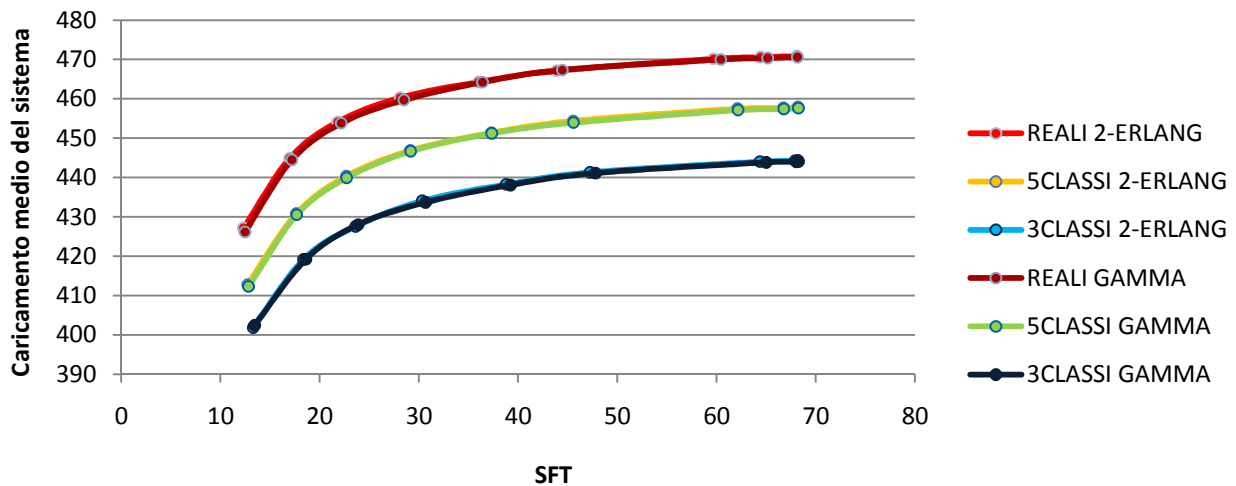


Grafico 69 Andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello Shop Floor Time (Total Shop)

Il caricamento del sistema è una misura che indica quanti ordini, in termini di minuti di lavorazione, vengono rilasciati in media ogni giorno. Il valore assunto da questo indicatore non può essere superiore alla capacità giornaliera delle stazioni, pari a 480 minuti. Maggiore è il caricamento medio del sistema, maggiore è l'abilità dell'algoritmo di rilascio di bilanciare i carichi alle stazioni e quindi minore è la probabilità che i diversi stadi del processo rimangano inattivi. Nel caso del *Total Shop* esso assume valori che oscillano all'interno dell'intervallo [401,84 min; 470,88 min]. Il suo andamento è ovviamente collegato a quello dell'*output*. Analogamente a quanto detto prima, anche il caricamento medio cresce all'aumentare delle norme, proprio come accade all'*output*.

Considerando le diverse configurazioni simulate si evidenzia un comportamento differente rispetto agli altri indicatori. In questo caso, infatti, si evidenzia una differenza rilevante tra operare in condizioni di forte scarsità informativa rispetto al caso in cui si hanno maggiori informazioni e si dividono i dati sui tempi in cinque classi. Le prestazioni peggiori si registrano in condizioni di scarsità informativa e in cui i dati sono quindi suddivisi in tre classi; crescono nel caso delle cinque classi e sono le migliori quando si ha perfetta informazione sui tempi di lavorazione delle diverse

pratiche. Quando circolano scarse informazioni il sistema è mal gestito e di conseguenza si carica meno e quindi si tende a produrre meno *output* rispetto alla situazione ideale.

Si può affermare che il sistema reagisca bene alle situazioni impreviste che possono succedere nella realtà, in quanto i risultati derivanti dalle situazioni in cui i dati effettivi sono stati estratti dalla distribuzione Gamma sono molto vicini a quelli in cui si utilizzano i dati estratti dalla 2-Erlang.

5.5.1.2. Aggregate Load

Si procede ora alla valutazione delle prestazioni del sistema nel caso in cui viene implementato il metodo dell'aggregato rimanente nella limitazione dei carichi. Tale modello risulta essere più stringente rispetto al Total Shop descritto precedentemente: entrano nel sistema meno job, in quanto nella definizione dei carichi si tiene conto sia di quelli diretti che di quelli a monte della stazione. Osservando i vari grafici emerge che l'andamento degli indicatori risulta essere simile a quello individuato nel caso di Total Shop.

Tempo di attraversamento del sistema

Il grafico sottostante mostra il legame tra il Gross Throughput Time (GTT) e lo Shop Floor Time (SFT).

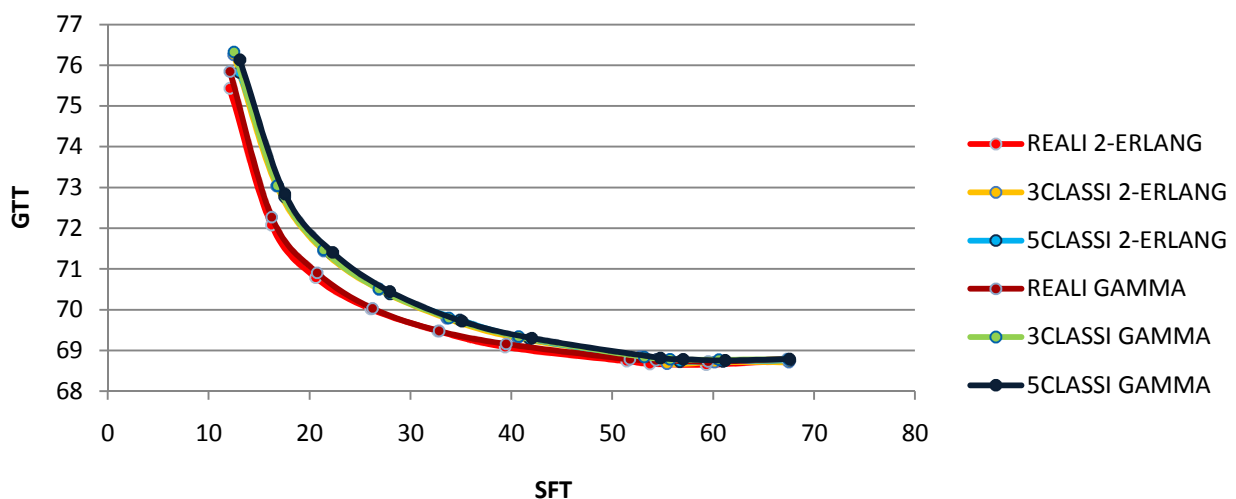


Grafico 70 Andamento del Gross Throughput Time in funzione dello Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)

Al crescere del valore delle norme il GTT tende a diminuire, inizialmente in maniera accentuata per poi attenuarsi una volta superata la norma pari a 4.000 minuti. Di contro invece lo SFT tende ad

aumentare di valore. Il GTT varia nell'intervallo $[76,33 h ; 68,72 h]$, mentre lo SFT varia nell'intervallo $[12,09 h ; 67,61 h]$. Anche in tale caso vale quanto affermato per il *Total Shop*: avere uno *Shop Floor Time* elevato nel caso di norme poco stringenti apparentemente mostra un miglioramento delle *performance* del sistema, tuttavia nasconde una maggiore complessità di gestione delle richieste che vengono inserite nel sistema stesso. Di conseguenza il sistema si congestiona facilmente, sono molto più frequenti gli errori e quindi i riciccoli, aumentano i *job* in attesa in coda davanti alle stazioni e quindi aumenta il WIP. Tuttavia esistono dei valori di norma intermedi, compresi tra 2.000 minuti e 3.000 minuti, entro cui è possibile mantenere delle buone prestazioni del sistema, senza un'eccessiva complessità gestionale.

Considerando le diverse configurazioni simulate emerge che le prestazioni migliori, indipendentemente dal valore di norma, sono raggiunte con il caso ideale di riferimento. Si registrano i valori peggiori nel caso "3 classi Gamma". Come detto nelle analisi relative al *Total Shop*, in situazioni di scarsità informativa non vi sono differenze tra il caso in cui i dati sono stati suddivisi in tre classi piuttosto che in cinque classi. Risulta esserci però distinzione tra il caso di scarsità informativa rispetto alla completezza delle informazioni. Tuttavia, oltre la norma di 4.000 minuti, tutte le configurazioni simulate portano a dei risultati di *performance* tra loro molto vicini. Differentemente rispetto alle prestazioni ottenute col modello di *Total Shop* la distanza tra le prestazioni legate al caso di completa informazione rispetto a quelle con scarsità informativa risulta essere particolarmente accentuata intorno a norme intermedie di valori 1.600 minuti e 2.000 minuti. La massima distanza registrata (calcolata come distanza tra i punti con norma 1.600 minuti appartenenti alle curve 3 classi gamma e reali 2-Erlang) è pari a 1,79 h. Quindi, sebbene sia presente una distanza, si può concludere che anche nel caso del modello di aggregazione dei carichi non si riscontra una forte differenza nelle *performance* tra il caso di completa informazione e quello in cui vi è scarsità informativa.

Output

È possibile ora osservare l'andamento dell'output rispetto al tempo che la pratica trascorre all'interno dello shop floor.

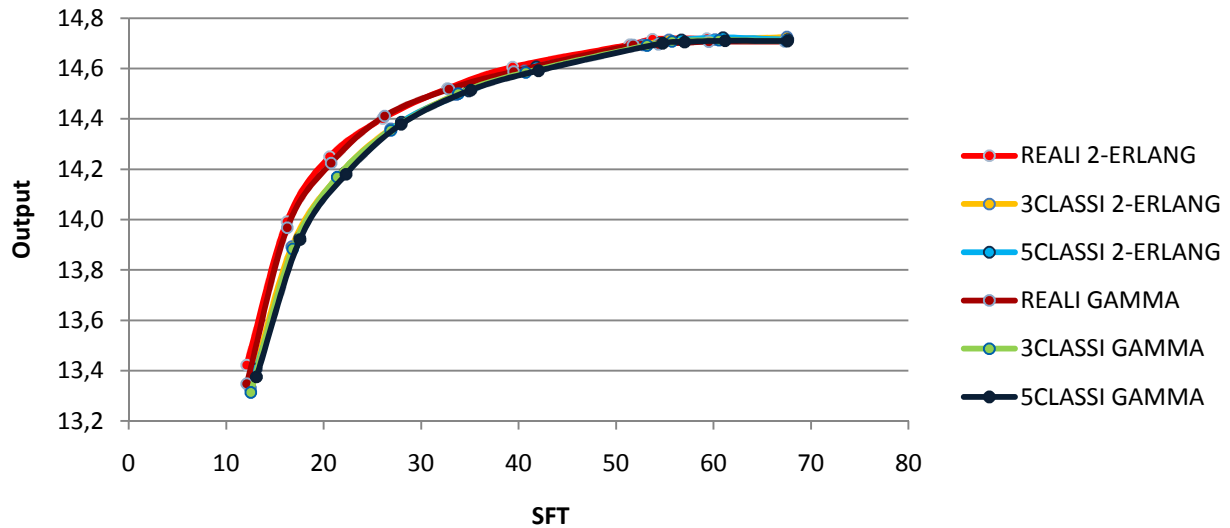


Grafico 71 Andamento dell'output in funzione dello Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)

Al variare della norma il valore dell'output cresce nell'intervallo compreso tra $[13,31 u ; 14,72 u]$; tale intervallo risulta essere molto vicino a quello registrato utilizzando il modello *Total Shop*. Valgono infatti le medesime considerazioni svolte per il *Total Shop*. Se i vincoli divengono sempre meno stringenti si inseriscono un numero maggiore di *job* nel sistema e di conseguenza si produce più *output*. Con un maggior numero di *job* cresce anche lo SFT in quanto aumenta il tempo di attesa in coda davanti alla stazione. Apparentemente questo segna un miglioramento della produttività del sistema, che deve però essere raffrontato con l'aumento della saturazione del sistema stesso. Il grafico mostra che, anche in questo caso, è possibile identificare delle norme intermedie dove è possibile ottenere un buon livello di *output* senza compromettere la stabilità del sistema.

Osservando il grafico dal punto di vista delle diverse configurazioni si osserva che il comportamento è molto simile a quello registrato con il modello precedente; l'unica differenza consiste nel fatto che si ottengono le medesime prestazioni indipendentemente dalla configurazione considerata anche nel caso di vincoli stringenti. Invece, con valori di norma compresi tra 1.280 minuti e 2.500 minuti si identifica una differenza di *output* tra il caso di scarsità informativa e quello in cui si ha a disposizione informazioni precise sui tempi di lavorazione di

ciascuna pratica. Nel caso di adozione del modello di aggregazione dei carichi è possibile identificare una distanza maggiore, rispetto a quella identificata per il *Total Shop*, tra l'*output* che si otterrebbe lavorando con i tempi suddivisi in classi rispetto a quello in cui si considerano i tempi reali. Le norme intermedie risultano garantire un buon compromesso tra produttività e complessità di gestione del sistema.

Work in Process

Si procede ora a mostrare la variazione del Work in Process del sistema nel caso in cui si adotti il metodo di limitazione basato sull'aggregazione del carico.

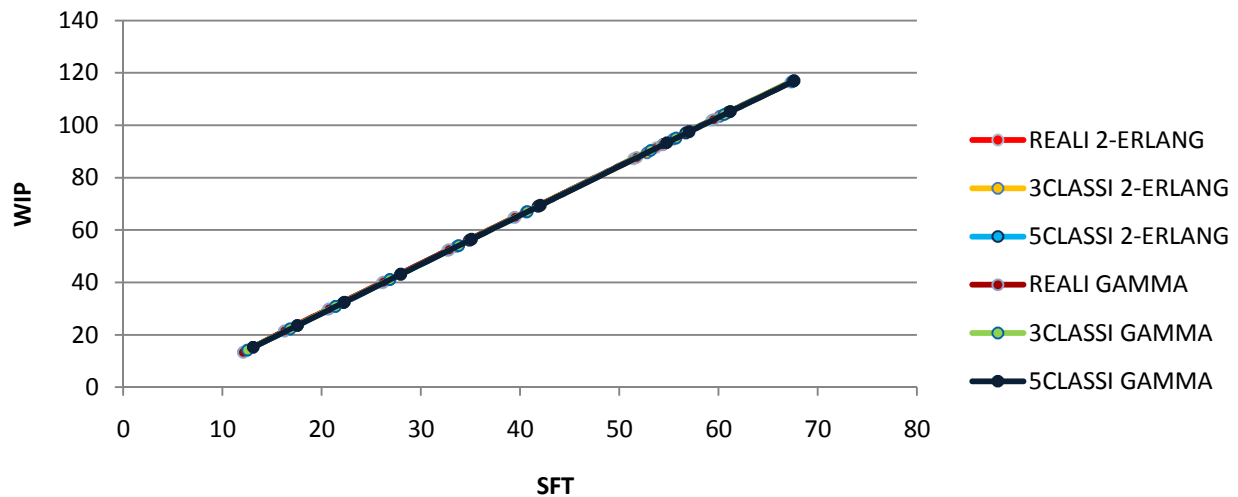


Grafico 72 Andamento del WIP in funzione dello Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)

Dal grafico emerge che, anche nel caso dell'aggregato rimanente, si possano fare considerazioni sull'andamento delle prestazioni del sistema considerando solo l'aumentare delle norme. A conferma del fatto che l'aggregato rimanente risulta essere un metodo maggiormente stringente rispetto al *Total Shop*, a parità di norma e di caratteristiche del sistema vengono inseriti un numero inferiore di *job*, di conseguenza anche il WIP è leggermente inferiore. Esso oscilla nell'intervallo $[13,33 u; 117,03 u]$. Un incremento del valore delle norme fa aumentare proporzionalmente il *Work in Process* e il tempo di attraversamento dello *shop*; le prestazioni del sistema tendono quindi a peggiorare. Si registra di conseguenza un aumento dei costi: le pratiche che rimangono nel sistema a lungo prima di essere evase completamente costituiscono un immobilizzo di risorse e capitale.

Saturazione media

Nel grafico viene mostrato come varia la saturazione del sistema.

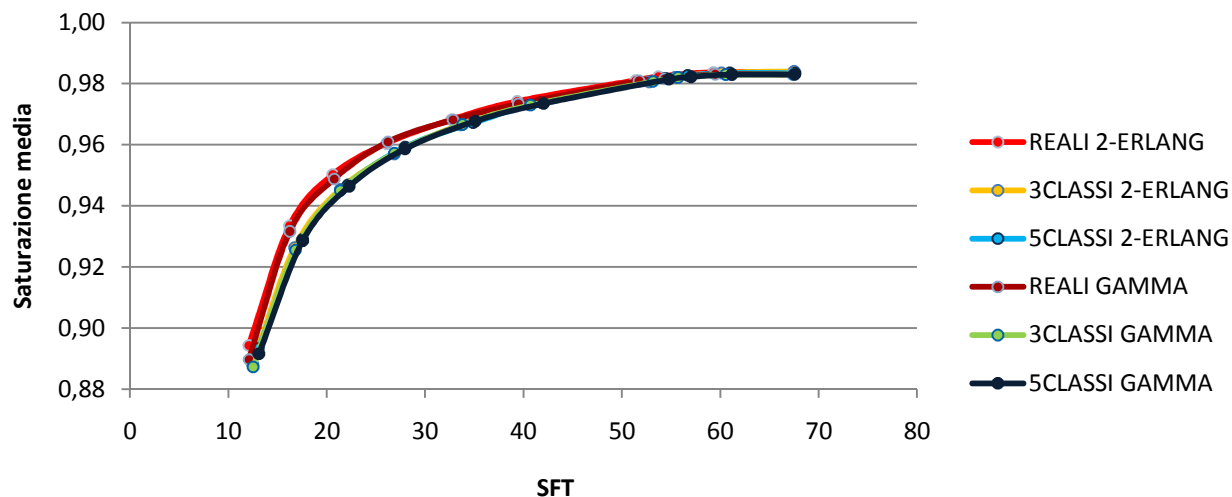


Grafico 73 Andamento della saturazione media in funzione dello Shop Floor Time (Aggregato Rimanente)

Come per il *Total Shop*, anche nel caso di adozione di questo modello la saturazione presenta lo stesso andamento dell'*output* prodotto dall'azienda: quanto più i vincoli divengono meno stringenti tanto più la saturazione del sistema (e anche lo SFT) aumenta. L'indicatore qui analizzato oscilla nell'intervallo [88,73% ; 98,40%]. Una differenza rispetto al caso di *Total Shop* sta nel fatto che solo con norme intermedie si registra un differente livello di saturazione, seppur piccolo, a seconda che ci si trovi in una condizione di scarsità informativa o di completezza delle informazioni.

Caricamento medio del sistema

Si valuta ora il caricamento medio del sistema.

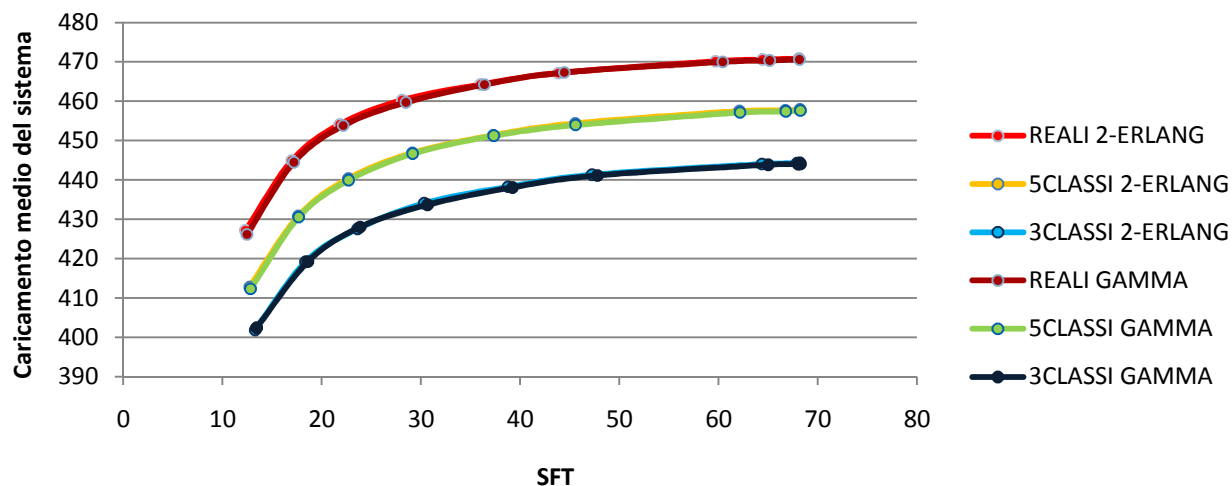


Grafico 74 Andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello *Shop Floor Time* (Aggregato Rimanente)

Per questo indicatore le considerazioni sono le medesime fatte nel caso del *Total Shop*. Il caricamento medio del sistema oscilla nell'intervallo [403,74 min ; 471,92 min].

215

Al crescere della norma il caricamento medio del sistema cresce; infatti, rilasciando più *job*, il sistema è più saturo e quindi produce di più. Producendo un *output* maggiore il carico che ad inizio giornata è necessario "coprire" è superiore; di conseguenza lo è anche il caricamento medio. Dopo la norma di 3.000 minuti lo SFT tende a crescere sempre più, mentre il caricamento del sistema tende ad assestarsi.

Per quanto riguarda l'analisi delle diverse configurazioni simulate, anche in questo caso emerge che le prestazioni migliori in termini di caricamento medio si hanno nel caso di perfetta informazione, mentre sono peggiori quando è elevata la scarsità informativa e la presenza di eventi imprevisti. Infatti nel caso delle classi il sistema, indipendentemente dal livello di norma, carica mediamente in maniera minore rispetto al caso di dati reali, perché tempi definiti in maniera poco precisa non permettono una schedulazione accurata. Questo corrisponde poi ad un *output* inferiore e ad una sottosaturazione del sistema.

Facendo una valutazione tra il caso in cui si tiene conto degli eventi imprevisi si denota che il sistema sia in grado di rispondere molto bene agli imprevisi; infatti i risultati sono molto vicini ai casi ideali.

5.5.1.3. Bilanciamento

Si presentano di seguito le performance raggiunte nel caso in cui è stato implementato il modello di bilanciamento dei carichi di lavoro alle stazioni. Dall'analisi dei grafici emerge che i trend seguiti dalle performance risultano essere molto simili a quelli individuati per gli altri modelli precedentemente descritti.

Tempo di attraversamento

Si mostra ora l'andamento del *Gross Throughput Time* (GTT) e dello *Shop Floor Time* (SFT).

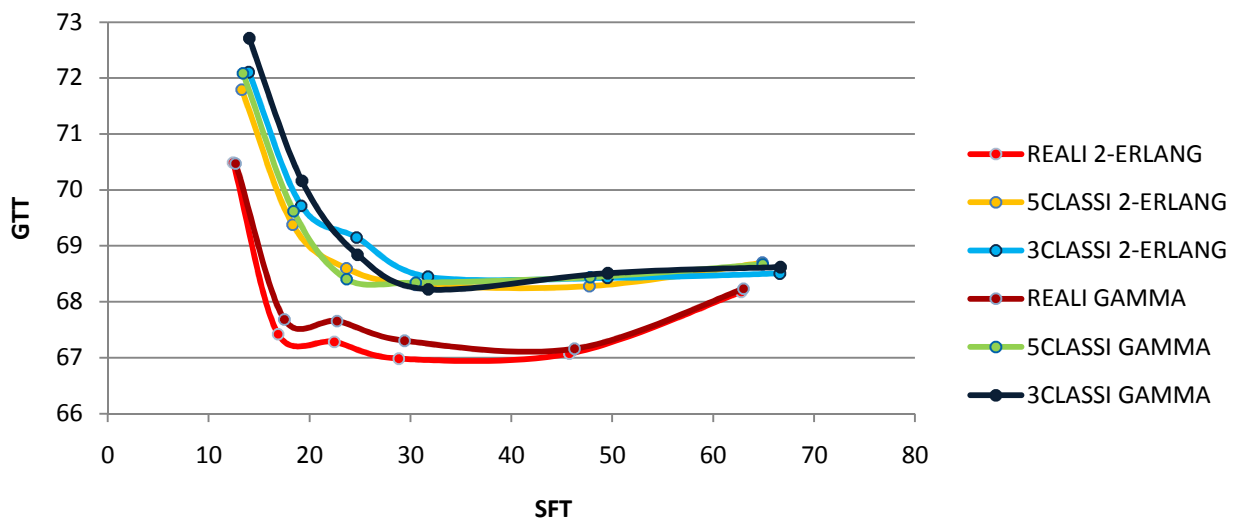


Grafico 75 Andamento del *Gross Throughput Time* in funzione dello *Shop Floor Time* (Bilanciamento)

Considerando la variazione dei valori di norma, il GTT tende a decrescere fortemente nel caso di norme basse per poi ricominciare a crescere con la norma pari a 3.000 minuti. Il GTT varia nell'intervallo $[66,95 h; 72,71 h]$. Lo SFT invece tende ad aumentare quanto più i vincoli divengono meno stringenti. Esso varia nell'intervallo $[12,42 h; 66,67 h]$. Come per gli altri modelli, norme più alte significa avere un numero di *job* maggiori nel sistema; questo si traduce in un incremento dello SFT, a causa dei maggiori tempi di attesa in coda, e in una riduzione del GTT, grazie al fatto che i *job* trascorrono sempre meno tempo nella *Pre-Shop Pool* e vengono rilasciati subito nel sistema. Tuttavia ciò comporta un peggioramento delle prestazioni del sistema. A

partire dalla norma di valore 3.000 minuti il GTT tende a crescere, soprattutto nei casi di completezza informativa. Si può quindi affermare che le prestazioni migliori vengono raggiunte con le norme intermedie. Questo perché per norme molto alte non si effettua un vero e proprio bilanciamento e i valori di *performance* tendono ad essere assimilabili a quelli della limitazione; per norme molto basse si evidenziano due influenze contrastanti che vanno ad impattare sulla puntualità degli ordini: il bilanciamento del carico riduce infatti la variabilità del *throughput time* di ogni stazione e le date di rilascio pianificate possono essere determinate più accuratamente; allo stesso tempo però l'uso di norme basse (che dovrebbe permettere un miglior bilanciamento) può disturbare la sequenza di rilascio pianificata e impedire il rilascio di quei *job* che sono più urgenti (Land e Gaalman, 1998). Un utilizzo adeguato della *Pre-Shop Pool* permette quindi all'azienda di ottenere notevoli vantaggi in termini di puntualità non solo da un punto di vista produttivo ma anche di servizio al cliente.

Considerando le diverse configurazioni emerge che anche con il modello del bilanciamento dei carichi di lavoro le prestazioni migliori sono quelle che si otterrebbero nel caso di perfetta informazione, mentre risultano essere peggiori quelle registrate nei casi di scarsità informativa sulle tempistiche di evasione delle pratiche inserite a sistema⁴³. In questo grafico si evidenzia una forte differenza (circa due ore) nelle prestazioni tra completezza informative e scarsità. Non si denota però una differenza marcata tra il caso in cui i tempi sono stati divisi in 3 classi rispetto a 5 classi. Differentemente da quanto emergeva con gli altri modelli in questo caso le curve sono maggiormente distanti e si identifica quindi una differenza di *performance* tra il caso delle tre classi e quello delle cinque.

Un altro elemento di differenza rispetto alle *performance* evidenziate con gli altri modelli sta nel fatto che in corrispondenza di bassi valori di norma si registrano differenze contenute tra il caso di perfetta informazione e quello in cui nei dati si tiene conto degli eventi imprevisti. Tuttavia in prossimità della norma 3.000 minuti si denotano addirittura migliori prestazioni del sistema nel caso di utilizzo dei dati estratti dalla distribuzione Gamma (e quindi in cui si identificano delle perturbazioni nei dati). Il sistema riesce quindi a rispondere bene a situazioni impreviste.

⁴³ Il confronto è effettuato tra la configurazione migliore in assoluto (Reali 2-Erlang) e quella peggiore (3classi Gamma).

Output

Nel grafico 76 viene mostrata l'andamento dell'output del sistema.

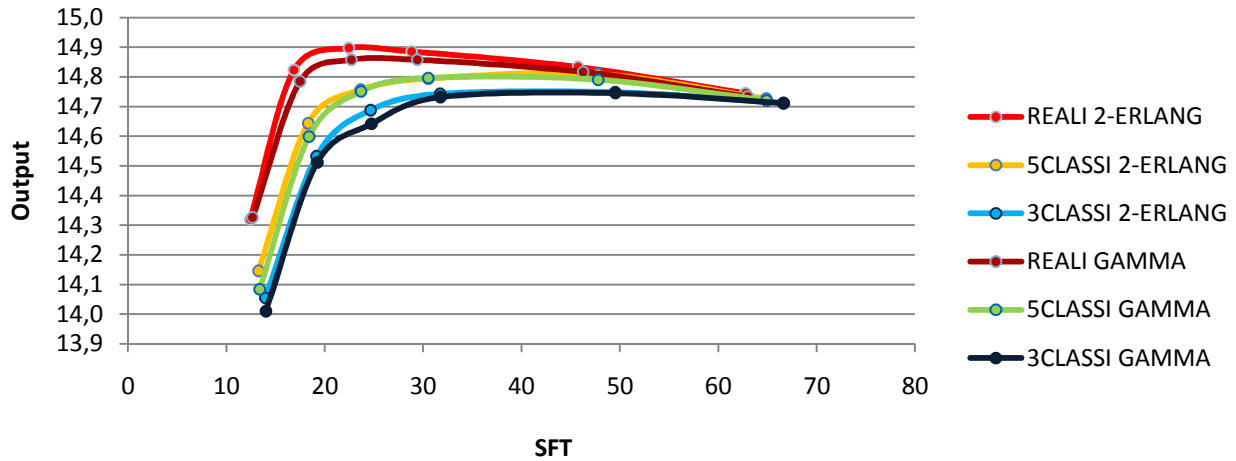


Grafico 76 Andamento dell'output in funzione dello Shop Floor Time (Bilanciamento)

A differenza degli altri modelli, con il bilanciamento si identificano diversi valori di *output* in corrispondenza dei differenti livelli di informazione. Si evince che al crescere del valore di norma l'*output* tende a crescere; esso varia nell'intervallo $[14,01 u ; 14,90 u]$. Tuttavia, contrariamente ai modelli di limitazione, il punto di massimo *output* è raggiunto in corrispondenza delle norme 1.600 minuti e 2.000 minuti; in prossimità della norma 2.000 minuti il valore di tale indicatore tende infatti a diminuire (o a rimanere costante nel caso delle tre classi). La migliore prestazione in termini assoluti viene quindi registrata in prossimità delle norme intermedie, in corrispondenza delle norme 1600 minuti e 2000 minuti. Oltre tali norme infatti entrambi gli indicatori degradano e tendono ad assumere gli stessi valori dei casi delle limitazioni. La spiegazione è riconducibile al fatto che per norme più basse l'algoritmo di bilanciamento permette di bilanciare meglio i carichi tra le stazioni, portando ad un incremento di *performance*. Per norme alte, gli ordini che è possibile rilasciare sono talmente tanti che non è più possibile effettuare un vero bilanciamento tra i carichi e quindi il sistema diventa riconducibile al caso di semplice limitazione.

Dal punto di vista delle configurazioni simulate si denota che le *performance* migliori vengono raggiunte in condizioni di completezza informativa, le peggiori si registrano invece nel caso in cui i dati sono stati divisi in tre classi e si tiene conto degli eventi imprevedibili tipici della realtà. Al crescere delle norme tale differenza tende sempre più ad assottigliarsi: alla norma 4.000 minuti tutte le configurazioni tendono a produrre lo stesso livello di *output* e sono quindi assimilabili.

Dal punto di vista della produttività in termini di *output* emerge che il caso migliore sia quindi quello di norme intermedie.

Work in Process

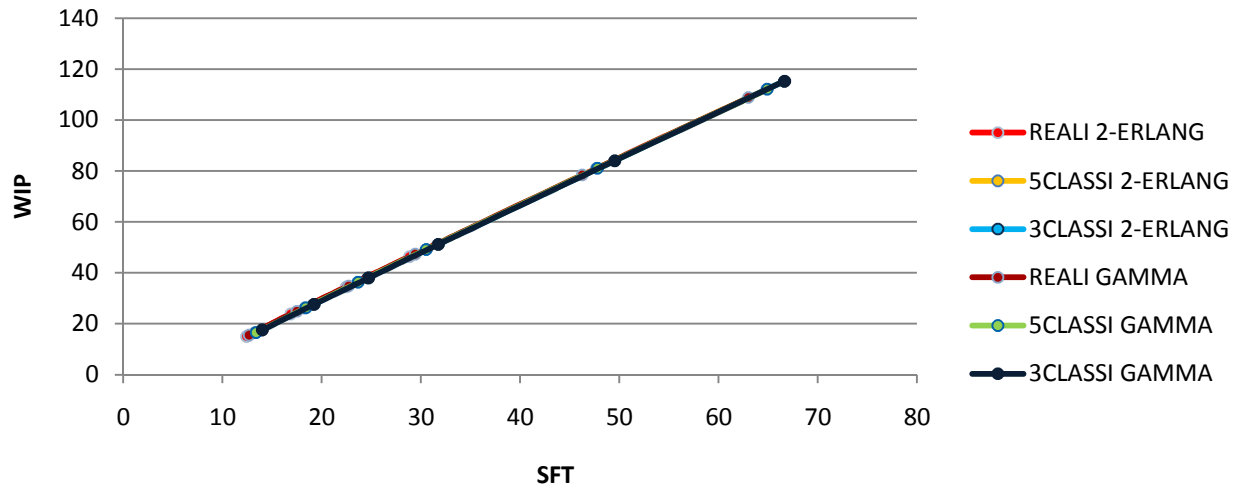


Grafico 77 Andamento del WIP in funzione dello Shop Floor Time (Bilanciamento)

Considerando l'andamento del WIP è possibile fare le medesime considerazioni espresse nel caso degli altri due modelli. Al crescere del livello di norma aumenta il numero di *job* presenti nel sistema, di conseguenza aumentano i tempi di attesa in coda e quindi cresce lo SFT ma cresce anche il WIP. I due indicatori considerati aumentano in maniera proporzionale quanto più i vincoli divengono meno stringenti. Un incremento del WIP sta a significare un peggioramento delle prestazioni del sistema. Le pratiche inserite nel sistema che attendono di essere evase completamente costituiscono un immobilizzo di capitale e di risorse per l'azienda. Il WIP oscilla nell'intervallo $[15,02u ; 115,25 u]$.

Saturazione media

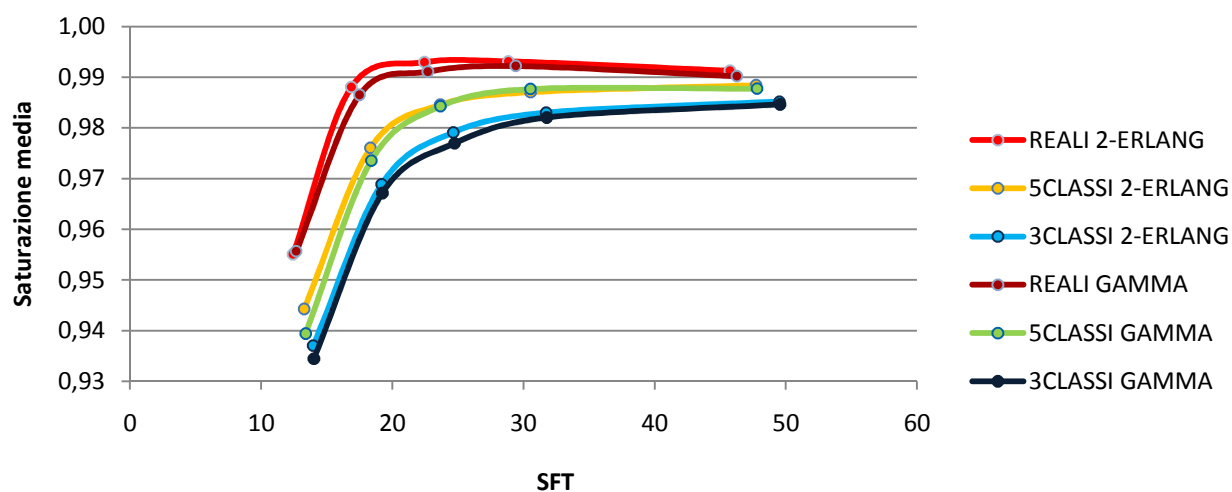


Grafico 78 Andamento della saturazione media in funzione dello Shop Floor Time (Bilanciamento)

Già in precedenza si è affermato che quanto più i vincoli divengono meno stringenti, tanto più la saturazione del sistema cresce e di conseguenza anche l'*output*. Quindi, analogamente a quanto detto per le *performance* legate all'*output*, in prossimità della norma più alta si registra una lieve diminuzione per tutte le configurazioni. Si denota inoltre che per norme alte le configurazioni tendono tutte verso un valore comune di saturazione.

Con il modello di bilanciamento è possibile identificare diversi livelli di saturazione del sistema a seconda che ci si trovi in condizioni di completezza informativa o meno. La situazione migliore è quella rappresentata dal caso di perfetta informazione; decresce poi la saturazione nel caso in cui i dati relativi ai tempi di lavorazione delle pratiche viene suddiviso in cinque classi per essere poi peggiore nel caso delle tre classi. Quindi, imporre una condizione di forte scarsità informativa porta ad avere un sistema meno saturo (e quindi un livello inferiore di *output*). Questo indicatore oscilla nell'intervallo [93,45% ; 99,31%].

Caricamento medio del sistema

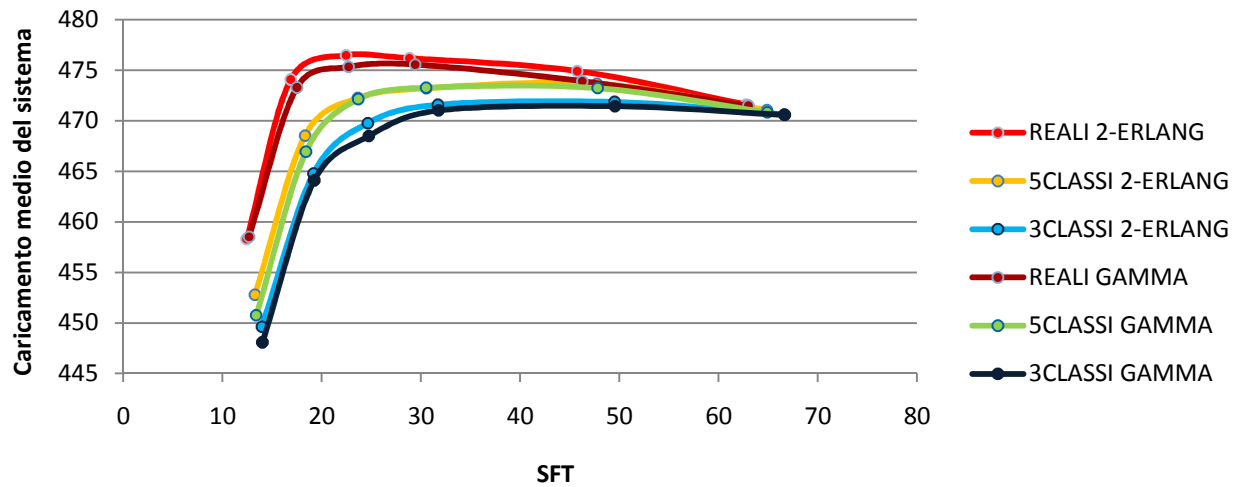


Grafico 79 Andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello *Shop Floor Time* (Bilanciamento)

Il caricamento medio del sistema oscilla nell'intervallo [448,09 *min* ; 476,45 *min*]. Osservando il grafico si possono fare considerazioni simili a quelle già riportate per i due modelli precedenti. Quanto più i vincoli diventano meno stringenti tanti più *job* vengono messi nel sistema; questo comporta un incremento dello SFT, della saturazione, dell'*output* e quindi anche del caricamento medio. Le prestazioni anche in questo caso subiscono però un decremento: dalla norma 3.000 in poi il caricamento medio tende a diminuire e tutte le configurazioni simulate tendono verso un medesimo valore di tale indicatore.

Per quanto riguarda l'analisi delle diverse configurazioni simulate, anche in questo caso emerge che con valori di norma contenuti le prestazioni migliori in termini di caricamento medio si hanno nel caso di perfetta informazione, mentre sono peggiori quando è elevata la scarsità informativa e la presenza di eventi imprevisti. Infatti nel caso delle classi il sistema, indipendentemente dal livello di norma, carica mediamente in maniera minore rispetto al caso di dati reali. Esistono differenze, seppur minime, tra i casi di tre e cinque classi: avere informazioni più precise porta, nel caso dei bilanciamenti, ad effettuare un rilascio più accurato (che come vedremo comporta un miglior bilanciamento tra i carichi delle stazioni); esso causa a sua volta un livello di saturazione superiore e quindi un *output* più elevato, il quale permette un caricamento medio più alto.

5.5.2. Domanda 3b

Quali regole gestionali risultano essere le più efficaci nel contesto in esame, in quanto migliorano maggiormente le *performance* rilevanti? Se variano le norme, tali regole rimangono superiori alle altre?

In questa seconda sezione ci si concentra sul confronto dei tre modelli presentati per identificare quale porti a migliori prestazioni in un *service office*. Il confronto viene svolto sulla base degli indicatori dei seguenti indicatori di prestazione:

- *Gross Throughput Time* (GTT);
- *Shop Floor Time* (SFT);
- *Output*;
- Saturazione media;
- Caricamento medio del sistema;
- Stabilità del caricamento medio;
- Bilanciamento delle stazioni.

Per l'analisi sono state valutate tutte e sei le configurazioni simulate; per ragioni di sintesi si riportano in questo studio quelle più rilevanti. Le configurazioni più critiche, in cui la prestazioni del sistema sono peggiori, corrispondono ai casi di scarsità informativa (in cui non si hanno dati precisi sui tempi), definiti come "3 classi 2-Erlang" e "3 classi Gamma". L'andamento dei grafici che non vengono riportati è comunque del tutto simile a quello dei grafici qui presentati.

Tempo di attraversamento

Per capire quale metodo performi meglio in termini di tempo di attraversamento si valutano a confronto il Gross Throughput Time (GTT) e lo Shop Floor Time (SFT).

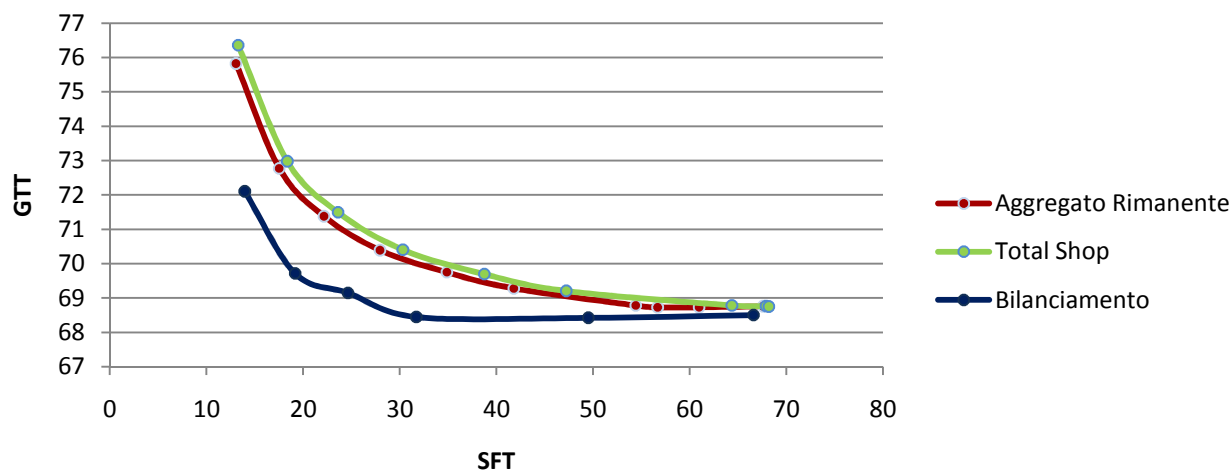


Grafico 80 Confronto dell'andamento del Gross Throughput Time in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/2-Erlang)

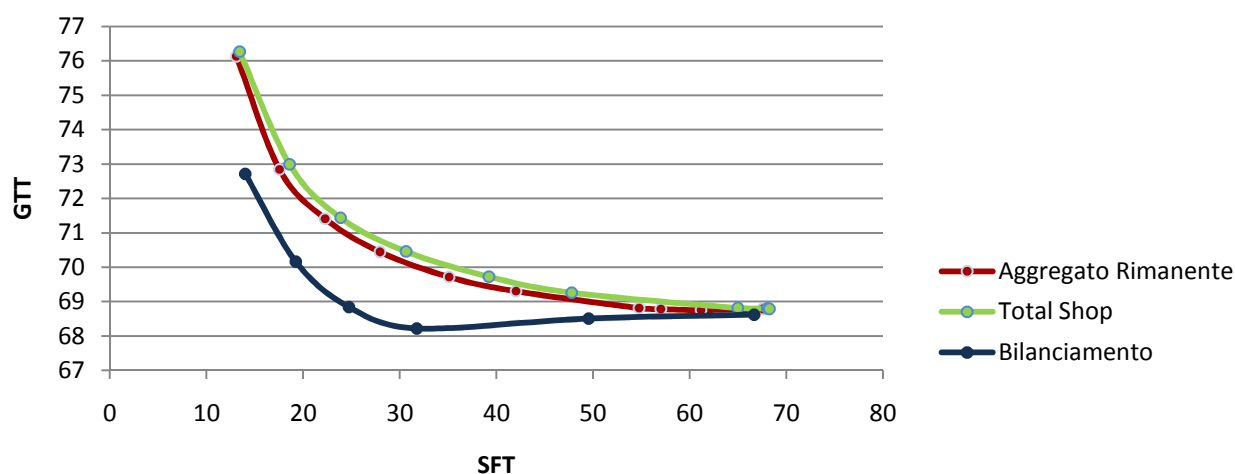


Grafico 81 Confronto dell'andamento del Gross Throughput Time in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/Gamma)

Dall'analisi dei grafici 80 e 81 emerge che il modello di bilanciamento permette di raggiungere i risultati migliori sia nel caso in cui le informazioni sui tempi sono poco precise (quindi si suppone di operare in classi) ma preventivo e consuntivo sono uguali, sia nel caso in cui oltre all'imprecisione sui dati si tiene conto della variabilità tra i tempi a preventivo e quelli a consuntivo. Questo vale per norme basse ed intermedie; infatti, dalla norma pari a 4.000 minuti si denota una tendenza dei tre modelli verso un risultato comune. È necessario inoltre sottolineare che, nel caso si

considerassero solo i modelli basati sull'algoritmo di limitazione, non si riscontrerebbero forti differenze nei risultati tra *Total Shop* e *Aggregato Rimanente*. Questo è dimostrato dal fatto che considerando la norma 1.600 minuti, a parità di GTT gli SFT presentano una differenza pari a 1,44 h. Pertanto l'azienda dovrebbe preferire l'implementazione del metodo di *Total Shop* per la sua maggiore semplicità.

I migliori valori di prestazione in termini di tempo di attraversamento vengono registrati in corrispondenza delle norme 1.600 minuti e 2.000 minuti. Il bilanciamento permette di ottenere, con le norme intermedie, un GTT migliore di tutti i GTT ottenibili tramite le limitazioni a qualsiasi livello di norma a fronte di uno SFT sempre minore a parità di norma. La spiegazione va trovata nel fatto che, a parità di norme e di condizioni del sistema, questo modello si occupa di bilanciare meglio i carichi alle stazioni e di conseguenza le stazioni stesse rimangono più raramente in una situazione di *starvation*. Da ciò consegue che il bilanciamento permette la realizzazione di maggiore *output* e garantisce una migliore saturazione del sistema.

Si mettono a confronto le curve nei casi reali e 3 classi per il *Gross Throughput Time*. L'obiettivo è di mostrare di quanto si degradano le prestazioni nel passaggio da perfetta informazione a informazione imprecisa con i tre modelli di riferimento. Per perseguire una maggior chiarezza non sono state riportate le curve relative alle 5 classi: esse costituiscono un caso intermedio, che porta alle medesime conclusioni qui riportate.

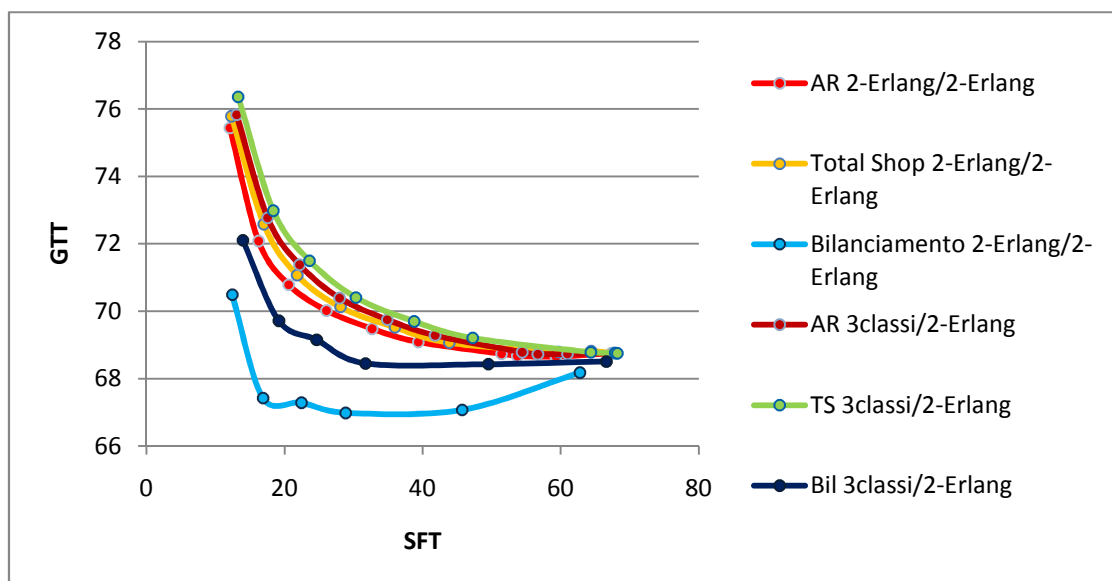


Grafico 82 Confronto dell'andamento del *Gross Throughput Time* in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo 2-Erlang

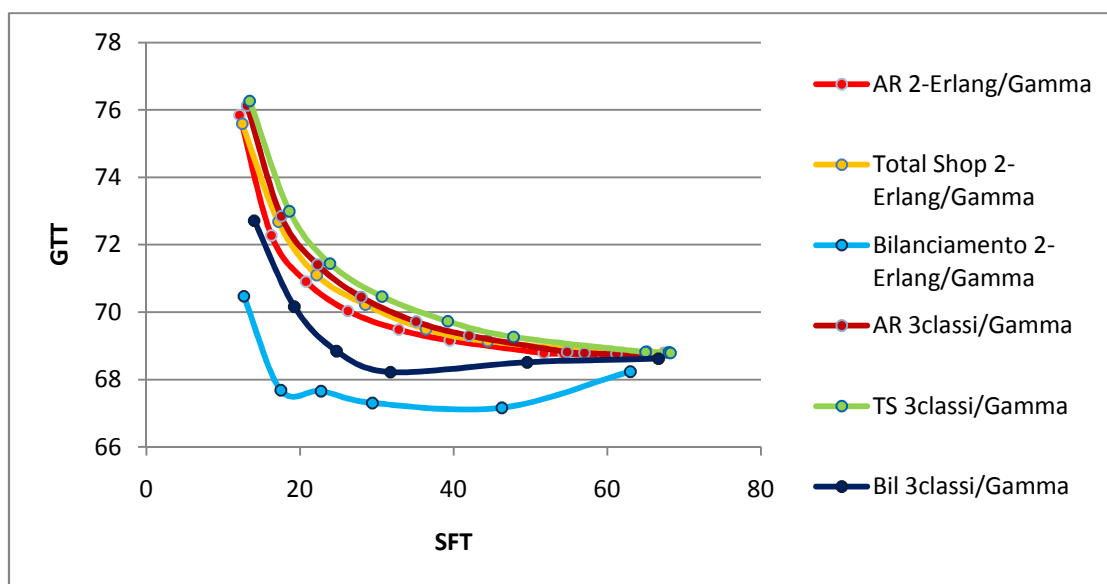


Grafico 83 Confronto dell'andamento del Gross Throughput Time in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo Gamma

Andando a confrontare due a due le curve corrispondenti ai tre modelli (Aggregato Rimanente 2-Erlang con 3 classi, Total Shop 2-Erlang con 3 classi, Bilanciamento 2-Erlang con tre classi), emerge che, sebbene il bilanciamento sia migliore in assoluto in tutti i casi, il passaggio da dati reali a classi degrada i tempi di attraversamento del sistema in misura maggiore rispetto al caso di utilizzo dell'algoritmo di limitazione.

Questa tesi è confermata se si calcolano gli scostamenti percentuali tra i reali e le tre classi sia nel caso 2-Erlang che nel caso Gamma in tutti e tre i modelli. La norma per cui sono stati effettuati i calcoli è quella che dà luogo allo scostamento maggiore: in questo caso la 1.600 per le limitazioni e la 1.280 per il bilanciamento.

	AGGREGATO RIMANENTE	TOTAL SHOP	BILANCIAMENTO
Reali e 3 classi (2-Erlang a consuntivo)	-0,84%	-0,60%	-3,40%
Reali e 3 classi (Gamma a consuntivo)	-0,71%	-0,47%	-3,66%

Tabella 11 Scostamenti percentuali in termini di Gross Throughput Time tra le configurazioni reali e le 3 classi per il valore di norma che comporta la differenza maggiore

Passando dalla condizione di perfetta informazione ad informazione imperfetta si ottengono significativi degni nelle *performance* di tempo solo nel caso dei bilanciamenti.

Output

Si effettua ora il confronto delle performance di output ottenute dai tre modelli. Secondo quanto già affermato, ci si aspetta che l'output sia superiore nel caso dei bilanciamenti.

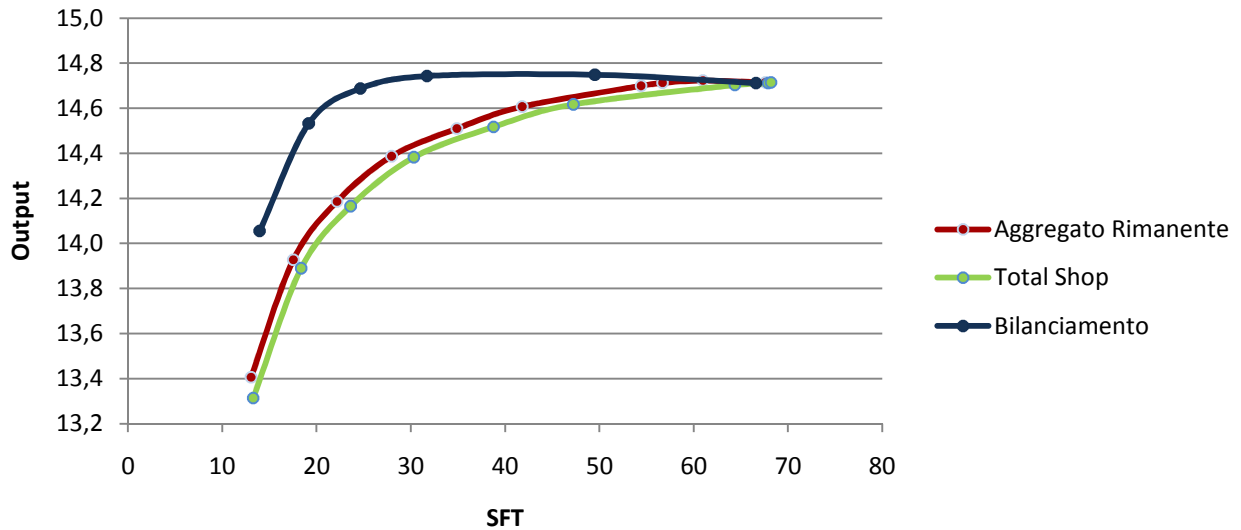


Grafico 84 Confronto dell'andamento dell'Output in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/2-Erlang)

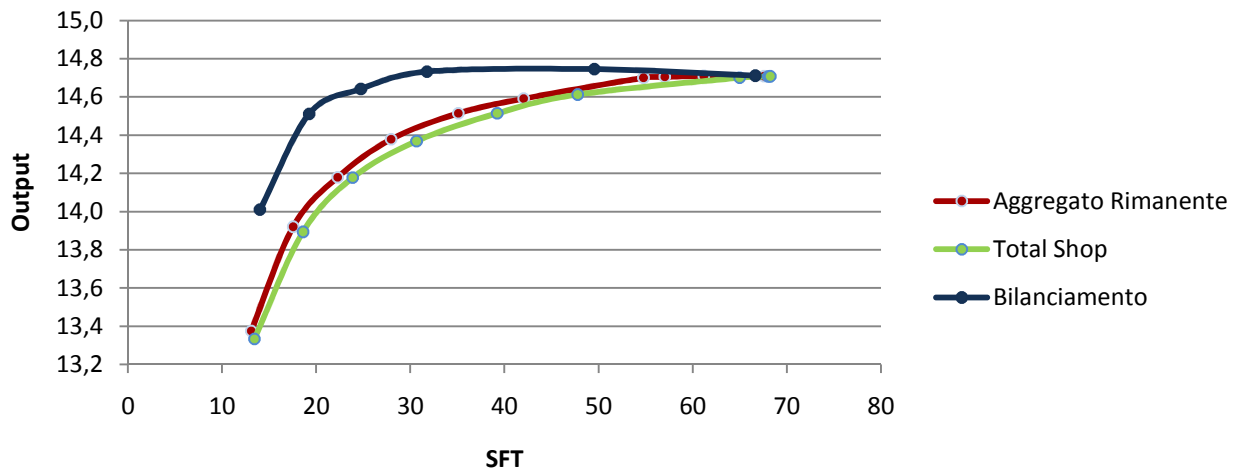


Grafico 85 Confronto dell'andamento dell'Output in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/Gamma)

Come premesso nel caso di analisi dei tempi, la produttività del sistema (in termini di *output*) risulta essere migliore con il modello di bilanciamento, sia per il caso di scarsità informativa che quando si tiene conto della variabilità tra i tempi a preventivo e quelli a consuntivo. Infatti, a fronte di un numero di *job* maggiore nel sistema si produce più *output* senza aumentare eccessivamente lo *Shop Floor Time*. Queste considerazioni valgono nel caso di norme basse ed

intermedie; con valori superiori alla norma 4.000 minuti i tre modelli tendono a realizzare il medesimo valore di *output*.

Come per i tempi, anche valutando l'*output* non si riscontrano grandi differenze tra adottare il modello di *Total Shop* e di *Aggregato Rimanente*; infatti, considerando la norma 1.600, la differenza è pari a 0,02 unità.

Si mettono a confronto le curve nei casi reali e 3 classi per l'*Output*. L'obiettivo è di mostrare di quanto si degradano le prestazioni nel passaggio da perfetta informazione a informazione imprecisa per i tre modelli di riferimento. Per perseguire una maggior chiarezza anche nell'analisi dell'*output* non sono state riportate le curve relative alle 5 classi: esse costituiscono un caso intermedio, che porta alle medesime conclusioni qui condotte.

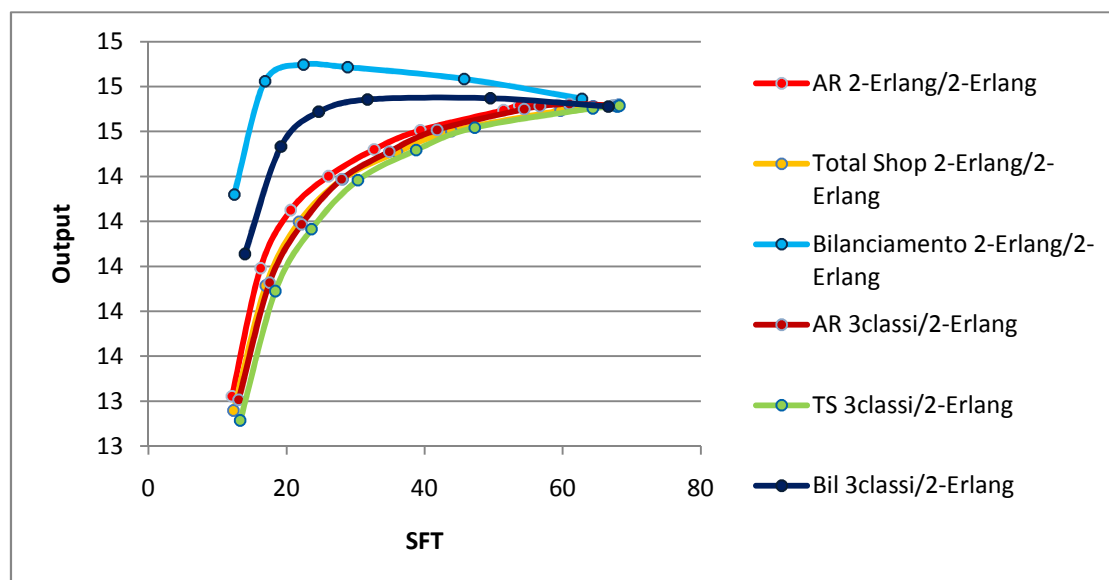


Grafico 86 Confronto dell'andamento dell'*Output* in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo 2-Erlang

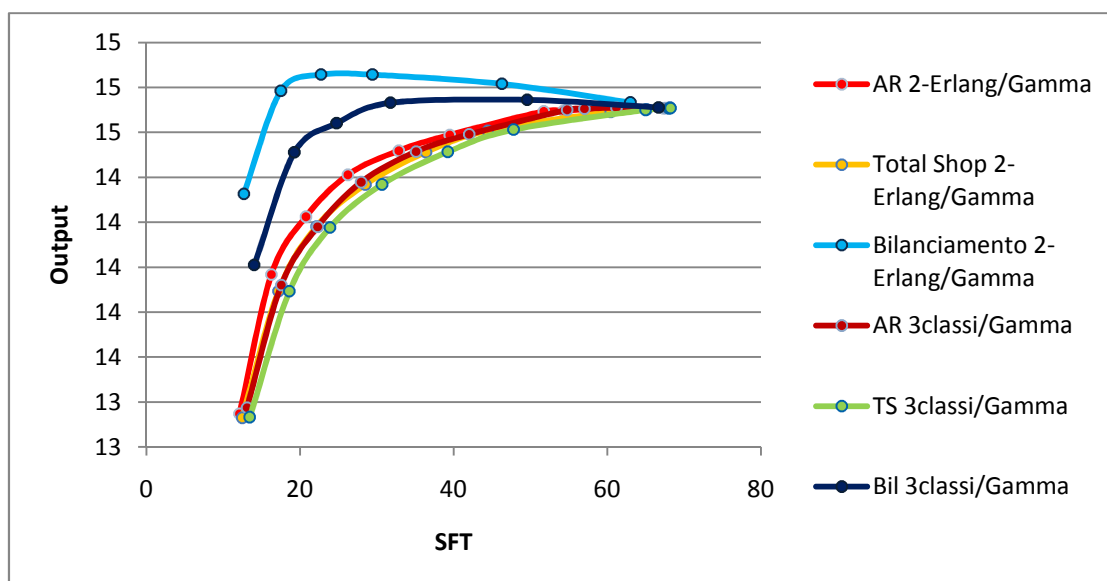


Grafico 87 Confronto dell'andamento dell'Output in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (2-Erlang vs. 3 classi) con tempi a consuntivo Gamma

Andando a confrontare due a due le curve corrispondenti ai tre modelli (Aggregato Rimanente 2-Erlang con 3 classi, Total Shop 2-Erlang con 3 classi, Bilanciamento 2-Erlang con tre classi), emerge che, sebbene il bilanciamento sia migliore in assoluto in tutti i casi, il passaggio a classi nel caso del bilanciamento degrada l'output del sistema in misura maggiore rispetto al caso delle limitazioni.

228

Questa tesi è confermata se si calcolano gli scostamenti percentuali tra i reali e le tre classi sia nel caso 2-Erlang che nel caso Gamma in tutti e tre i modelli. La norma per cui sono stati effettuati i calcoli è quella che dà luogo allo scostamento maggiore: in questo caso la 1.600 per le limitazioni e la 1.280 per il bilanciamento.

	AGGREGATO RIMANENTE	TOTAL SHOP	BILANCIAMENTO
Reali e 3 classi (2-Erlang a consuntivo)	0,45%	0,23%	1,96%
Reali e 3 classi (Gamma a consuntivo)	0,32%	0,03%	1,85%

Tabella 12 Scostamenti percentuali in termini di Output tra le configurazioni reali e le 3 classi per il valore di norma che comporta la differenza maggiore

Passando dalla condizione di perfetta informazione ad informazione imperfetta si ottengono significativi degni nelle performance di output solo nel caso dei bilanciamenti.

Saturazione media

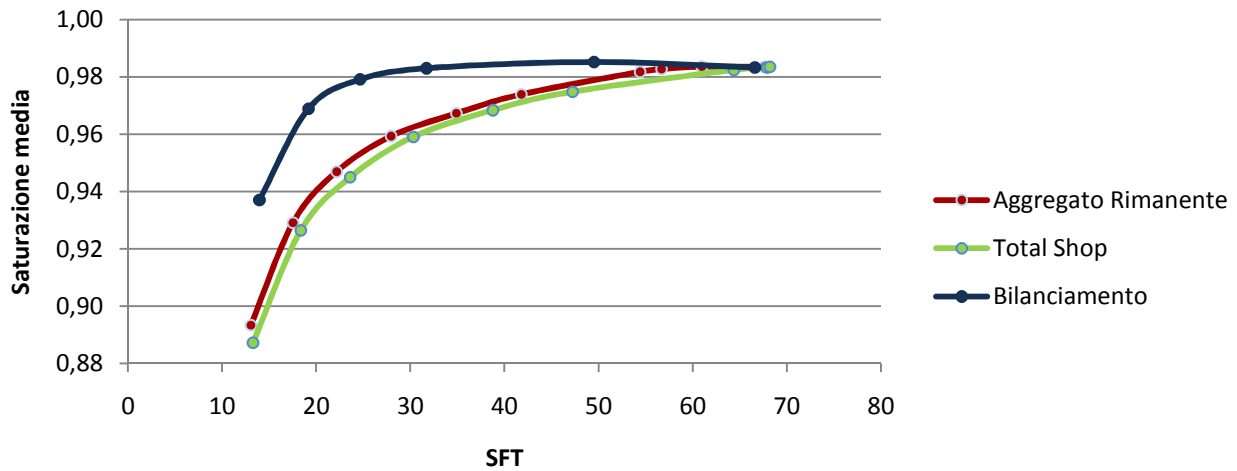


Grafico 88 Confronto dell'andamento della saturazione media in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/2-Erlang)

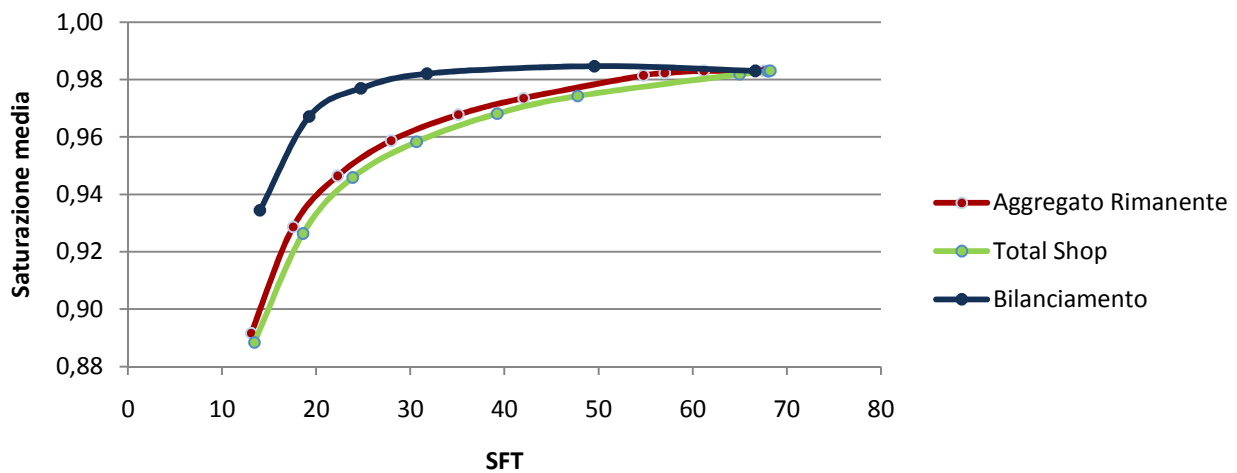


Grafico 89 Confronto dell'andamento della saturazione media in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/Gamma)

Analogamente a quanto accade per l'output, dai grafici 84 e 85 emerge che nel caso di implementazione del modello di bilanciamento il sistema risulta essere più saturo a parità di norma. Infatti dalla norma 1.600 in poi il valore della saturazione media si assesta attorno al 98% e l'unico indicatore che aumenta è lo Shop Floor Time (che causa una maggior congestione del sistema e quindi un degrado delle performance). Anche questo deriva dal fatto che bilanciando meglio il carico di lavoro alle stazioni è possibile saturare al meglio. Una maggiore saturazione delle stazioni permette di migliorare l'utilizzo del sistema evitando che una stazione si trovi in condizioni di inattività. Questo vale nel caso di norme intermedie; oltre la norma pari a 4.000 minuti i tre modelli confluiscono tutti verso un medesimo valore per questo indicatore.

Analogamente a quanto detto prima, nel caso si adotti l’algoritmo di limitazione non si riscontrano differenze significative tra *Total Shop* e *Aggregato Rimanente*.

Caricamento medio del sistema

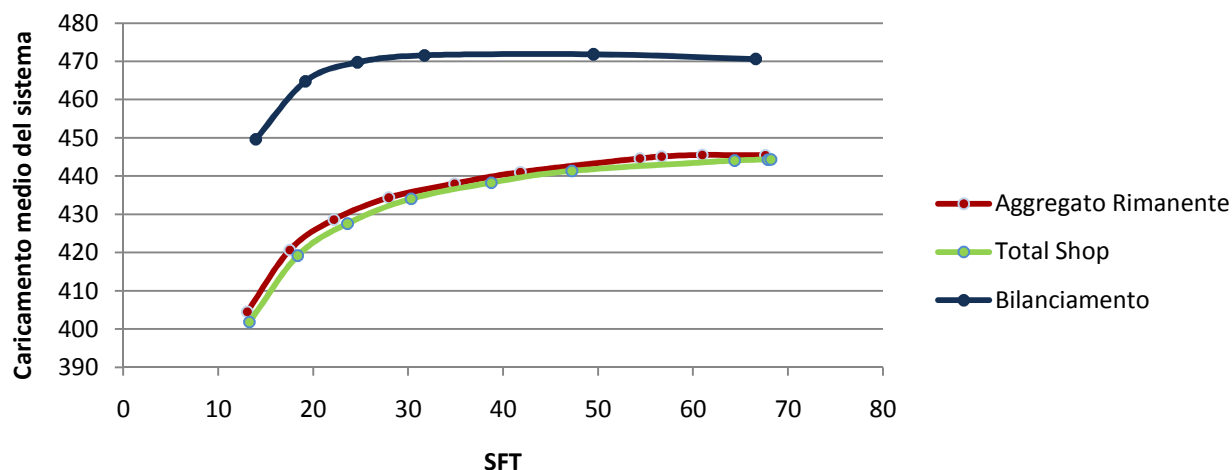


Grafico 90 Confronto dell'andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (3classi/2-Erlang)

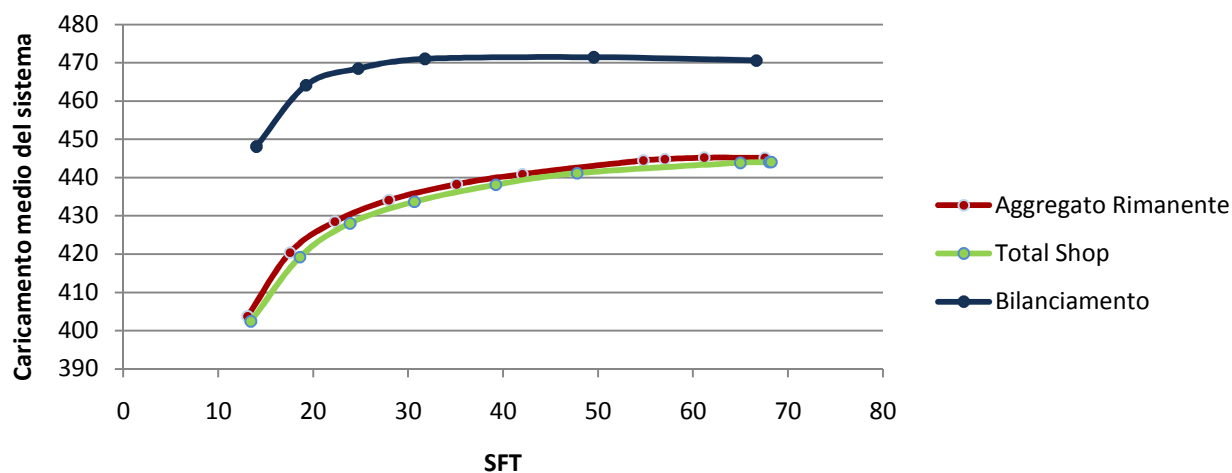


Grafico 91 Confronto dell'andamento del caricamento medio del sistema in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (3classi/Gamma)

Anche i grafici 86 e 87, che mostrano il caricamento medio del sistema, confermano quanto affermato in precedenza: il bilanciamento è il metodo che, a parità di norma e condizioni del sistema, permette di rilasciare più ordini rispetto agli altri metodi. 480 minuti corrispondono alla massima capacità giornaliera di lavoro del sistema; con un buon bilanciamento dei carichi mediamente ci si avvicina alla massima capacità. Il sistema risulta rilasciare più ordini; questo

conferma che si produce più *output*, confermando quanto già osservato. Visto questo risultato ci si aspetta che anche nella stabilità del caricamento le *performance* migliori siano ottenute utilizzando il modello del bilanciamento.

Stabilità del caricamento

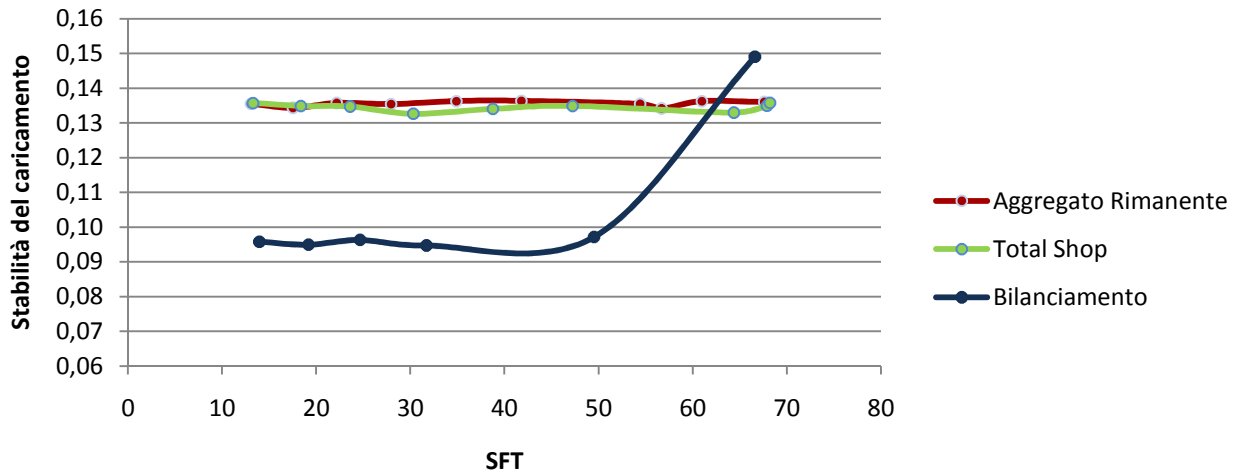


Grafico 92 Confronto della stabilità del caricamento medio in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/2-Erlang)

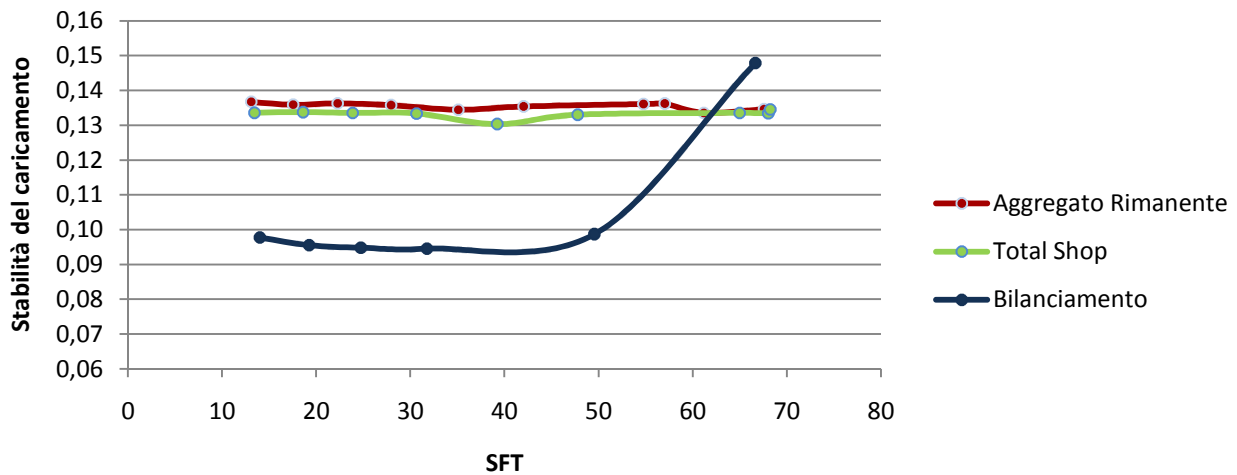


Grafico 93 Confronto della stabilità del caricamento medio in funzione dello Shop Floor Time nei tre modelli (3classi/Gamma)

Il bilanciamento risulta essere anche il modello con maggiore stabilità. Il caricamento medio per questo meccanismo di rilascio risulta stabile e costante per norme basse (stabilità pari al 10% circa); in corrispondenza della norma 4.000 minuti la stabilità del caricamento medio cresce significativamente e si assesta intorno ai valori assunti negli altri due modelli. Anche questo risultato deriva dal fatto che con norme intermedie è possibile bilanciare i carichi, mentre nel caso

di vincoli poco stringenti si tende ad inserire direttamente nel sistema tutti i *job* che giungono, quindi il caricamento diventa maggiormente instabile.

Bilanciamento delle stazioni

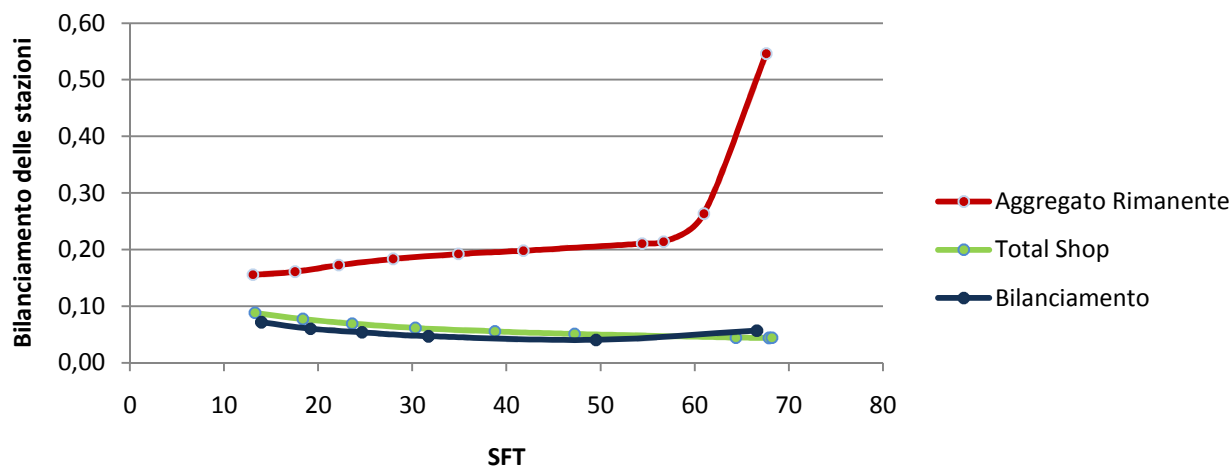


Grafico 94 Confronto del bilanciamento delle stazioni in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (3classi/2-Erlang)

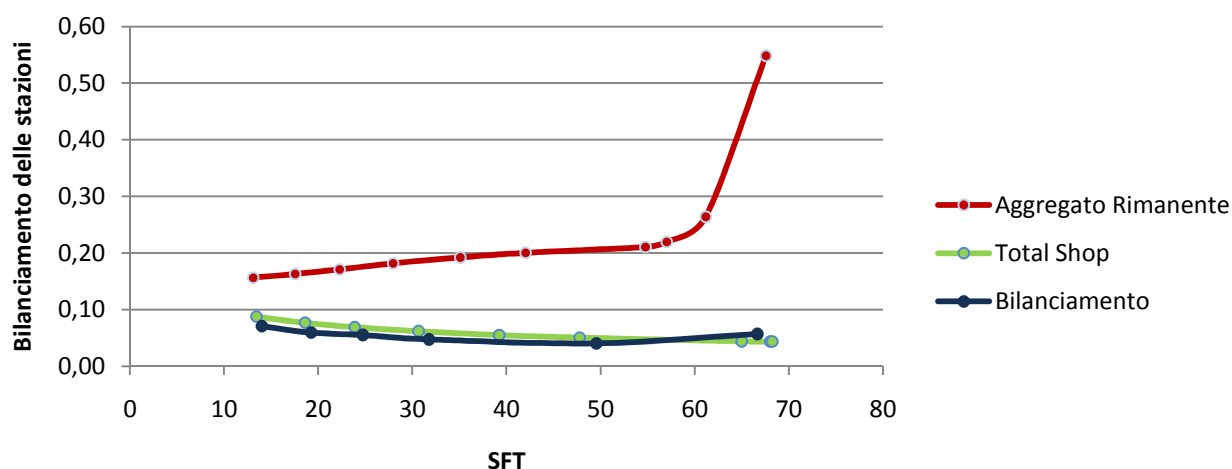


Grafico 95 Confronto del bilanciamento delle stazioni in funzione dello *Shop Floor Time* nei tre modelli (3classi/Gamma)

I due grafici evidenziano che, specialmente per norme basse, il metodo di rilascio del bilanciamento riesce a meglio bilanciare i carichi tra le stazioni. Questo indicatore sta alla base di tutti i miglioramenti delle *performance* visti finora: un miglior bilanciamento dei carichi tra le stazioni comporta maggior saturazione, *output* maggiore e tempi di attraversamento del sistema minori.

Purtroppo questa misura non può essere utilizzata per comparare le prestazioni dell'Aggregato Rimanente. Come si può notare, il bilanciamento delle stazioni nell'Aggregato Rimanente è di molto superiore agli altri metodi. Questo è riconducibile al fatto che le norme alle stazioni sono state calcolate nel seguente modo:

$$\frac{\text{norma} - 480 \text{ minuti}}{5} \cdot \#stazione + 480 \text{ minuti}$$

Quindi i carichi che vengono imposti alle diverse stazioni da questo metodo non sono uniformi, ma decrescono passando dalle stazioni a valle a quelle a monte. Calcolando il bilanciamento delle stazioni, si effettua una media sui giorni del rapporto deviazione standard/media, effettuati sulle cinque stazioni (cfr. sezione 5.4.9). Quindi, al contrario degli altri due modelli, in questo caso gli scostamenti dei carichi dal carico medio delle stazioni sono per definizione molto elevati.

Per cercare di rendere comparabile tale formula si è scelto di utilizzare un'altra forma di scostamento percentuale:

$$\mu_{giorni} \left[\mu_{stazioni} \left(\frac{\text{norma}_{stazione} - \text{carico}_{stazione}}{\text{norma}_{stazione}} \right) \right]$$

Purtroppo tale formula non è del tutto comparabile con quella usata per *Total Shop* e Bilanciamenti, in quanto non calcola gli scostamenti percentuali dal carico medio delle stazioni, ma dalla norma che è stata imposta. Per questo motivo, per le norme più elevate (5.000 minuti e 10.000 minuti), sebbene si rilascino giornalmente sempre più ordini nel sistema, questo non basta mai per raggiungere il limite imposto. Quindi lo scostamento misurato per le norme molto alte non è molto indicativo del bilanciamento tra le stazioni; è quindi consigliabile tenere conto di tale indicatore solo per il confronto su norme basse.

In ogni caso, anche osservando solamente le norme più basse, si nota che il modello che meno è in grado di bilanciare i carichi è sempre l'aggregato rimanente.

5.5.2.1. Scostamenti percentuali

Vengono qui analizzati gli scostamenti percentuali tra i tre modelli in termini di *Gross Throughput Time*, *Shop Floor Time* e *Output* nei loro punti di migliore funzionamento e per tutte le configurazioni. Il punto di migliore funzionamento corrisponde alla norma per cui si riesce ad

ottenere nello stesso momento un basso *Gross Throughput Time* e un basso *Shop Floor Time*. Per *Total Shop* e *Aggregato Rimanente* è stata scelta la norma 2.000, mentre per il bilanciamento la norma 1.600.

	<i>TOTAL SHOP-</i>	<i>TOTAL SHOP-</i>	<i>AGGREGATO RIMANENTE-</i>	
	<i>AGGREGATO RIMANENTE</i>	<i>BILANCIAMENTO</i>	<i>BILANCIAMENTO</i>	
<i>Gross Throughput Time</i>	2-Erlang/2-Erlang	0.15%	4.05%	3.91%
	5 classi/2-Erlang	-0.08%	2.62%	2.70%
	3 classi/2-Erlang	0.02%	1.78%	1.76%
	2-Erlang/Gamma	0.27%	3.66%	3.39%
	5 classi/Gamma	-0.01%	2.98%	2.99%
	3 classi/Gamma	0.02%	2.30%	2.28%

Tabella 13 Scostamento percentuale in termini di *Gross Throughput Time* tra i differenti modelli per tutte le sei configurazioni, in corrispondenza della norma che porta alle *performance* migliori

	<i>TOTAL SHOP-</i>	<i>TOTAL SHOP-</i>	<i>AGGREGATO RIMANENTE-</i>	
	<i>AGGREGATO RIMANENTE</i>	<i>BILANCIAMENTO</i>	<i>BILANCIAMENTO</i>	
<i>Shop Floor Time</i>	2-Erlang/2-Erlang	7.22%	20.08%	13.86%
	5 classi/2-Erlang	7.73%	18.80%	12.00%
	3 classi/2-Erlang	7.78%	18.70%	11.84%
	2-Erlang/Gamma	7.92%	20.29%	13.44%
	5 classi/Gamma	7.83%	18.80%	11.90%
	3 classi/Gamma	8.81%	19.27%	11.47%

Tabella 14 Scostamento percentuale in termini di *Shop Floor Time* tra i differenti modelli per tutte le sei configurazioni, in corrispondenza della norma che porta alle *performance* migliori

	AGGREGATO RIMANENTE-	BILANCIAMENTO-	BILANCIAMENTO-
	TOTAL SHOP	TOTAL SHOP	AGGREGATO RIMANENTE
Output	2-Erlang/2-Erlang	0.09%	3.42%
	5 classi/2-Erlang	-0.06%	2.63%
	3 classi/2-Erlang	0.03%	2.08%
	2-Erlang/Gamma	0.30%	3.30%
	5 classi/Gamma	-0.03%	2.66%
	3 classi/Gamma	0.07%	1.87%

Tabella 15 Scostamento percentuale in termini di *Output* tra i differenti modelli per tutte le sei configurazioni, in corrispondenza della norma che porta alle *performance* migliori

Dal confronto emerge che a parità di norma *Total Shop* e *Aggregato Rimanente* non presentano sostanziali distinzioni in termini di produttività. Infatti, gli scostamenti in termini di *Gross Throughput Time* e *Output* per tutte le sei configurazioni sono minimi. A parità di produttività, tuttavia, lo *Shop Floor Time* nel caso del *Total Shop* risulta essere superiore di circa l'8% rispetto all'*Aggregato Rimanente*. I due modelli sono comunque molto assimilabili. Per questo motivo, data la maggior complessità del metodo *Aggregato Rimanente*, è consigliabile utilizzare, se si vuole fare uso dell'algoritmo di limitazione, del metodo del *Total Shop*, anche se a fronte di un degrado "accettabile" dello *Shop Floor Time*.

Le migliori *performance* che si ottengono tramite bilanciamento del flusso sono invece ben visibili analizzando sia gli scostamenti tra bilanciamento e *Total Shop* sia tra bilanciamento e *Aggregato Rimanente*. Il miglioramento in termini di produttività che si ottiene bilanciando i carichi tra le stazioni è netto: sia per l'*Output* che per il *Gross Throughput Time* è possibile ottenere tra il 2% e il 3% di *performance* migliori. Le differenze in termini di *Shop Floor Time* sono ancora più marcate: esso si riduce drasticamente con il bilanciamento, portando a miglioramenti superiori rispetto alle limitazioni che oscillano tra il 12% e il 20%.

Analizzando invece quale sia la configurazione che presenta le differenze minori, si osserva, come era ragionevole aspettarsi, che gli scostamenti più marcati tra limitazione e bilanciamento sussistono nel caso di utilizzo dei tempi di processamento precisi (configurazioni 2-Erlang/2-Erlang e 2-Erlang/Gamma). Le differenze tra limitazione e bilanciamenti si riducono al diminuire del livello di precisione con cui vengono stimati i tempi di lavorazione. Questo risultato conferma quanto

detto prima: passando alle classi le *performance* si degradano maggiormente se si utilizza un meccanismo di rilascio che bilancia il flusso.

5.5.3. Conclusioni sull'analisi dei risultati

Dalla prima analisi, che si occupa di rispondere al quesito 3a, emerge che è possibile applicare in un *service office* i tre modelli simulati ottenendo buoni risultati. Si è dimostrato quindi che tali aziende possono ottenere un beneficio significativo dalla presenza della *Pre-Shop Pool*, il *buffer* che disaccoppia il sistema di pianificazione dallo *shop floor office* e che riduce la quantità di lavoro rilasciata nel sistema. Si rileva inoltre che si possono ottenere livelli differenti di prestazioni a seconda del modello utilizzato. Tali differenze verranno meglio analizzate nella sezione che segue.

Valutando i risultati al variare delle norme si osserva che se un controllo viene fissato ad un livello troppo alto diventa inefficace e se è troppo basso dà un *output* inadeguato. Esiste quindi un *trade-off* tra un controllo inefficace delle code (che fluttuano in maniera significativa) e un *output* troppo basso dovuto alla permanenza prolungata dell'ordine nella *Pre-Shop Pool*.

Considerando l'evoluzione delle prestazioni al variare dei valori di norma si è inoltre osservato che la riduzione del *Gross Throughput Time* è strettamente connessa con l'incremento della produttività giornaliera in termini di *output*, a sua volta causato dall'aumento del volume di attività giornalmente rilasciato. Avere uno *Shop Floor Time* contenuto significa avere nel sistema un ridotto quantitativo di WIP, ciò premette notevoli vantaggi sia dal punto di vista organizzativo che di carattere economico. Anche nel caso di erogazione di un servizio si utilizzano diverse materie prime che costituiscono un esborso di capitale talvolta notevole (es. processo di sostituzione di tubi nel caso di perdite al sistema idrico); è quindi molto importante anche per questa tipologia di aziende ridurre e tenere sottocontrollo il livello di WIP. Un altro vantaggio ottenibile è la maggiore flessibilità derivante dall'utilizzo della *Pre-Shop Pool*, che permette di modificare il sequenziamento degli ordini a costi nulli o molto contenuti. Il calo del tempo che trascorre tra il manifestarsi della richiesta e il suo completamento permette all'impresa di essere più rapida nel rispondere ai bisogni del cliente, consentendole di minimizzare i ritardi nelle consegne. Risulta quindi importante poter introdurre nelle aziende di servizio regole gestionali che si preoccupano di definire e controllare i carichi di lavoro che devono essere lavorati dal sistema.

Dall'analisi dei risultati emerge quindi che con ognuno dei tre modelli utilizzati nella simulazione le imprese di servizi sarebbero in grado di migliorare nettamente le prestazioni del proprio *office*, ottenendo così un forte vantaggio competitivo e migliorando il livello di servizio al cliente. In particolare, in prossimità di norme intermedie le prestazioni che il sistema può ottenere sono le migliori, cosa che è molto evidente nel caso dei bilanciamenti.

È stato possibile rilevare che le diverse configurazioni simulate⁴⁴ presentano differenti livelli di prestazione, specialmente nel caso di implementazione del modello di bilanciamento. Con *Total Shop* e *Aggregato Rimanente* si evidenziano differenze solo tra il caso di completezza delle informazioni e quelli legati alla scarsità informativa, senza però distinguere tra il caso in cui i tempi sono divisi in tre classi rispetto a quello in cinque classi. Quindi, per tutti i tipi di modello, quanto più precise sono le informazioni relative ai tempi tanto migliori sono le prestazioni del sistema. Questo fatto non vale però con le norme alte, in cui tutti i valori tendono ad allinearsi.

Dall'analisi emerge inoltre che, nel caso del bilanciamento, passare da completezza (pianificare le attività utilizzando i dati reali) a incompletezza informativa (pianificare le attività utilizzando le classi) comporta un peggioramento delle prestazioni rispetto alle limitazioni.

Infine si è riscontrato che le prestazioni dei casi in cui i tempi sono stati estratti dalla distribuzione Gamma, per poter tener conto degli eventi imprevisti (che spesso accadono nella realtà), sono molto vicine ai casi di perfetta informazione. Ciò significa che il sistema reagisce bene agli imprevisti. Questa osservazione vale per tutti e tre i modelli simulati.

Nella seconda parte dell'analisi dei risultati trovano risposta i quesiti relativi alla domanda di ricerca 3b. Si è ritenuto ragionevole presentare solamente le configurazioni più critiche, in modo tale da dimostrare che il modello potesse funzionare bene anche nel peggiore dei casi. Per tutte le altre configurazioni si registrano semplicemente prestazioni superiori.

Il modello che permette i maggiori miglioramenti di *performance* in termini di tempi, di incremento della produttività dell'*output* e di riduzione della complessità gestionale è il bilanciamento. A parità di norma e di condizioni del sistema, grazie al bilanciamento dei carichi

⁴⁴ Ci si riferisce alle sei configurazioni oggetto dell'analisi, ottenute imponendo prima i dati *standard* reali (estraendoli dalla distribuzione 2-Erlang), poi suddividendoli in tre e cinque classi. Lo stesso procedimento è successivamente stato seguito imponendo dei tempi di lavorazione effettivi differenti da quelli *standard* (tramite l'ausilio della distribuzione Gamma).

vengono inseriti più *job* nel sistema e di conseguenza si produce più *output* mantenendo un buon livello di saturazione del sistema. Si evitano così *idle times* alle stazioni che invece si verificano con maggior frequenza negli altri due modelli.

Si osserva inoltre che le limitazioni tramite *Total Shop* e tramite Aggregato Rimanente risultano molto assimilabili: se utilizzati all'interno di un *flow shop* portano praticamente agli stessi risultati. Date le differenze molto contenute sarebbe consigliabile per le aziende adottare, nel caso in cui volessero fare uso di un algoritmo di limitazione, il modello *Total Shop*, a causa della sua maggiore semplicità d'implementazione.

In conclusione, confrontando norma per norma i tre modelli, emerge come le prestazioni nel caso di bilanciamento siano sempre migliori rispetto alle limitazioni. In termini assoluti, invece, i tempi più bassi e gli *output* più alti sono ottenuti per livelli di norma intermedi. Le prestazioni sono peggiori con norme molto basse perché in presenza di vincoli molto stringenti diviene più difficile riuscire a bilanciare al meglio i carichi; invece con norme molto alte, superiori ai 4.000 minuti, il degrado delle *performance* si spiega con il fatto che si tende a rilasciare a sistema tutti gli ordini e quindi non si effettua alcun bilanciamento.

6. Conclusioni

Questo lavoro di ricerca nasce con l'obiettivo di dimostrare l'applicabilità di politiche gestionali basate sulla filosofia *Lean* nelle *service operations* e di mostrare la superiorità del meccanismo di bilanciamento del flusso.

L'utilità e la validità dell'approccio *Lean* sono state già ampiamente dimostrate all'interno del contesto manifatturiero. Molti autori hanno inoltre mostrato come esso presenti ampie potenzialità di miglioramento se introdotto in un contesto di servizi. Tuttavia dallo studio è emerso che è stato fatto ancora poco in questa direzione.

Si riportano le domande di ricerca con le quali ha avuto origine il lavoro di tesi e a partire dalle quali è possibile trarre delle conclusioni.

Domanda di ricerca 1.

Su cosa si sono concentrati gli studi condotti fino ad ora nella ricerca relativa al *Lean* nei servizi? È stata dimostrata la validità del *Lean* all'interno del settore dei servizi? È necessario apportare modifiche all'approccio utilizzato in ambito manifatturiero perché esso funzioni anche nelle aziende non ripetitive? Quali sono i principali problemi che si intende affrontare? È possibile sviluppare una metodologia unica o è necessario distinguere in base alla tipologia di servizio?

Domanda di ricerca 2.

Come sono gestite le *operations* nelle aziende appartenenti ai settori Sanità e *Utilities*? Quali sono gli obiettivi più rilevanti e su cui è necessario puntare per ottenere un vantaggio competitivo? Su quali di questi le imprese del settore hanno maggiori difficoltà e quindi su quali esiste il maggior margine di miglioramento? Quale è il livello di conoscenza, diffusione e applicazione dell'approccio *Lean* in queste realtà? Quali sono le problematiche che spingono queste di imprese ad introdurlo? Quali sono gli strumenti tipici di tale approccio maggiormente utilizzati?

Domanda di ricerca 3.

Quali sono le caratteristiche rilevanti di un processo tipico delle imprese di servizio? È possibile fare affidamento sulla tecnica del bilanciamento dei flussi ispirata all'approccio *Lean* per

migliorare la produttività dei *service process*? In che modo questa tecnica deve essere riadattata a questo nuovo contesto? I risultati ottenuti sono significativi e permettono un buon miglioramento delle *performance* aziendali? È possibile migliorare le *performance* anche quando si riscontra forte variabilità tra tempi pianificati e tempi effettivi, caratteristica tipica di queste aziende? Nel caso in cui si ha forte scarsità informativa come variano le *performance*?

Per poter rispondere a tali quesiti il lavoro di tesi è stato strutturato nel seguente modo:

- Analisi della letteratura relativa al *Lean* applicato ai servizi (cap. 3).
- Indagine sulla gestione delle *Operations* e la diffusione del *Lean* nelle aziende di servizio (cap. 4).
- Miglioramento delle prestazioni nel processo di erogazione di un servizio tramite simulazione (cap. 5).

Grazie all'analisi della letteratura è stato possibile rilevare che la ricerca relativa al *Lean* nei servizi si trova ancora negli stadi iniziali. La maggior parte degli articoli presenti nel campione raccolto è infatti di tipo *Theory Building* ed appartiene ancora alle prime fasi del processo di costruzione di una nuova teoria, osservazione ed esplorazione della realtà. Gli studi sono di tipo empirico, infatti la tipologia di ricerca più diffusa è il *case study* empirico; seguono poi la ricerca di tipo analitico concettuale e quella empirica statistica.

Gli studi condotti sino ad ora nella ricerca relativa all'introduzione del *Lean* nei servizi si sono concentrati essenzialmente sull'applicazione dell'approccio *Lean* ad uno o più casi reali, da cui si cerca di trarne lezioni per il futuro. Si tratta comunque di consigli molto generali su come sarebbe opportuno agire per avere successo nell'implementazione (ad esempio che è necessario un forte *commitment* da parte dei *manager* o un forte coinvolgimento dei lavoratori). Pochi autori si sono invece dedicati ad analizzare a fondo i problemi di implementazione nei servizi: questo costituisce un fattore limitante per la ricerca. Molto rari sono i *paper* in cui si propongono soluzioni implementative nuove. Essi sono per lo più focalizzati sul processo di sviluppo di un nuovo prodotto.

Nessun autore ha mostrato interesse nell'identificare soluzioni che potessero essere trasversali a più ambiti, ma ciascuno si è limitato a definire soluzioni per lo specifico ambito d'interesse. Tutti

gli autori si sono trovati d'accordo nell'affermare che per poter implementare la filosofia *Lean* nei servizi è necessario apportare gli opportuni cambiamenti.

Grazie all'analisi suggerita da Duclos et al. (1995) è stato possibile identificare un cambiamento terminologico nel corso degli anni; si è passati infatti da *Just in Time* ad approccio *Lean* completo; con ciò si intende che non varia solo il termine ma si denota anche un'evoluzione stessa dell'approccio.

Sono ancora molti i passi da fare nella ricerca in questo ambito: ci si trova infatti ancora nelle fasi iniziali. Tuttavia non c'è tuttora molta chiarezza riguardo a come è possibile strutturare l'approccio per le diverse tipologie di servizio e non esiste ancora un *framework* ben chiaro. È quindi necessario lavorare in questa direzione.

Dopo l'inquadramento teorico, e quindi dopo aver fatto il punto della situazione della letteratura sino ad ora esistente in merito al *Lean* nei servizi, si è ritenuto opportuno indagare sulla diffusione dell'approccio *Lean* e sulla gestione delle *operations* in alcune realtà aziendali dei settori *Utilities* e Sanità. Questo ha permesso di rispondere al secondo quesito di ricerca.

Dalla *survey* condotta emerge come la filosofia *Lean* possa essere introdotta con successo nelle aziende appartenenti a questi due settori. I principali problemi che spingono le imprese nella Sanità a ricorrere a tale filosofia sono sia la riduzione dei costi e delle tempistiche interne ai processi, sia l'aumento della qualità dei servizi offerti. Nel caso delle *Utilities* i principali problemi risiedono nella riduzione dei costi e delle tempistiche interne ai processi e nell'aumento della flessibilità. Gli obiettivi *corporate* identificati sono gli stessi per i due settori e corrispondono a tempi e costi. È stato possibile identificare le problematiche operative dei due settori specifici: nel caso della Sanità sono legate al coordinamento e al controllo dell'avanzamento, mentre nelle *Utilities* sono legate alle tempistiche lunghe e variabili. Le attività di miglioramento in atto in questa tipologia di aziende è legata al raggiungimento di un'efficienza e di un livello di servizio elevati.

È da segnalare che in genere all'interno delle aziende di servizio non esiste ancora una cultura orientata ai processi, che vede nella gestione delle *operations* un grande fattore competitivo. Spesso infatti non è presente una figura unica che si occupa di definire le procedure e gli *standard*,

di *customer satisfaction* e dell'attività di miglioramento; quando essa è presente prende il nome di "funzione qualità".

È stato inoltre possibile capire quali sono gli approcci ispirati alla filosofia *Lean* più comunemente utilizzati e che possono quindi risultare maggiormente efficaci in questo contesto. Il messaggio che se ne trae è che l'implementazione del *Lean* sia nel settore delle *Utilities* che nella Sanità è quasi nulla, e quello che è stato fatto appartiene soprattutto alle fasi iniziali. Si fa affidamento solamente sulle tecniche più semplici, come ad esempio la mappatura dei processi o l'utilizzo delle attività 5S. Dall'analisi delle aziende che hanno implementato il *Lean* è emerso che tale filosofia possa essere applicata anche in un contesto pubblico e non solo nelle aziende private e che è possibile introdurlo con successo anche all'interno di piccole realtà, con un numero di dipendenti di poco inferiori a 100.

Infine ci si è concentrati sul miglioramento dei processi delle *service operations* attraverso l'utilizzo di tre diverse politiche gestionali. Ciò ha permesso di rispondere al terzo quesito di ricerca.

Lo studio effettuato è di tipo quantitativo e si serve della simulazione per validare le teorie. La decisione di fare affidamento su questa tipologia di ricerca è in parte motivata dalla presa di coscienza della quasi totale mancanza di queste metodologie all'interno della letteratura appartenente al filone dell'*Operations Management* che si occupa di applicare l'approccio *Lean* ai servizi. La scelta nasce quindi dal tentativo di indirizzare la ricerca verso un nuovo stadio, di costruzione e validazione delle teorie.

Sono stati inizialmente individuati tre processi tipici delle aziende *Utilities* precedentemente intervistate. L'analisi di tali processi ha permesso di capire le principali caratteristiche e le problematiche che affliggono il mondo dei servizi: la forte scarsità informativa che sono costretti a gestire e la mancanza di una gestione del rilascio degli ordini (nei servizi ci si limita infatti ad inserire a sistema le pratiche secondo l'ordine di arrivo).

Per risolvere i problemi presenti all'interno dei *service process* ci si è affidati alle tecniche di *WorkLoad Control*. Attraverso le simulazioni si è cercato di dimostrare innanzitutto la possibilità di ottenere miglioramenti nelle *performance* delle aziende di servizio per ognuno dei tre modelli di controllo del carico considerati. Dalla prima parte di analisi dei risultati è emerso che le aziende possono ottenere un beneficio significativo dalla presenza della *Pre-Shop Pool*, il *buffer* che

disaccoppia il sistema di pianificazione dallo *shop floor office* e che seleziona la quantità di lavoro da rilasciare nel sistema. Inoltre con ognuno dei tre modelli le imprese di servizi sarebbero in grado di migliorare nettamente le prestazioni del proprio *office*, ottenendo così un forte vantaggio competitivo e migliorando il livello di servizio al cliente. In particolare, in prossimità di norme intermedie le prestazioni che il sistema può ottenere - in termini di SFT contenuto, basso WIP, maggiore flessibilità grazie all'uso della *Pre-Shop Pool* - sono le migliori. Questo risultato è particolarmente vero se l'algoritmo di rilascio utilizzato è quello di bilanciamento.

Sono state svolte simulazioni relative a sei diverse configurazioni: partendo dal caso in cui tempi *standard* ed effettivi sono "reali" e noti deterministicamente (caso denominato 2-Erlang/2-Erlang), sono stati suddivisi prima i tempi *standard* in tre e cinque classi; successivamente sono state introdotte delle distorsioni nei tempi effettivi in modo da tenere conto degli imprevisti che nella realtà si possono verificare. Dai risultati analizzati si è riscontrato che si raggiungono diversi livelli di prestazione a seconda della configurazione, specialmente nel caso del bilanciamento. Con *Total Shop* e *Aggregato Rimanente* si evidenziano differenze solo tra il caso di completezza delle informazioni e quelli legati alla scarsità informativa, senza però distinguere tra il caso in cui i tempi sono divisi in tre classi rispetto a quello in cinque classi. È stato quindi riscontrato che all'aumentare della precisione con cui sono definiti i tempi le prestazioni del sistema migliorano. Tuttavia quanto affermato non vale con le norme alte, in cui tutti i valori delle prestazioni tendono ad allinearsi. Con l'intento di simulare configurazioni vicine alla realtà si è deciso tenere in considerazione eventuali situazioni impreviste, tale caratteristica è stata resa utilizzando per i tempi a consuntivo i dati estratti dalla distribuzione Gamma. È stato possibile individuare che il sistema, grazie a queste politiche gestionali, è in grado di reagire a situazioni impreviste; ciò è confermato dal fatto che le prestazioni dei casi in cui i tempi sono stati estratti dalla distribuzione Gamma sono molto vicine ai casi di perfetta informazione.

Ci si è poi concentrati su quale modello garantisca migliori prestazioni. È stato possibile riconoscere che il modello di bilanciamento dei carichi sia quello che in assoluto permette al sistema di raggiungere le *performance* migliori sia in termini di tempi, di *output*, di saturazione che di caricamento del sistema. A parità di norma e di condizioni del sistema, grazie al bilanciamento dei carichi vengono rilasciati più *job*, il livello di saturazione del sistema risulta incrementato e di conseguenza si produce più *output*. Si evitano così *idle times* alle stazioni, che invece si verificano con maggior frequenza negli altri due modelli. Si è riscontrato che ciò vale specialmente in

corrispondenza di norme intermedie: a partire dalla norma 4.000 le prestazioni ottenibili col modello di bilanciamento tendono ad allinearsi con quelle realizzate con l'algoritmo di limitazione poiché non è più possibile bilanciare i carichi e si tende ad inserire tutti gli ordini a sistema. Quindi, in presenza di scarsità informativa, le aziende di servizio dovrebbero utilizzare il meccanismo di rilascio che bilancia il flusso.

Si è inoltre osservato che il bilanciamento peggiora maggiormente le sue prestazioni rispetto alla limitazione quando i tempi utilizzati per la programmazione delle attività sono espressi in classi. Quanto affermato finora è stato confermato sia dall'analisi dei grafici che dal confronto degli scostamenti percentuali.

Si può quindi concludere affermando che il *Lean* può essere implementato con successo anche nelle *service operations* in quanto, grazie alle simulazioni, è stato verificato che è possibile migliorare le prestazioni anche nei casi in cui i tempi di lavorazione delle pratiche non sono noti con precisione. La politica gestionale che meglio apporta miglioramenti e che quindi sarebbe consigliabile implementare è il bilanciamento dei carichi.

7. Bibliografia

Agbulos, A., Mohamed, Y., Al-Hussein, M., Abourizk, S., Roesch, J. (2006). Application of Lean concepts and simulation analysis to improve efficiency of drainage operations maintenance crews. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 132, No. 3, March 2006, pp. 291-299.

Åhlström, Pär (2004). Lean *service* operations: Translating Lean production principles to *service* operations. *International Journal of Services, Technology and Management* 5 (5-6), pp. 545-564.

Al-Aomar, R. (2006). A simulation-based DFSS for a Lean service system. *International Journal of Product Development* 3 (3-4), pp. 349-368.

Apte, Uday M., Goh, Chon-Huat (2004). Applying Lean manufacturing principles to information intensive services. *International Journal of Services, Technology and Management* 5 (5-6), pp. 488-506.

Arbelaez, Adrian, Meier Jr., Vilbur L. (2004). Reducing total lead time by focusing upon pre and post-manufacturing operations. 4th Annual Lean Management Solutions Conference 2004, Conference Proceedings, v 2004.

Arenberg, Thomas E. (1992). Speed to market: the quick always win the draw. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, p 92-93, Challenging Traditional Thinking

Bagchi, P.K., Raghunathan, T.S. and Bardi, E.J. (1987). The implications of just-in-time inventory policies on carrier selection. *Logistics and Transportation Review*, Vol. 23 No. 4, pp. 373-85.

Baines, T., Lightfoot, H., Williams, G.M., Greenough, R. (2006). State-of-the-art in Lean design engineering: a literature review on white collar Lean. *Academy of Management Perspectives*, Vol. 220, No. 9, pp. 1539-1547.

Baines, T.S., Williams, G.M., Lightfoot, H., Evans, S. (2007). Beyond theory: An examination of Lean new product introduction practices in the UK. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*.

Baker, K.R. (1974). Introduction to sequencing and a scheduling. New York: Wiley.

Baker, K.R. (1984). The effects of input control on the performance of a simple scheduling model. *Journal of Operations Management* 4 (2), pp. 99-112.

Ball, Daniel R., Maleyeff, John (2003). Lean management of environmental consulting. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 19, No. 1, January 2003, pp. 17-24.

Bane, Ron (2002). Leading Edge Quality Approaches in Non-Manufacturing Organizations. *ASQ Annual Quality Congress Proceedings* pp. 245-249.

Barraza, M.F.S., Smith, T., Dahlgaard-Park, S.M. (2009). Lean-kaizen public service: An empirical approach in Spanish local governments. *The TQM Journal*, Vol. 21, No. 2, pp. 143-167.

Baykoç, O. Faruk; Abaci, Seda; Duyar, Mine (2002). The applicability of Just in Time production system to service systems. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, v 17, n 4, p 139-155.

Beauregard, Yvan, Thomson, Vincent, Bhuiyan, Nadia (2008). Lean engineering logistics: Load leveling of design jobs with capacity considerations. *Canadian Aeronautics and Space Journal*, v 54, n 2, p 19-30, June.

Bechte W. (1988). Theory and practice of load-oriented manufacturing control. *International Journal of Production Research* 26 (3), pp. 375-395.

Bechte W. (1994). Load-oriented manufacturing control just in time production for job shops. *Production Planning and Control*, 5, 292-307.

Benefield, Robert (2009). Agile deployment: Lean service management and deployment strategies for the SaaS enterprise. *Proceedings of the 42nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*.

Benson, Randall (1986). Just in Time: not just for the factory. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, p 370-374.

Bergamaschi, D., Cigolini, R., Perona, M., Portioli, A. (1997). Order review and release strategies in a job shop environment: a review and a classification. *International Journal of Production Research* 35 (2), pp. 399-420.

Bhatia, N. and Drew, J. (2006). Applying Lean production to the public sector. *The McKinsey Quarterly*, Vol. 3, pp. 97-8.

Billesbach, T. and Schniederjans, M.J. (1989). Applicability of just-in-time techniques in administration. *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 30, pp. 40-5.

Bobrowski, P. M. (1989). Implementing a loading heuristic in a discrete release job shop. *International Journal of Production Research*, 27, 1935±1948.

Bowen, D.E., Youngdahl, W.E. (1998). "Lean" service: In defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, Volume 9, Number 3, 1998 , pp. 207-225(19).

Brandt, David (2009). Searching for Lean with Lean. *Industrial Engineer*, 41 (5), pp. 50-51.

Braun, E. (2005). Lean/agile methods for web site development. *Online (Wilton, Connecticut)*, 29 (5), pp. 58-60.

Browning, Tyson R. (2003). On customer value and improvement in product development processes. *Systems Engineering*, v 6, n 1, p 49-61.

Buzby, Conan M.; Gerstenfeld, Arthur; Voss, Lindsay E.; Zeng, Amy Z. (2002). Using Lean principles to streamline the quotation process: A case study. *Industrial Management and Data Systems*, 102 (9), pp. 513-520.

Canel, C; Rosen, D; Anderson, EA (2000). Just-in-time is not just for manufacturing: a service perspective. *Industrial Management & Data Systems* 100 (1-2):51-60.

Cherukuri, S.S.1; Judd, R.A. (1986). Case study application of Just in Time to total business. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, p 627-630.

Cigolini, R., Portioli, A. (2002). An experimental investigation on workload limiting methods with ORR polizie in a job shop environment. *Production Planning and Control*, 13, 7, 602-613.

Clare L. Comm (1998). Marketing Lean Initiatives in Service Industries. *Journal of Professional Services Marketing*, Volume 18, Issue 2, pages 59 – 64.

Clark, E.E. (2007). Characteristics of work organization in UK and Philippine call centres. *Team Performance Management*, 13 (7-8), pp. 227-243.

Coleman, Garry, Clark, Altyn, Howell, Lee (2006). How can headquarters engineering management functions be "Leaned"? Annual Conference and Exhibition, IIE Annual Conference and Exposition.

Comm, C.L., Mathaisel, D.F.X. (2005). A case study in applying Lean sustainability concepts to universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 6 (2), pp. 134-146.

Cuatrecasas Arbós, Lluís (2002). Design of a rapid response and high efficiency service by Lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance. *International Journal of Production Economics*, 80 (2), pp. 169-183.

Cuatrecasas, Lluís (2004). A Lean management implementation method in *service* operations. *International Journal of Services, Technology and Management* 5 (5-6), pp. 532-544.

Danovaro, E., Janes, A., Succi, G. (2008). Jidoka in software development. *Proceedings of the Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications, OOPSLA*, pp. 827-830.

de Koning, H.a , Does, R.J.M.M.a , Bisgaard, S. (2008). Lean Six Sigma in financial services. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*.

Dennis, Simon, King, Ben, Hind, Martin, Robinson, Stewart (2000). Applications of business process simulation and Lean techniques in British Telecommunications PLC. *Winter Simulation Conference Proceedings* 2, pp. 2015-2021.

Drucker P. (2002). *Managing in the next society*. St. Martin Press, New York.

Drucker, P. (1991). The new productivity challenge. Harvard Business Review, November-December pp. 69-79.

Duclos, L.K.a , Sih, S.M.b , Lummus, R.R. (1995). Just in Time in services: A review of current practices and future directions for research. International Journal of Service Industry Management, 6 (5), pp. 36-52.

Duran, A. (2004). Lean potential of network-enabled remote service outsourcing: spatio-temporal decoupling and resource flexibility. International Journal of Services, Technology and Management 5 (5-6), pp. 448-464.

El-Akkad, Zeid, Balasundaram, Arun, Sawhney, Rapinder (2007). Establishing a criterion to classify the *offices* to build a Lean enterprise. IIE Annual Conference and Expo ,Industrial Engineering's Critical Role in a Flat World - Conference Proceedings, p 1184-1189.

Erdmann, T.P., De Groot, M., Does, R.J.M.M. (2010). Quality quandaries: Improving the invoicing process of a consulting company. Quality Engineering 22 (3), pp. 214-221.

Ewens, P., Pathak, P., Sarrazin, H. (2005). Making Lean machines. Telephony 246 (17), pp. 44.

Feather, John J., Cross, Kelvin F. (1988). Workflow analysis, just-in-time techniques simplify administrative process in *paperwork* operation. Industrial engineering Norcross, Ga., v 20, n 1, p 32-33, 35-40.

Fitzsimmons, J.A. and Fitzsimmons, M.J. (1994). Service Management for Competitive Advantage. McGraw Hill, New York, NY.

Flavia Martinelli e Jean Gadrey (2000). L'economia dei servizi. Il Mulino.

Foster Jr., S.T., Huizinga, M. (1998). Lot size reduction in the service industry: A meat market example. Quality Engineering, 10 (2), pp. 343-346.

Furugaki, K., Takagi, T., Sakata, A., Okayama, D. (2007). Innovation in software development process by introducing Toyota Production System. FuJust in Timesu Scientific and Technical Journal, 43 (1), pp. 139-150.

Gittell, Jody Hoffer (1995). Cost/quality trade-offs in the departure process? Evidence from the major U.S. airlines. *Transportation Research Record*, n 1480, p 25-36.

Grauf, William M.; Janson, Pamela P. (1992). Productivity through process simplification. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, p 239-241, Challenging Traditional Thinking.

Haksever, C., Render B., Russel,R.S., Murdick (2000). *Service Management and Operations*. Second edition, Prentice -Hall, Upper Saddle River,NJ p.3.

Handfield, R.B., Melnyk, S.A. (1998). The scientific theory-building process: A primer using the case of TQM. *Journal of Operations Management* 16 (4), pp. 321-339.

Harkonen, J; Belt, P; Mottonen, M, et al. (2009). Analysing telecom companies using the Toyota NPD model. *International journal of mobile communications* Vol. 7 Issue 5 pp. 544-561.

Harvey, J. (1989). Just-in-time health and human services: a client approach. *Public Productivity and Management Review*, Vol. 13 No. 1, pp. 77-88.

Hasenjager, J. (2006). Lean government (is not an oxymoron). *Industrial Engineer* 38 (7), pp. 43-44.

Hines, P.; Lethbridge, S. (2008). New development: Creating a Lean university. *Public money & management*, 28 (1), pp. 53-56.

Huerkamp, Helge, Kayser, Detlef, Möhrke, Daniel, Montenbruck, Arno (2007). Streamlined. *Engineering*, v 248, n 9, p 24-29.

Hunter, Mike (1992). Implementing Just in Time in the *office*. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society* , pp. 262-265.

Inman, R.A. e Mehra, S. (1991). Just in Time applications for service environment. *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 32 No. 3, pp. 16-21.

Irastorza, J. C. e Deane, R. H. (1974). A loading and balancing methodology for job shop control. *AIIE Transactions*, 6, 302±307.

Jackson, Andrew E., Johnson, Mary E. (2005). Incorporating the 5S philosophy into a modern engineering education program at Texas A&M University-Commerce. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

Jackson, M.C., Johnston, N., Seddon, J. (2008). Evaluating systems thinking in housing. *Journal of the Operational Research Society* 59 (2), pp. 186-197.

Jones, Carlo, Medlen, Nick, Merlo, Clifford, Robertson, Michael, Shepherdson, John (1999). The Lean enterprise (BT). *BT Technology Journal*, 17 (4), pp. 15-22.

Kanabar, Anil G., Iemmolo, George R. (1992). Speed is survival - customer is king. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, p 81-83.

Kempton, J. (2006). Can Lean thinking apply to the repair and refurbishment of properties in the registered social landlord sector?. *Structural Survey*, 24 (3), pp. 201-211.

Kidd, Jack e Reinbolt, Lynn (1990). Delivery reduction time at Bourns. A case study. *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, p 121-124.

Kindler, N.B.a , Krishnakanthan, V.b , Tinaikar, R.c (2007). Applying Lean to application development and maintenance. *McKinsey Quarterly*, (3), pp. 99-101.

Krings, D., Levine, D. and Wall, T. (2006). The use of Lean in local government. *PM Public Management*, Vol. 88 No. 8, pp. 12-17.

Kung, Dale, Alex, Dinu Philip, Al-Hussein, Mohamed, Fernando, Siri (2008). Application of Lean thinking to improve the productivity of water and sewer service installations. *Canadian Journal of Civil Engineering* 35 (4), pp. 418-430.

Lakkoju, R.a , Meza, K.a (2006). Lean six sigma as an improvement tool in Academia. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

Land, M., Gaalman, G. (1996). Workload control concepts in job shops. A critical assessment. *International Journal of Production Economics* 46-47, pp. 535-548.

Land, M.J., Gaalman, G.J.C. (1998). The performance of workload control concepts in job shops: Improving the release method. *International Journal of Production Economics* 56-57, pp. 347-364.

Lapinski, Anthony, Herman, Michael, Riley, David (2005). Delivering sustainability: Lean principles for green projects. *Construction Research Congress 2005: Broadening Perspectives - Proceedings of the Congress*, p 53-62.

Law, Averill M., Carson, John S. (1979). A Sequential Procedure for Determining the Length of a Steady-State Simulation. *Operations Research* 27 (5), pp. 1011-1025.

Lee S., Lee C. (2002). E-company CEO websites: contents and information value. *Managerial And Decision Economics*, 40(2):158–167.

Lee, J.Y. (1990). Just in Time works for services too. *CMA Magazine*, Vol. 6, pp. 20-23.

Lee, SM; Olson, DL; Lee, SH; Hwang, T; Shin, MS (2008). Entrepreneurial applications of the Lean approach to service industries. *Service industries journal* 28 (7), pp. 973-987.

Letens, Geert, Farris, Jennifer, Van Aken, Eileen (2008). Lean principles for the Lean project-based enterprise. *IIE Annual Conference and Expo 2008*.

Levtchouk, V., Martin, C.J. (2010). Combining hybrid assembly to order business strategies with structural design & Lean engineering process automation. *Proceedings of the 19th Analysis and Computation Specialty Conference* , pp. 396-410.

Liker, JK, Morgan, JM (2006). The Toyota way in services: The case of Lean product development. *Academy of management perspectives* 20 (2), pp. 5-20.

Little, J.D.C. (1961). A proof for the queuing formula : $L = \lambda W$. *Operations research*, 9, 383-387.

Lonergan, Pettinelli, Tullis (2005). Value engineering 'Functions Analysis Systems Technique' (F.A.S.T.) & future state value stream mapping: Design and build of enterprise 'breakthrough' office and administrative processes. *5th Annual Lean Management Solutions Conference and Exposition 2005, Conference Proceedings*.

Lovelock, C.H. (1984). *Services Marketing*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Maleyeff, J. (2006). Exploration of internal service systems using Lean principles. *Management Decision*, 44 (5), pp. 674-689.

McMahon, C.A. (2006). Opportunities for improvement in teaching performance through collaboration. *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference 2006*.

McManus, H.L., Haggerty, A., Murman, E. (2007). Lean engineering: A framework for doing the right thing right. *Aeronautical Journal* 111 (1116), pp. 105-114.

McManus, Kevin (2005). *Back to work*. *Industrial Engineer*, 37 (9), pp. 22.

McQuade, D. (2008). New development: Leading Lean action to transform housing services. *Public money & management* 28 (1), pp. 57-60.

Mefford, Robert N. (1993). Improving service quality: Learning from manufacturing. *International Journal of Production Economics*, v 30-31, p 399-413.

Mehta, M., Anderson, D., Raffo, D. (2008). Providing value to customers in software development through Lean principles. *Software Process Improvement and Practice*, 13 (1), pp. 101-109.

Melnyk, Steven A., Ragatz, Gary L. (1988). Order review/release and its impact on the *shop floor office*. *Production and Inventory Management Journal* 29 2, pp. 13–17.

Meybodi, Mohammad Z. (2005). An exploration of the links between just-in-time manufacturing and simultaneous new product development. *Advances in Competitiveness Research*, **Vol. 13, Issue 1**, pp. 9(13).

Meybodi, Mohammad Z. (2002). Comparison of just-in-time manufacturing versus simultaneous new product development. *Proceedings - Annual Meeting of the Decision Sciences Institute*, p 1761-1766.

Middleton, P. (2001). Lean Software Development: Two Case Studies. *Software Quality Journal* Volume 9, Issue 4, Pages 241-252.

Middleton, P., Taylor, P.S., Flaxel, A., Cookson, A. (2007). Lean principles and techniques for improving the quality and productivity of software development projects: A case study. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 2 (4), pp. 387-403.

Middleton, Peter; Flaxel, Amy; Cookson, Ammon (2005). Lean software management case study: Timberline Inc.. *Lecture Notes in Computer Science*, 3556, pp. 1-9.

Mosca R., Giribone P., Guglielmone G. (1982). Optimal lenght in O.R. simulation experiment of large scale production system. *Proceedings of IASTED International Symposium on Applied Modeling and Simulation*, 78-81.

No author name (2003). Can Lean be applied to *front-end* concerns?. *MSI* 21 (9), pp. 45.

No author name (2005). The new improvement *frontier*: Developing Lean administration. *Strategic Direction*, 21 (11), pp. 33-35.

No author name (2008). Self-maintenance works for repair firm [aerospace industry]. *Engineering and Technology*, 3 (7), pp. 69-71.

Onur, L. and Fabrycky, W. L. (1987). An input /output control system for the dynamic job shop. *IEEE Transactions*, (March), 88±97.

Oosterman, B., Land, M., Gaalman, G. (2000). The influence of *shop* characteristics on workload control. *International Journal of Production Economics* 68 (1), pp. 107-119.

Oppenheim, B.W. (2004). Lean Product Development Flow. *Systems Engineering* 7 (4), pp. 352-376.

P.Dubini, O. Annushkina (2005). L'attrattività dell'Italia nei confronti delle imprese multinazionali. *Rapporto Annuale Centro Studi Confindustria*.

Parnell-Klabo, E. (2006). Introducing Lean principles with Agile practices at a fortune 500 company. *Capital One Financial Services*.

Pavnaskar, S.J., Gershenson, J.K. (2004). The application of value stream mapping to Lean engineering. *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*, 3, pp. 833-842.

Perera, G.I.U.S. Fernando, M.S.D. (2007). Enhanced agile software development - Hybrid paradigm with LEAN practice. Second International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIS 2007, 8 – 11.

Perona, M. e Portioli, A. (1996). An enhanced loading model for the probabilistic workload control under workload unbalancement. *Production Planning and Control* Vol. 7, No 1, pp. 68±78.

Pessoa, MVP; Loureiro, G; Alves, JM (2007). An approach to Lean product development planning. *Complex Systems Concurrent Engineering: Collaboration, Technology Innovation and Sustainability*, pp. 229-237.

Pessoa, MVP; Loureiro, G; Alves, JM (2006). A Value Creation Planning Method to Complex Engineering Products Development. *Frontiers in artificial intelligence and applications*, Vol. 143, pages 871-882.

Petersen, K., Wohlin, C. (2010). Software process improvement through the Lean Measurement (SPI-LEAM) method. *Journal of Systems and Software*, 83 (7), pp. 1275-1287.

Philipoom, P. R., Malhotra, M. K., Jensen, J. B. (1993). An evaluation of capacity sensitive order review and release procedures in job shops. *Decision Sciences*, 24, 1109±1133.

Piercy, N., Rich, N. (2009). High quality and low cost: The Lean service centre. *European Journal of Marketing*, 43 (11), pp. 1477-1497.

Piercy, N.; Rich, N. (2009). Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service centre. *International journal of operations & production management*, 29 (1), pp. 54-76.

Poppendieck, M., Poppendieck, T. (2005). Introduction to Lean software development practical approaches for applying Lean principles to software development. *Lecture Notes in Computer Science*, 3556, p. 280.

Portioli, A. (1991). Proposal and evaluation of new load oriented algorithms for short-term production planning in a job shop environment. PhD Thesis, Politecnico di Milano, Italy.

Price, M. (2008). Making projects fly. *ITNOW* 50 (1), pp. 14-15.

Ragatz, G. L. e Mabert, V. A. (1988). An evaluation of order release mechanisms in a job shop environment. *Decision Sciences*, 19, 167±189.

Raman, Sowmyan (1998). Lean software development: Is it feasible?. *AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference - Proceedings*, 1, pp. C13-1-C13-8.

Riddle, D. and Brown, K.J. (1988). From complacency to strategy: retaining world class competitiveness in services. In Starr, M. (Ed.), *Global Competitiveness*, W.W. Norton and Co., New York, NY.

Robert Johnston, Graham Clark (2008). *Service operations management: improving service delivery*. Pearson Education.

Robertson, John, Dufau, Damian (2006). Lean education - Has its time arrived?. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.

Robinson, T. (2004). The Lean machine. *Aerospace International*, 31 (10), pp. 24-27.

Rzepka, R.A., Guiffrida, A.L. e James, W.H. (1990). Bank portfolio adjustment decisions under a just-in-time philosophy: a simulation approach. *Proceedings of the 1990 Decision Sciences Institute Annual Meeting, San Diego, CA, 19-21 November*, pp. 1873-5.

Sánchez, Angel Martínez, Pérez, Manuela Pérez (2004). The use of Lean indicators for operations management in services. *International Journal of Services, Technology and Management* 5 (5-6), pp. 465-478.

Sandra Furterera, Ahmad K. Elshennawya (2005). Implementation of TQM and Lean Six Sigma tools in local government: A framework and a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, Volume 16, Issue 10 December 2005 , pages 1179 – 1191.

Savage-Moore, W. (1988). The evolution of a just-in-time environment at Northern Telecom Inc.'s customer service center. *Industrial Engineering*, Vol. 20 No. 8, pp. 60-3.

Schmenner, R.W. (2004). Service businesses and productivity. *Decision Sciences*, Volume 35, Issue 3, pages 333–347, August 2004.

Schonberger, R.J. (1993). The human side of kanban. *Industrial Engineering*, Vol. 25 No. 8, pp. 34-6.

Schroth, C. (2008). Global industrialisation of information-intensive services: A reference architecture for electronic business media. *International Journal of Product Lifecycle Management*, 3 (2-3), pp. 191-210.

Scorsone, EA (2008). New development: What are the challenges in transferring Lean thinking to government?. *Public money & management*, 28 (1), pp. 61-64.

Shimoyashiro, S., Isoda, K. and Awane, H. (1984). Input scheduling and load balance control for a job shop. *International Journal of Production Research*, 22, 597±605.

Silvestro, R., Fitzgerald, L., Johnston, R. and Voss, C. (1993). Towards a classification of service processes. *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 3 No. 3, pp. 62-75.

Song, W., Tan, K.H., Baranek, A. (2009). Effective toolbox for Lean service implementation. *International Journal of Services and Standards* 5 (1), pp. 1-16.

Sprigg, C.A., Jackson, P.R. (2006). Call centers as Lean service environments: Job-related strain and the mediating role of work design. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11 (2), pp. 197-212.

257

Suárez-Barraza, Manuel F., Ramis-Pujol, Juan (2010). Implementation of Lean-Kaizen in the human resource service process: A case study in a Mexican public service organization. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v 21, n 3, p 388-410.

Swank, CK (2003). The Lean service machine. *Harvard business review*, 81 (10), pp. 123-129+138.

Thürer, M., Silva, C., Stevenson, M. (2010). Workload control release mechanisms: from practice *back to Theory Building*. *International Journal of Production Research* 48 (12), pp. 3593-3617.

Verma, Alok K., Ghadmode, Anand (2004). An integrated Lean implementation model for fleet repair and maintenance. *Naval Engineers Journal*, v 116, n 4, p 79-88.

Vinarcik, Edward (2007). Appreciating Lean product development. *Engineered Casting Solutions*, v 9, n 4, p 42.

Wasco, C.W., Stonehocker, R.E. and Feldman, L.H. (1991). Success with Just in Time and MRP II in a service organization. *Production and Inventory Management Journal*, 4th Quarter, pp. 15-21.

Wei, Jerry C. (2009). Theories and principles of designing Lean service process. *Proceedings of the 2009 6th International Conference on Service Systems and Service Management*.

Weiters, D.C. (1984). Justifying Just in Time in service industries. *Readings in Zero Inventory, APICS Annual International Conference Proceedings*, pp. 166-9.

Womack, J. and Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. Touchstone, London.

Yasin, M.M., Wafa, M.A., Small, M.H. (2001). Just-in-time implementation in the public sector: An empirical examination. *International Journal of Operations and Production Management*, 21 (9), pp. 1195-1204.

Yasin, M.M., Wafa, M., Small, M.H. (2004). Benchmarking Just in Time: An analysis of Just in Time implementations in the manufacturing service and public sectors. *Benchmarking*, 11 (1), pp. 74-92.

Zeithaml, V.A. e Bitner, M.J. (1996). *Services Marketing*. McGraw Hill, New York.

258

Zoe Radnora e Paul Walley (2008). Learning to walk before we try to run: adapting Lean for the public sector. *Public Money & Management*, Volume 28, Issue 1 February 2008 , pages 13 – 20.

Zwas, A. (2006). Lean manufacturing techniques in bus and rail maintenance: Study at Chicago transit authority in Illinois. *Transportation Research Record*, (1986), pp. 54-58.

Allegato 1

QUESTIONARIO DELLA RICERCA

“L’eccellenza nella gestione delle *Operations* nelle aziende di servizio”

Nome azienda:

Nome e Cognome:

Settore:

Funzione Aziendale:

Numero dipendenti:

1. Richieste del mercato: importanza relativa e loro evoluzione (indichi l'importanza relativa dei diversi fattori e come questa si è modificata negli ultimi anni).

Fattore	Bassa Importanza Alta	Rispetto a 3 anni fa
Tempi: <ul style="list-style-type: none">- Velocità di risposta (breve lead times)- Puntualità di risposta (lead times affidabili)- Time to market (velocità nel portare sul mercato un prodotto innovativo)	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Scende uguale Sale Scende uguale Sale Scende uguale Sale
Costi	1 2 3 4 5	Scende uguale Sale
Flessibilità <ul style="list-style-type: none">- modificare le caratteristiche del prodotto /servizio per il singolo cliente- modificare i tempi di consegna del prodotto / servizio per il singolo cliente	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Scende uguale Sale Scende uguale Sale
qualità del servizio <ul style="list-style-type: none">- di specifica (il cliente lamenta prodotti poco allineati alle sue esigenze)- di conformità (il cliente lamenta che il prodotto / servizio non è conforme a quanto promesso)	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Scende uguale Sale Scende uguale Sale
Esigenza del mercato che sente importante e non indicata sopra	
Esempio di esigenza pressante del mercato (che soddisfarla vi darebbe un significativo vantaggio)	

2. Quali sono i punti su cui l'azienda sta facendo più fatica / ha i principali problemi?

Fattore	Problema?	Trend rispetto a anni passati
Tempi: <ul style="list-style-type: none"> - Velocità di risposta (brevi lead times) - Puntualità di risposta (lead times affidabili) - Time to market (velocità nel portare sul mercato un prodotto innovativo) 	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Scende uguale Sale Scende uguale Sale Scende uguale Sale
Costi	1 2 3 4 5	Scende uguale Sale
Flessibilità <ul style="list-style-type: none"> - modificare le caratteristiche del prodotto /servizio per il singolo cliente - modificare i tempi di consegna del prodotto / servizio per il singolo cliente 	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Scende uguale Sale Scende uguale Sale
qualità del servizio <ul style="list-style-type: none"> - di specifica (il cliente lamenta prodotti poco allineati alle sue esigenze) - di conformità (il cliente lamenta che il prodotto / servizio non e' conforme a quanto promesso) 	1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	Scende uguale Sale Scende uguale Sale

3. Quali azioni di miglioramento sta mettendo in atto? (segnare le 5 più importanti)

Attività	Attività in atto?	A che funzione fa capo questa attività? (I livello)	A chi riporta nell'organigramma questa funzione? (II livello)
- Modificare competenze / procedure / come si svolgono i processi (flusso produttivo) per aumentare l'efficienza			
- aumento del grado di informatizzazione per aumentare l'efficienza / per ridurre i costi			
- aumentare il grado di informatizzazione per aumentare il livello di servizio			
- aumentare il grado di informatizzazione per offrire nuovi servizi			
- aumento del grado di accentrimento delle attività di <i>back office</i> e routinarie per fare			

efficienza			
- esternalizzazione di attività / processi			
- sistemi di pianificazione e programmazione della capacità/della manodopera			
- sistemi di programmazione e controllo delle attività			
- Riduzione delle fonti di variabilità e di problemi (qualitativi) all'interno dei processi operativi			
- Aumento del grado di visibilità sul processo dei diversi attori coinvolti			
- Aumento del grado di interazione con il cliente			
- Miglioramento del rapporto con i fornitori			
- Miglioramento delle caratteristiche del servizio fornito			
- Miglioramento delle strategie e delle attività di manutenzione / prevenzione dei guasti / inconvenienti			
- Altro:			

4. Nella vostra azienda, chi si occupa generalmente delle seguenti attività?

	Funzione / area aziendale che se ne occupa	A chi riporta questa funzione / area aziendale
Definizione procedure e standard		
Customer satisfaction		
Gestione processi e miglioramento processi		

5. Di che cosa si occupa la funzione / area qualità all'interno della vostra azienda?

-
-
-
- Non esiste una funzione/area qualità all'interno dell'azienda

6. A chi risponde / a chi riporta la funzione / area qualità?

.....

7. Esistono nella vostra realtà aziendale alcuni processi che sono caratterizzati dal fatto che per essere erogati devono passare attraverso diversi uffici / competenze, eventualmente anche

esternalizzate a soggetti terzi, e nei quali sono i diversi uffici o soggetti terzi ad organizzarsi il lavoro e a gestirsi e pianificarsi, entro certi limiti, le attività da svolgere (sequenziamento ordini, priorità, etc.)?

-
-

8. Che rilevanza hanno questi processi all'interno dell'azienda sul totale del business / sulla profittabilità aziendale?

| Irrilevante | Bassa | media | alta | fondamentale |

9. Quali sono i principali problemi che riscontrate nella gestione di questo tipo di processi?

- Tempi lunghi
- Tempi variabili
- Tanto sforzo di coordinamento e controllo sull'avanzamento delle lavorazioni
- Forte necessità di pianificazione delle attività
- Difficoltà di pianificazione della capacità produttiva
- Difficoltà a migliorare per via della forte variabilità
- Problemi qualitativi
- Rilavorazioni, ricircoli imprevisti e imprevedibili
-

10. Conosce e implementa l'approccio *Lean*?

| Si | No | Non lo implemento ma ne ho già sentito parlare |

11. Sulla base di quali punti ha implementato l'approccio *Lean* / su quali motivazioni ha basato e sta indirizzando le sue azioni di implementazione dell'approccio *Lean*? [In pratica su quali punti si sta insistendo per far venire fuori i migliori risultati?] – INDICARE I PIU' IMPORTANTI (MASSIMO 3 PUNTI).

- Aumento di flessibilità
- Riduzione dei costi / riduzione FTE / aumento produttività del lavoro
- Ridurre la quota di artigianalità nel modo di lavorare e ridurre la varietà e variabilità produttiva / riduzione della complessità gestionale e delle attività di supervisione e controllo necessarie tramite un aumento della quota di attività ripetitive e di standard.
- Riduzione del carico di lavoro per pianificazione della produzione, controlli qualità intermedi e a fine linea e rilavorazioni
- Riduzione dei tempi di attraversamento
- Riduzione delle variabilità quindi aumento della puntualità
- Aumento dei livelli qualitativi
-

12. Che cosa ha implementato dell'approccio *Lean*? Che cosa reputa di maggiore rilevanza?

- Mappatura dei processi
- Attività di 5S
- Coinvolgimento di tutti i livelli nell'attività di miglioramento / nell'evidenziare le proposte di miglioramento.
- Standardizzazione dei comportamenti e delle attività operative per il processamento degli ordini (introduzione di regole di lavoro standard)
- Controllo qualità alla fonte / qualità alla sorgente → introduzione di sistemi automatici volti alla rilevazione immediata dei difetti, autocontrollo dell'operato da parte degli operatori. Riduzione delle figure dedicate unicamente al controllo lungo il processo
- Significativa riduzione o eliminazione di riciccoli / delle rilavorazioni / linearizzazione del processo
- Esistenza di una regola standard per il processamento degli ordini ai diversi stadi, seguita e condivisa da tutti gli impiegati
- Introduzione del senso di flusso all'interno del processo (scorte ridotte al minimo al fine di rendere chiare ed evidenti le situazioni problematiche su cui intervenire, processi maggiormente sincronizzati e personale conscio dell'impatto delle proprie azioni su tutto il flusso).
- Produzione livellata: il quantitativo che ciascun ufficio deve lavorare nella giornata è stato selezionato appositamente in modo tale da poter bilanciare il carico di lavoro dei diversi uffici ed evitare situazioni di carico sbilanciato nel tempo. Esiste un controllo e viene operata una scelta su ciò che si chiede di lavorare ai diversi uffici. Questa regola si basa sull'obiettivo di uniformare i carichi di lavoro per le diverse risorse nei diversi turni, nei diversi giorni, nelle diverse settimane.
- Regolazione del ritmo produttivo sulla base del comportamento del sistema a valle. Se il sistema a valle ha problemi, gli uffici a monte se ne accorgono prontamente e modificano il ritmo con cui lavorano e processano gli ordini
- Definizione di un ritmo comune per il flusso, sincronizzazione degli stadi.