

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea Magistrale

Impatti della Business Intelligence sul Performance Management della logistica di un'impresa

Relatore

Prof. Carlo Rafele

Candidato

Federico Dipace

Anno Accademico 2019-2020

Sommario

Indice delle Tabelle	3
Indice delle Figure	4
INTRODUZIONE	6
Contesto dello studio	6
Metodologia e Domanda di Ricerca	9
CAPITOLO 1	11
Misura delle Performance di Supply Chain.....	11
1.1 Importanza della misurazione e monitoraggio delle performance.....	11
1.2 Definizioni e caratteristiche di un Sistema di misura delle Performance di SC	12
1.3 Evoluzione dei sistemi di misura delle performance di SC	14
1.4 Framework e Modelli per la misura delle Performance di SC	16
1.4.1 SCOR Model	21
1.4.2 LogistiQual	33
1.4.3 Confronto SCOR - LogistiQual.....	35
1.4.4 Utilizzo della Balanced Scorecard per la misura delle performance di SC	38
1.5 Problematiche e sfide del Supply Chain Performance Management.....	42
CAPITOLO 2	48
Business Intelligence: aspetti generali e relazioni con la gestione delle performance	48
2.1 Introduzione.....	48
2.2 Business Intelligence, considerazioni generali	49
2.3 Tecnologie BI	50
2.4 Mercato delle applicazioni BI e resa dell'investimento.....	54
2.5 BI: perché è necessaria ed annessi benefici/vantaggi	56
2.6 Sinergia BI - ERP	59
2.7 Business Intelligence e (Corporate) Performance Management.....	62
2.7.1 BI tradizionale e real time Business Intelligence.....	62
2.7.2 BI e gestione delle performance aziendali.....	65
2.8 Business Intelligence e scenario tecnologico di riferimento	71
2.8.1 Concetti base e tipologie di analytics	71
2.8.2 Legame Business Intelligence - Big Data – Data Analytics.....	74
2.9 Evoluzione verso l'Analytics Predittiva e Prescrittiva	78
CAPITOLO 3	85
Impatti di Business Intelligence e tecnologie correlate su Supply Chain e performance.....	85
3.1 Introduzione.....	85

3.2	Business Intelligence in Supply Chain e Supply Chain Performance Management	86
3.3	Fonti dati innovative: IoT e cenni sull'utilizzo dei Social Media.....	114
3.3.1	IoT nel Supply Chain Management.....	114
3.3.2	Cenni sull'utilizzo dei Social Media in ambito SCM.....	121
3.4	Supply Chain (Big Data) Analytics	125
3.4.1	Dati di Supply Chain	125
3.4.2	Supply Chain Analytics: tecniche ed esempi.....	130
CAPITOLO 4		157
Sintesi della letteratura analizzata e considerazioni critiche		157
4.1	Approfondimento sulla metodologia di ricerca utilizzata.....	157
4.2	Sintesi della letteratura analizzata	160
4.3	Considerazioni critiche	169
4.4	Conclusioni.....	184
Bibliografia.....		185
Sitografia		197

Indice delle Tabelle

TABELLE CAPITOLO 1

- Tabella 1.1.** Lista cronologica di definizioni di SC performance (adattamento da *Wankhade e Kundu, 2018*).
- Tabella 1.2.** Evoluzione dei PMS in un contesto organizzativo (adattamento da *Morgan, 2007*).
- Tabella 1.3.** Fasi evolutive nella letteratura scientifica sui PMS (*Neely, 2005*).
- Tabella 1.4.** Framework chiave per le Performance di SC (adattamento da *Wankhade e Kundu, 2018*).
- Tabella 1.5.** Attributi di Performance SCOR (adattamento da *Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*).
- Tabella 1.6.** Livelli di Processo SCOR (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*).
- Tabella 1.7.** Tipologie di Processi Livello 2 (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*).
- Tabella 1.8.** Fasi del SC Risk Management (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*).
- Tabella 1.9.** Distribuzione delle percentuali delle metriche SCOR nel LogistiQual (adattamento da *Grimaldi, Rafele; 2007*).

TABELLE CAPITOLO 2

- Tabella 2.1.** Segmentazione del mercato BI (adattamento da *Grand View Research, 2019*)
- Tabella 2.2.** Confronto report ERP – BI - CRM (*Bara et. al., 2009*)
- Tabella 2.3.** CSF di CPM e BI per il CPM (adattamento da *Harti et. al., 2016*)
- Tabella 2.4.** Differenze tra BI tradizionale e BI per il BPM (*Ballard, 2006*)
- Tabella 2.5.** Categorie di Business Analytics (*M.Attaran, S.Attaran; 2018*)
- Tabella 2.6.** Algoritmi Predictive Modeling (*M.Attaran, S.Attaran; 2018*)
- Tabella 2.7.** Applicazioni Industriali Predictive Analytics (*M.Attaran, S.Attaran; 2018*)

TABELLE CAPITOLO 3

- Tabella 3.1.** Come l'analytics impatta positivamente sull'Inventory Visibility (*Morley, 2017*)
- Tabella 3.2.** Impatto IoT sul Delivery in SC (*Ben-Daya et. al., 2019*)
- Tabella 3.3.** Ruolo IoT nel SCM (*Ben-Daya et. al., 2019*)
- Tabella 3.4.** Ruolo potenziale di Twitter per professionisti e organizzazioni (*Chae, 2015*)
- Tabella 3.5.** Caratteristiche dei Big Data nel contesto SC (*Biswas e Sen, 2016*)
- Tabella 3.6.** Definizioni Supply Chain Analytics (*elaborazione propria*)
- Tabella 3.7.** Applicazioni della Big Data Analytics al SCM (*Rozados e Tjahjono, 2014*)
- Tabella 3.8.** Esempi di decisioni che l'analytics di SC supporta (*G.C. Souza, 2014*)
- Tabella 3.9.** Tecniche di analytics nel SCM (*G.C. Souza, 2014*)
- Tabella 3.10.** Parametri dei modelli e performance (*Brintrup et. al., 2019*)
- Tabella 3.11.** Categorie Big Data Analytics sulla base del tipo di dati (*KPMG, 2018*)
- Tabella 3.12.** Key Feature dei Software di SC Analytics, parte 1 (*elaborazione propria, da articolo Camcode 2020*)

TABELLE CAPITOLO 4

- Tabella 4.1.** Sintesi della letteratura analizzata (materiale base), (*elaborazione personale*)
- Tabella 4.2.** Sintesi della letteratura analizzata (materiale integrativo), (*elaborazione personale*)
- Tabella 4.3.** Impatti di BI ed Analytics sul SCM/SC PM (*elaborazione personale*)

Indice delle Figure

FIGURE INTRO

Figura 1. Trends for advancing management reporting (*Deloitte, 2017*).

FIGURE CAPITOLO 1

Figura 1.1. Processi SCOR in ottica Supply Chain (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview, 10.0*).

Figura 1.2. Cos'è un Process Reference Model (*Modelli per la misura delle Performance di SC, dispense del corso Supply Chain Management, Politecnico di Torino*).

Figura 1.3. Metriche SCOR (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*).

Figura 1.4. Processi SCOR (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*).

Figura 1.5. Confronto tra le dimensioni del PZB e del LogistiQual (*Grimaldi, Rafele; 2007*).

Figura 1.6. Modello LogistiQual per la misura del livello di Qualità del servizio logistico (*Grimaldi, Rafele; 2007*).

Figura 1.7. Applicazione del LogistiQual alla Supply Chain (*Grimaldi, Rafele; 2007*).

Figura 1.8. Metriche operative dei processi dello SCOR nel LogistiQual (*Grimaldi, Rafele; 2007*).

Figura 1.9. SCM Framework (*Brewer, Speh; 2000*).

Figura 1.10. BSC Framework (*Brewer, Speh; 2000*).

Figura 1.11. Collegamento framework SC e BSC (*Brewer, Speh; 2000*).

Figura 1.12. SC Balance Scorecard Framework (*Brewer, Speh; 2000*).

Figura 1.13. Inventory Management CLD (*Cagliano, Carlin, Rafele; 2009*).

FIGURE CAPITOLO 2

Figura 2.1. Schema base di un'applicazione BI (*Sahay e Ranjan, 2008*)

Figura 2.2. Schematizzazione del processo BI Analysis (*Liu, 2010*)

Figura 2.3. BI and Analytics Market Trends (*Vesset e McDonough, 2009*)

Figura 2.4. Dimensione del mercato mondiale BI e analytics software application (*Statista, 2018*)

Figura 2.5. Esempio di BI dashboard per analisi di qualità sui fornitori (*Microsoft Power BI*)

Figura 2.6. Benefici BI, in ordine di percezione sulle organizzazioni (<https://bi-survey.com/benefits-business-intelligence/>)

Figura 2.7. BI ed ERP, framework integrato (*Chou e Tripuramallu, 2005*)

Figura 2.8. Curva Tempo – Valore nei processi decisionali (*Popeangă, 2012*)

Figura 2.9. Approccio closed loop (*Rausch et. al., 2013*)

Figura 2.10. Piramide CPM (*Roekel et. al., 2009*)

Figura 2.11. Classificazione Data Analytics in uno scenario di parole chiave (*Baum et. al., 2018*)

Figura 2.12. Analytics maturity path (*Intel, 2017*)

Figura 2.13. Rappresentazione visuale delle relazioni tra i diversi approcci (*Dedic e Stanier, 2016*)

Figura 2.14. Tre dimensioni dell'analytics action space (*Austin e Kusumoto, 2016*)

Figura 2.15. Confronto BI – Business Analytics (<https://www.selecthub.com/business-intelligence/business-intelligence-vs-business-analytics/>)

Figura 2.16. Classificazione dei metodi per Predictive Analytics (*Lepenioti et. al.; 2020*)

Figura 2.17. Classificazione dei metodi per Prescriptive Analytics (*Lepenioti et. al.; 2020*)

FIGURE CAPITOLO 3

- Figura 3.1.** Applicazione della BI alla Logistica (*Dalmolen et. al., 2013*)
- Figura 3.2.** OTE Framework (*Dalmolen et. al., 2013*)
- Figura 3.3.** Dashboard OTE prototipo (*Dalmolen et. al., 2013*)
- Figura 3.4.** Supply Chain Intelligence Model (*Stefanovic, Milosevic, 2017*)
- Figura 3.5.** Supply Chain Intelligence dashboard (*Stefanovic, Milosevic, 2017*)
- Figura 3.6.** McKinsey Digital SC Compass (*McKinsey, 2016*)
- Figura 3.7.** Integrated SC Performance Management Framework (*Deloitte, 2017*)
- Figura 3.8.** The four differentiators in SC Performance Management (*Deloitte, 2017*)
- Figura 3.9.** SC Performance Measurement Maturity Model (*N.Stefanovic, D.Stefanovic; 2009*)
- Figura 3.10.** Predictive SC Performance Management Model (*Stefanovic, 2014*)
- Figura 3.11.** Forecasting Data, con deviazioni (*Stefanovic, 2014*)
- Figura 3.12.** Click Reply Overview (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.13.** Labor Management System Reply (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.14.** Produttività LMS (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.15.** Efficienza LMS (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.16.** Performance attuale LMS (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.17.** Trend Carico di Lavoro ed Efficienza (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.18.** Creazione Dashboard personalizzate (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.19.** Worker Productivity LMS (*Relazione Tirocinio*)
- Figura 3.20.** SC Data Sources (*Rozados e Tjahjono, 2014*)
- Figura 3.21.** Kamada-Kawai Network delle fonti dati di SC (*Rozados e Tjahjono, 2014*)
- Figura 3.22.** SC (Big) Data Sources (*KPMG, 2017*)
- Figura 3.23.** Maturity Model della SC Analytics (*Morley, 2017*)
- Figura 3.24.** Livelli di report nella SC Analytics (*Morley, 2017*)
- Figura 3.25.** Applicazioni Big Data Analytics nelle operations di SC (*KPMG, 2018*)
- Figura 3.26.** Segnali per il forecast della domanda (*KPMG, 2018*)
- Figura 3.27.** Scostamenti previsioni – actual sales volume (*DHL, 2013*)
- Figura 3.28.** Analisi della customer footfall in una certa località, sulla base dei mobile-subscriber data (*DHL, 2013*)
- Figura 3.29.** Big Data in Logistics Overview (*DHL, 2013*)
- Figura 3.30.** US SC analytics market size, by solution (*GrandView Research, 2019*)
- Figura 3.31.** Europe SC analytics market share by end-use (*GrandView Research, 2019*)
- Figura 3.32.** Identificazione potenziali stock out o material availability issues (Qlik, 2015)
- Figura 3.33.** On-time performance (Qlik, 2015)
- Figura 3.34.** Demand planning dashboard 1 (<https://www.solvoyo.com/>)
- Figura 3.35.** Demand planning dashboard 2 (<https://www.solvoyo.com/>)
- Figura 3.36.** Demand planning dashboard 3 (<https://www.solvoyo.com/>)
- Figura 3.37.** Sentiment analysis nel settore airline (<https://www.tibco.com/products/tibco-spotfire/big-data-analytics>)

Figure CAPITOLO 4

- Figura 4.1.** Istogramma Indice di Compatibilità per gli articoli raccolti ex-ante (*elaborazione personale*)

INTRODUZIONE

Contesto dello studio

Negli ultimi decenni l'ambiente competitivo in cui le imprese si trovano ad operare si è profondamente evoluto. Incremento della competizione, globalizzazione, limitata crescita economica, cicli di vita dei prodotti più brevi e domanda dei clienti sempre più sofisticata hanno costretto le imprese a revisionare ed ottimizzare processi e strumenti utilizzati.

In tale contesto, la gestione della Supply Chain (*Supply Chain Management*) è sicuramente stato uno degli ambiti maggiormente coinvolti nel processo evolutivo. Le catene logistiche odierne sono sistemi sempre più complessi, in cui l'efficientamento dei flussi fisici e informativi ha consentito lo sviluppo di network sempre più reattivi a mutamenti nell'ambiente di business in cui operano.

Le Supply Chain moderne devono infatti non soltanto essere economicamente efficienti, ma anche (*Lee, 2004*):

- *Agili*: rispondere rapidamente a cambiamenti inaspettati nell'ambiente di business e nel network di fornitura, modificando i processi in funzione delle necessità di breve periodo meglio dei network concorrenti.
- *Allineate*: L'interesse di tutti i partner del network deve essere allineato con la strategia globale dell'intera Supply Chain. Planning e Decision Making collaborativi diventano aspetti chiave nel garantire tale coordinamento.
- *Adattative*: i network di fornitura devono evolvere nel tempo, adattandosi a cambiamenti che riguardano partner, clienti o bisogni del mercato in senso lato.

Nello scenario presentato, emerge in modo quasi immediato la criticità di tracciare, misurare e gestire le performance di Supply Chain. La gestione delle Performance (*Performance Management*) si riferisce all'applicazione di processi, metodi, metriche e tecnologie al fine di creare una relazione consistente tra strategia di Supply Chain, pianificazione, implementazione e controllo (*Stefanovic, 2014*).

La misura delle performance di Supply Chain deve essere condotta a livello strategico, tattico ed operativo. In tal senso il ricorso a framework standard consente di effettuare gap analysis con i dati benchmark resi disponibili, andando a identificare potenziali punti di miglioramento; ed anche, perlomeno potenzialmente, facilitare l'integrazione e la collaborazione tra i diversi partner della catena. Quest'ultimo aspetto gioca sicuramente un ruolo chiave: spesso gli approcci alla misura delle

performance si sono focalizzati sulla singola impresa, incentivando l'ottimizzazione locale (*Cagliano e Rafele, 2008*).

Il perseguire l'integrazione e la collaborazione, rendendo la Supply Chain più agile, passa inevitabilmente attraverso il ricorso a tecnologie e tool che consentano monitoraggio e valutazione delle performance. È proprio in tale contesto che si inserisce la Business Intelligence. La combinazione di Business Intelligence e Performance Management System può migliorare l'efficienza della Supply Chain ed ottimizzare il processo di decision making, basato sul monitoraggio di Key Performance Indicators (*Milosevic e Stefanovic, 2017*).

Per Supply Chain Business Intelligence Competence si intende proprio la capacità di fornire informazioni e conoscenza che supportino il processo decisionale a vari livelli, dal network planning strategico fino allo scheduling e al dimensionamento dei lotti (*Razmi e Sadegh Sangari, 2014*).

Il percorso che porta la Business Intelligence a fornire dei business insight utili al processo decisionale include l'integrazione di dati da fonti esterne ed interne e l'applicazione di tecniche e tool di analisi, che consentano di estrarre l'informazione dai dati "grezzi" (*Shari e Fischer, 2003*).

Business Intelligence e Performance Management si integrano, collegando personale, processi e tecnologia. L'obiettivo del Performance Management è il miglioramento dei processi di business attraverso monitoraggio e analisi dei Key Performance Indicators (KPI): questi ultimi sono utilizzati nei sistemi di Business Intelligence per misurare metriche di interesse, comparandole a dei target, dati storici o valori benchmark. Essi hanno il beneficio fondamentale di tradurre in modo quantitativo gli obiettivi (siano essi di tipo strategico, tattico, operativo), e di fornire uno strumento (spesso visuale) chiaro per identificare eventuali problematiche (o perlomeno l'esigenza di eseguire indagini più approfondite).

Due dei principali problemi riguardanti i sistemi di Performance Management ambito Supply Chain sono (*Stefanovic, 2014*):

- le Supply Chain odierne generano un'enorme quantità di dati distribuiti ed eterogenei, la cui integrazione al fine di ricavarne report ed insight è un compito molto complesso;
- i KPI sono tradizionalmente retrospettivi (storici), tuttavia le tecnologie odierne (Data Mining) consentono di effettuare previsioni sulle performance future, dando alle imprese la possibilità di risolvere potenziali problematiche in modo proattivo.

In sintesi, l'obiettivo dell'investire in BI è quello di trasformare l'impresa da reattiva al *data-environment* in proattiva (*Banerjee e Mishra, 2015*).

L'aumento della competizione e della complessità dell'ambiente in cui le imprese operano, di pari passo con gli sviluppi tecnologici, ha fatto sì che l'adozione di IT-based Performance Measurement

Systems (PMS) sia aumentata vertiginosamente negli ultimi anni. Ciò è evidenziato dall'aumento della spesa in sistemi di BI (che sono primariamente utilizzati per la misura delle performance), il cui mercato è prossimo a superare i 50 billion US\$ (*Bose e Vallurupalli, 2018*).

Nello scenario presentato, si può senza dubbio affermare che la misura e la gestione delle Performance in ambito Supply Chain si stia evolvendo, per via del più rapido accesso alle informazioni e dei nuovi modi di ottenere insight. Molte imprese stanno valutando le opportunità messe a disposizione da Industry 4.0, conducendo studi pilota.

Alcuni dei trend con il maggiore impatto su come le performance di Supply Chain vengono gestite sono (*Deloitte, 2017*):

- processo in corso di digitalizzazione delle Supply Chain, con la conseguente crescita esponenziale di dati a disposizione da device connessi (ad esempio veicoli della flotta logistica, containers, consegne, prodotti in uso);
- shift verso dati real-time, abilitato da sensori in grado di fornire informazioni quali geolocalizzazione, temperatura e pressione;
- nuove modalità di visualizzazione degli insight di SCM e crescente ricorso ad analisi predittive per forecast delle vendite, ottimizzare la manutenzione, individuare problematiche di qualità in tempo per gestirle in modo proattivo;
- più facile collegamento dei dati interni di Supply Chain con fonti esterne; ad esempio dati sul traffico e meteorologici per camion in movimento, lo status di processi esternalizzati nell'ambito della trasparenza di Supply Chain, informazioni finanziarie sui fornitori per migliorare il Supply Chain Risk Management;
- miglioramento delle capabilities di analytics utilizzando tecnologie Cloud e l'in-memory data storage, che consente analisi più rapide e il processamento di grandi quantità di dati.

I Framework di Performance Management e i sistemi di reporting tradizionali necessitano di essere rivisitati, per capitalizzare al meglio le opportunità rese disponibili dalle tecnologie odierne.

In Supply Chain sempre più digitali si farà sempre maggiore ricorso al Data Mining, alle analisi predittive e ad altri strumenti di Intelligenza Artificiale.

Il reporting periodico a livello manageriale sta shiftando verso una disponibilità 24/7 di un set opportuno di Indicatori/Diagrammi/Tabelle, ritenuti funzionali al processo decisionale, in dashboard personalizzabili e dall'interfaccia utente sempre più curata.

- *Business Intelligence Supply Chain*
- *Supply Chain Performance Business Intelligence*
- *Supply Chain Performance Indicators*
- *Supply Chain Performance Indicators Intelligence*
- *Business Intelligence Performance Management*
- *Business Intelligence Performance Management Supply Chain*

Sono stati tenuti in considerazione soltanto i paper di cui è scaricabile il testo integrale, ed il download o meno dell'articolo è stato basato sull'attinenza rispetto alle tematiche da affrontare, valutata tramite l'abstract e (talvolta) introduzione e conclusioni.

Successivamente di ognuno sono stati schematizzati con un breve elenco i contenuti (una sorte di indice ma ancor più sintetico), al fine di facilitare l'individuazione degli articoli più idonei a cui far ricorso nel trattare un determinato argomento. È inoltre stato assegnato ad ognuno un punteggio qualitativo su una scala da 1 a 10 sulla base dell'attinenza con l'argomento affrontato dalla tesi, sostanzialmente per la stessa motivazione esposta in precedenza, con in più la possibilità in un certo senso di "gerarchizzare" la procedura.

Infine, è stata raccolta online ulteriore "letteratura grigia" ritenuta utile alla stesura (ad esempio report e presentazioni di società di consulenza).

Maggiori dettagli sulla metodologia adottata verranno esposti nel capitolo 4, dedicato alla sintesi della letteratura analizzata e a considerazioni critiche personali.

Il presente lavoro è suddiviso in 4 capitoli.

Il capitolo 1 descrive i concetti base della misura/analisi delle Performance in ambito Supply Chain.

Il capitolo 2 introduce il concetto di Business Intelligence ed il suo ruolo nel Performance Management aziendale.

Il capitolo 3 descrive e presenta l'applicazione della Business Intelligence alla gestione della Supply Chain e delle sue performance.

Il capitolo 4 completa quanto esposto nel precedente, facendo un maggiore ricorso a considerazioni critiche e tabelle riepilogative sull'analisi della letteratura condotta.

CAPITOLO 1

Misura delle Performance di Supply Chain

1.1 Importanza della misurazione e monitoraggio delle performance

Globalizzazione, instabilità della domanda, riduzione del ciclo di vita dei prodotti e crescente competizione sono soltanto alcuni tra i fattori che hanno reso la gestione della Supply Chain un aspetto chiave per la competitività di un'impresa.

La maggiore complessità degli ambienti competitivi ha fatto sì che si sia assistito ad una crescente focalizzazione delle imprese sulle proprie core-competence, con annessa esternalizzazione delle attività ritenute non a valore aggiunto (*Prahalad e Krishnan, 2008*). Ciò ha contribuito a far sì che oggi ormai la competizione sia giocata non più a livello prodotto, ma a in termini di intera Supply Chain (*Lambert e Cooper, 2000*).

L'impatto del Supply Chain Management si estende oltre la semplice riduzione dei costi, ed è stato provato empiricamente come l'eccellenza nella gestione della Supply Chain sia collegata direttamente a performance organizzative superiori (*Cristopher, 2005*).

In tale contesto, una efficiente ed efficace gestione del network logistico non può certamente prescindere da una misurazione delle sue performance. Come intuito da Lord Kelvin ("if you cannot measure it, you cannot improve it"), non è possibile migliorare un processo che non viene monitorato: senza conoscere i valori attuali e i valori target (o comunque altri dati storici) delle misure di interesse non è possibile stabilire se effettivamente il processo stia operando correttamente o se invece necessiterebbe di interventi correttivi.

L'importanza della misurazione per il decision making nella logistica è stata enfatizzata a partire dagli anni 80', poiché la rivoluzione Just in Time indicava l'informazione, e non le scorte, come elemento chiave per assicurare una fornitura puntuale e precisa (*Fawcett e Cooper, 1998*). L'aumento della complessità delle Supply Chain ha successivamente posto pressione sulla misurazione di quelle attività richieste per il coordinamento e controllo di processi e canali distributivi integrati (*Cagliano e Rafele, 2006*). Il miglioramento continuo delle performance di Supply Chain passa attraverso la definizione di un sistema logico (un framework) per la loro misurazione, nel quale vanno a collocarsi i singoli *Key Performance Indicator (KPI)*: essi consentono di monitorare il conseguimento degli obiettivi nella routine di lavoro giornaliera (*Anand e Grover, 2013*).

In termini più generali, la misura delle performance di Supply Chain serve a migliorare il decision making manageriale, consentendo di individuare i punti di forza ma soprattutto le aree di debolezza

su cui intervenire. Essa può divenire il punto di partenza di un re-engineering dei processi aziendali coinvolti e/o di un re-design degli obiettivi e strategie di business (*Charan et al., 2008*).

Misurare le performance logistiche è essenziale perché essa rappresenta un driver essenziale di customer satisfaction (*Cagliano e Rafele, 2006*). Il vero scopo di un sistema di misura delle performance logistiche in tal senso diviene quello di enfatizzare la qualità del servizio offerto ai propri clienti.

Un sistema di misura delle performance adeguatamente progettato consente di migliorare il coordinamento intra-aziendale tra diverse funzioni (ad esempio Acquisti – Produzione – Logistica/Supply Chain), e soprattutto l'integrazione con gli altri attori della catena di fornitura: l'utilizzo di misure quantitative facilita infatti la comunicazione e rende possibile implementare delle relazioni contrattuali pay-performance.

1.2 Definizioni e caratteristiche di un Sistema di misura delle Performance di SC

La gestione delle performance di Supply Chain (*Supply Chain Performance Management*) ruota attorno a strategia di SC, pratiche e caratteristiche della collaborazione con i partner della catena; tenendo in considerazione come le performance di SC sono definite e misurate (framework e modelli), ed anche considerando l'effetto di mediazione di diversi fattori sulle performance stesse, quali ad esempio integrazione, collaborazione, visibilità, innovatività, IT, pratiche di sostenibilità, metodologie di selezione dei fornitori (*Wankhade e Kundu, 2018*).

Nel corso del tempo sono state proposte diverse definizioni per le performance di Supply Chain ed il loro processo di misura: pressoché tutte ruotano attorno alle metriche utilizzate per il processo di misura stesso, classificate in qualitative/quantitative, finanziarie/operative, tattiche/strategiche, relative ad efficienza/efficacia. Definizioni più astratte menzionano innovatività, collaborazione, flessibilità, responsività e sostenibilità.

In Tabella 1.1 vengono presentate alcune delle definizioni proposte in letteratura per le performance di Supply Chain.

<i>Reference</i>	<i>Supply Chain Performance definition</i>
Bititci et al. (1997)	Processo di reporting che fornisce feedback sugli esiti di un'azione.
Beamon (1999)	Performance di SC come efficienza ed efficacia complessiva, legate a misura delle risorse, degli output (customer satisfaction) e flessibilità.
Gunasekaran et. al (2001)	Performance di SC come efficienza ed efficacia complessiva, valutate attraverso costi di produzione e di inventario, responsività a cambiamenti nelle richieste di spedizione, integrazione con i partner.
Van Der Vorst (2006)	Performance di SC come grado in cui la SC soddisfa cliente finale e requisiti degli stakeholder, con riferimento agli indicatori di performance più rilevanti in ogni momento.
Sezen (2008)	SC performance come abilità della SC di rispondere prontamente a bisogni del cliente, produrre e spedire le giuste quantità, minimizzando costi di produzione ed inventario.
Ambe et. al (2012)	SC performance come processo di monitoraggio, interrogandosi sulla correttezza di pratiche e processi e sul raggiungimento degli obiettivi della catena.
Zhang e Okoroafo, (2015)	SC performance come abilità della catena di consegnare la giusta quantità, del giusto prodotto, nel giusto posto, al momento giusto, al più basso costo logistico.

Tabella 1.1. Lista cronologica di definizioni di SC performance (adattamento da *Wankhade e Kundu, 2018*)

Gli stessi autori hanno proposto una definizione del più ampio processo di gestione delle Performance di SC (*SC Performance Management*): esso può essere definito come il processo continuo di selezione, monitoraggio e revisione delle misure e metriche di valutazione delle performance di SC, utilizzate per prendere decisioni a livello strategico, tattico ed operativo.

La gestione delle performance di SC passa quindi attraverso la progettazione di un adeguato sistema di misura (framework di riferimento), ma anche attraverso la sua implementazione, utilizzo e soprattutto aggiornamento. Nella progettazione l'aspetto chiave è la selezione delle misure più idonee per i propri scopi e per il proprio business; l'implementazione racchiude sia problematiche di carattere tecnico (esempio infrastrutture IT) che di natura sociale/culturale (esempio l'accettazione da parte delle persone coinvolte); infine l'aggiornamento fa riferimento al far avanzare il sistema al mutare delle esigenze di business e in più in generale delle condizioni al contorno (competitors, autorità di regolazione etc.).

Facendo un passo indietro, il punto di partenza di una corretta gestione delle performance è sicuramente la definizione di un adeguato sistema (framework) di misura.

Neely et. al. (2002) hanno definito un *Performance Measurement System (PMS)* come un sistema bilanciato e dinamico in grado di supportare il processo di decision making raccogliendo, elaborando e analizzando informazioni. Il "bilanciamento" si riferisce alla necessità di utilizzare misure e prospettive differenti, che complessivamente forniscano una visione olistica dell'organizzazione.

Il concetto di dinamicità si riferisce invece alla necessità di sviluppare un sistema in grado di adattarsi ai cambiamenti del contesto interno ed esterno; revisionando, quando opportuno, obiettivi e priorità. *Tangen (2004)* definisce la misura delle performance come il processo di quantificazione dell'efficienza ed efficacia delle azioni, per cui un sistema di misura delle performance viene definito come un set di metriche utilizzate per tale scopo.

Progettare un adeguato sistema di misura delle performance di SC è sicuramente un compito complesso. Nel corso del tempo vari esperti hanno proposto una serie di caratteristiche che un buon sistema di misura delle performance dovrebbe possedere (*Beamon, 1999; Gunasekaran et al., 2001; Tangen, 2005*):

- Inclusività (misurazione di tutti gli aspetti pertinenti);
- Universalità (consentire confronti sotto varie condizioni operative);
- Misurabilità (i dati richiesti siano effettivamente misurabili);
- Consistenza (allineamento con gli obiettivi organizzativi);
- Avere uno scopo chiaro;
- Fornire feedback rapidi;
- Essere legato al miglioramento delle performance, e non solo al monitoraggio;
- Far riferimento sia agli obiettivi di breve che di lungo termine dell'organizzazione;
- Match con la cultura aziendale;
- Focalizzazione su ciò che è importante per il cliente;
- Guida verso l'identificazione ed eliminazione degli sprechi;
- Essere collegato ad un sistema di incentivi;
- Accelerare l'apprendimento organizzativo.

È comunque opportuno sottolineare come sia estremamente complesso, se non sostanzialmente impossibile, progettare un PMS che soddisfi contemporaneamente tutti i requisiti, anche per via dei trade-off esistenti tra alcuni di essi. Pertanto, la linea guida da seguire nel progetto del framework è quella di garantire il soddisfacimento di quelli ritenuti più critici.

1.3 Evoluzione dei sistemi di misura delle performance di SC

I sistemi di misura delle performance di SC hanno le loro radici nei sistemi di accounting. Secondo *Gomes et al. (2004)* essi si sono evoluti attraverso due fasi: la prima (fino a fine anni 80') è stata caratterizzata da un forte orientamento sulle misure di costo. L'obiettivo era appunto quello di rilevare i principali costi operativi, e venivano inoltre tenute in considerazione anche misure finanziarie come Profitti e Return on Investment (ROI).

Le misure di performance adottate erano: economico/finanziarie, retrospettive e spesso focalizzate sulle performance funzionali/dipartimentali anzichè complessive dell'organizzazione (*Bourne et. al., 2003*). Tali PMS non erano in grado misurare ed integrare tutti i fattori chiave per il successo del business. A fine anni 80' le misure di accounting tradizionali sono state messe in discussione, ritenendole inadeguate da sole a gestire business la cui complessità, per effetto della globalizzazione, stava crescendo enormemente. Il passo successivo è stato l'adozione di un approccio misto finanziario/non finanziario, fino ad arrivare ad approcci integrati e bilanciati. La Tabella 1.2 sintetizza l'evoluzione dei sistemi di misura delle performance di SC, in un contesto organizzativo.

Periodo	Caratteristiche dell'organizzazione	Caratteristiche del PMS
Prima del 1980	Grandi organizzazioni sistematiche	<ul style="list-style-type: none"> - Orientamento verso il Cost Accounting; - Approccio retrospettivo e risultati utilizzati per promuovere l'efficienza organizzativa, facilitare il budgeting e attrarre capitali dagli investitori; - Misura delle performance dominata dai costi di transazione e determinazione del profitto;
1980 - 1990	Organizzazioni che diventano globali	<ul style="list-style-type: none"> - Orientamento al Cost Accounting; - Approccio retrospettivo e risultati utilizzati per promuovere l'efficienza organizzativa; - Rafforzamento dei PMS per includere operations e prospettiva del valore aggiunto.
1990 - 2000	Automazione dei processi di business	<ul style="list-style-type: none"> - Orientamento misto finanziario/non finanziario - Approccio misto retroattivo/proattivo - Risultati utilizzati per gestire l'intera organizzazione; - PMS rafforzati per includere processi, qualità e customer focus.
2000 - 2010	e-commerce e attività di business senza confini	<ul style="list-style-type: none"> - Orientamento integrato e bilanciato; - Approccio proattivo; - Risultati utilizzati per aumentare la responsabilità dell'organizzazione; - Misura delle performance rafforzata per fornire una visione bilanciata dell'organizzazione, con inclusione della Supply Chain ed attività inter-processo.

Tabella 1.2. Evoluzione dei PMS in un contesto organizzativo (adattamento da *Morgan, 2007*)

Al pari dei sistemi di misura delle performance in sé, anche l'evoluzione della letteratura scientifica sul tema può essere suddivisa in fasi. In generale gli articoli scientifici relativi a PMS di Supply Chain appartengono a due grandi categorie: concettuali ed empirici. I primi affrontano definizione delle misure performance, criteri di valutazione teorici, modelli ed aspetti legati al processo di misura; i secondi includono studi descrittivi, metodi, benchmarking ed attività prescrittive per il miglioramento delle performance (*Keebler, 2001*). La Tabella 1.3 mostra le cinque fasi della letteratura scientifica sulla misura delle Performance.

Categoria	Periodo	Caratteristiche
Fase 1	1980 - 1990	Il tema dominante era la discussione dei problemi dei sistemi di misura delle performance, riconoscendo e discutendo le loro debolezze ed il loro impatto organizzativo.
Fase 2	1990 - 1995	Soluzioni potenziali, ad esempio Framework quali la BSC sono state proposte; ricerca di framework che possano rappresentare modi utili per affrontare i problemi precedentemente identificati.
Fase 3	1996 – 2000	Ricerca di modi in cui i framework proposti possano essere usati; processi e metodologie per popolare framework di misura sono stati sviluppati e discussi.
Fase 4	2000 - 2005	Analisi empiriche e teoriche dei framework di misura delle performance; analisi del loro impatto sulle organizzazioni.
Fase 5	2005 a seguire	Verifica teorica dei Framework; applicazione ed impatto sulle Supply Chain; focus sulle performance multi-impresa.

Tabella 1.3. Fasi evolutive nella letteratura scientifica sui PMS (*Neely, 2005*)

1.4 Framework e Modelli per la misura delle Performance di SC

Per quanto sia innegabile che le diverse Supply Chain posseggano caratteristiche peculiari che le differenziano dalle altre, è comunque possibile sviluppare dei modelli/framework per la misura delle loro performance di valenza sufficientemente generale. Tuttavia, è opportuno sottolineare che il giusto mix di misure di performance cambia in base alle caratteristiche che si intende dare alla SC (agilità, adattabilità, efficienza), e ciò evidenzia l'importanza di aggiornare e migliorare il sistema di misura nel tempo (*Gopal e Thakkar, 2012*).

La proposta e l'analisi di metodologie strutturate per misurare e valutare le performance di Supply Chain è una disciplina che ha ricevuto interesse da parte di accademici e professionisti negli ultimi circa 30 anni, ma non per questo priva di gap ancora da esplorare.

Diversi modelli e framework sono stati proposti, i più citati dei quali sono la Balance Scorecard e lo SCOR Model. Tuttavia, a causa della natura multidimensionale di una Supply Chain, nessun singolo framework può considerarsi ancora sufficientemente maturo (*Akyuz ed Erkan, 2010*).

Beamon and Ware (1998) hanno applicato il modello di qualità di processo alla Supply Chain, partendo da misure finanziarie ed ampliandolo poi a misure di innovatività, collaborazione, fiducia, flessibilità, responsività; fornendo inoltre una classificazione delle organizzazioni su quattro livelli (inattive, reattive, proattive ed integrate) sulla base dell'approccio adottato nei confronti della misura delle performance.

Il Logistics Scoreboard (*Lapide, 2000*) è un approccio sviluppato dalla società di consulenza Logistics Resources International Inc., basato sostanzialmente su quattro categorie di metriche logistiche: finanziarie (es. ROA), produttività (es. ordini spediti per ora, tasso di utilizzo dei container), qualità

(accuratezza inventari, spedizioni danneggiate), tempo ciclo (es. in-transit time e order entry time). È un modello prescrittivo, cioè effettivamente raccomanda l'utilizzo di uno specifico set di metriche, le quali risultano però molto orientate alla logistica in senso stretto e poco ad altre attività chiave di SC come produzione e approvvigionamento.

Il modello *Performance Prism* (Neely et. al., 2001) organizza il PMS su cinque prospettive (correlate): (i) Soddisfazione degli Stakeholder; (ii) Strategie; (iii) Processi; (iv) Competenze (combinazione di persone, pratiche, tecnologie e infrastrutture che consentono insieme di portare avanti i processi di business); (v) Contributi degli stakeholder. Gli autori confutano l'idea diffusa che le misure di performance debbano direttamente derivare dalla strategia, ritenendo che debbano essere considerati per primi bisogni e volere degli stakeholder (i quali comunque influenzano la formazione stessa della strategia).

Il framework *Performance Pyramid* (Tangen, 2004) ha lo scopo di collegare la strategia con le operations, traducendo obiettivi in direzione top down e misure in direzione bottom up. Questo PMS include quattro livelli di obiettivi. La visione aziendale viene tradotta in obiettivi delle singole BU (di breve termine come cash flow e profittabilità, o lungo termine come crescita e market share). I Business Operating System colmano il gap tra top level e operatività con misure quali customer satisfaction, flessibilità, produttività. Infine, quattro misure chiave (Qualità, Delivery, Cycle Time, Waste) sono utilizzate in ambito operativo su base quotidiana.

Medori e Steeple (2000) hanno presentato un framework integrato per l'auditing e il rafforzamento di PMS. L'approccio prevede sei stage dettagliati. Il punto di partenza (stage 1), come spesso accade, è rappresentato da strategia/fattori critici di successo. Lo stage successivo prevede il match tra i requisiti strategici e sei predefinite priorità competitive (qualità, costo, flessibilità, tempo, delivery e crescita futura). Lo stage 3 prevede la selezione delle misure più idonee (usando una checklist con 105 indicatori). Lo stage 4 prevede l'audit del sistema attuale (se presente), per capire quali misure già utilizzate mantenere. Lo stage 5 si riferisce all'implementazione delle misure, attraverso la definizione di titolo, obiettivo, benchmark, equazione, frequenza, fonte dati e responsabilità. Infine, lo stage 6 si riferisce alla review periodica del PMS.

Gunasekaran et. al. (2004) hanno proposto un framework basato su quattro principali attività/processi di Supply Chain (plan, source, make/assemble e deliver), con metriche classificate a livello strategico, tattico ed operativo. Gli autori hanno inoltre evidenziato quelli che per loro rappresentano i due principali requisiti per l'implementazione di un Performance Measurement System: partecipazione e coinvolgimento delle parti, sia a livello inter-funzionale che inter-organizzativo; e secondo un monitoraggio sì completo, ma che non limiti il potere decisionale/discrezionale dei manager delle funzioni/organizzazioni coinvolte.

Cai et al. (2009) hanno proposto un modello per migliorare il processo di performance management in ambito SC ed il conseguimento iterativo dei target sui KPI, analizzando quantitativamente le relazioni di interdipendenza tra gli stessi.

Thakkar et. al. (2009) hanno sviluppato un framework che combina aspetti di BSC e SCOR, rivolto a piccole/medie imprese. Include sia misure tangibili (costi, tempi, capacità, produttività, utilizzo delle risorse) che intangibili (efficacia, affidabilità, disponibilità, flessibilità); e concettualizza i processi SCOR (plan, source, make, deliver) in una logica ciclica (ciclo di procurement, ciclo di manufacturing, etc.). Include metriche per varie prospettive del BSC, invitando gli utilizzatori a classificarle ulteriormente in strategiche, tattiche ed operative.

Infine, è opportuno sottolineare come negli ultimi anni stia ricevendo sempre più attenzione lo sviluppo di framework che includano le logiche del SCM Sostenibile e del Green Supply Chain Management.

Pappis e Tsoufias (2008) hanno proposto un modello per l'analisi ed il decision making legato alle performance ambientali di SC organizzato su sei gruppi, nei quali sono proposti oltre ad indicatori anche linee guida/principi sul Sustainable SCM. I gruppi citati sono: product/process design and production, packaging, transportation (distribution and recovery) and collection, recycling and disposal, greening the internal and external business environment, other management issues.

Fahimnia et. al. (2014) hanno sviluppato un modello multidimensionale che si riferisce ad aspetti (obiettivi) economici, ambientali e sociali; in grado di supportare decisioni quali numero, posizione e capacità di impianti produttivi/centri distributivi, selezione strategica di fornitori, miglioramento dei flussi fisici lungo la SC.

Vengono nel seguito presentati in tabella (in ordine cronologico) in maniera più schematica alcuni dei framework ritenuti più rilevanti secondo una recente review (*Wankhade e Kundu, 2018*).

Nei paragrafi successivi verranno esposti maggiori dettagli circa i tre modelli ritenuti più significativi dallo scrivente: SCOR Model, BSC (non in termini generali, ma applicata alla SC), LogistiQual.

Tabella 1.4. Framework chiave per le Performance di SC (adattamento da *Wankhade e Kundu, 2018*)

Modello/Framework	Autore/referenza	Anno	Descrizione/approccio
Activity Based Costing (ABC) model	Cooper e Kaplan (1988), Estampe et al. (2013)	Metà anni 80'	Legame tra misure finanziarie e performance operative. Analizza costi e margini.
WCL: world class logistics model	Bowersox et al. (1999)	1990	Valuta le performance sulla base della capacità dell'impresa di misurare le relazioni inter-organizzative.
Performance Pyramid	Lynch e Cross (1991)	1991	Collega la strategia con la gestione operativa trasferendo gli obiettivi in modo top-down e le misure bottom up.
Economic Value Added (EVA)	Stern et. al. (1995)	1991, 1995	Tentativo di quantificare il valore creato sulla base dei profitti operativi piuttosto che del capitale impiegato.
EFQM: excellence model	Estampe et al. (2013)	1992	Questionario che copre aree relative a efficienza di processo, miglioramento continuo in prodotti e servizi, gestione del personale etc.
Balance Scorecard	Kaplan e Norton (1992)	1992, 1993	Set bilanciato di metriche di performance, compatibili con la strategia aziendale. Quattro prospettive: Finanziaria, Soddisfazione dei clienti, Efficienza dei Processi interni e innovazione/crescita.
GSCF framework	Pagh and Cooper (1997)	1994, 1997	Descrive tre livelli in merito alla gerarchia delle misure di performance (strategiche, tattiche, operative) ed evidenzia il legame tra processi e struttura di SC.
SCOR: Supply Chain Operation Reference Model	Supply Chain Council	1996, 1997	Collega processi, metriche di performance, best practice e skills del personale, in una struttura unificata.
Measurement Systems	Beamon (1999)	1999	Valuta le performance di SC sulla base di risorse, output e flessibilità.
Logistics Scoreboard (PBMS)	Lapide (2000)	2000	Misure di performance classificate in: misure finanziarie, misure di produttività, misure di qualità, misure di tempo ciclo.
Audit and enhance	Medori e Steeple (2000)	2000	Framework integrato per l'audit e il rafforzamento del sistema di misura. Comprende sei dettagliati stadi.

Tabella 1.4. Framework chiave per le Performance di Supply Chain (continua)

Modello/Framework	Autore/referenza	Anno	Descrizione/approccio
Performance Prism	Neely et al. (2001)	2001	Performance misurate su cinque distinte, ma collegate, prospettive: soddisfazione degli stakeholder, strategie, processi, competenze e contributo degli stakeholder.
Otto framework	Otto and Kotzab (2003)	2003	Misura delle performance da sei prospettive di supply chain: operations, system dynamics, logistica, marketing, organizzazione e strategia.
Service, assets and speed based monitoring framework	Hausman (2004)	2004	Monitoraggio delle performance della SC come un'entità unica, piuttosto che un insieme di imprese e processi separati.
Hierarchical	Gunasekaran et al. (2001, 2014)	2001, 2004	Misure di performance classificate come strategiche, tattiche o operative; sulla base di criteri finanziari e non finanziari.
SCM/SME	Estampe et al. (2013)	2007	Sviluppato per il contesto delle PMI e strutturato attorno a gestione della domanda, distribuzione, flussi import/export, scorte, produzione, approvvigionamento, resi, supporto post-vendita e tracciabilità.
Value Mapping Framework	Alvarado et al. (2008)	2008	Value mapping framework che include l'efficace coinvolgimento degli stakeholder per il miglioramento delle performance di SC.
Integrated SCOR-BSC	Thakkar et al. (2009)	2009	Focalizzato sulle PMI. Integrazione dei framework SCOR e BSC.
Sustainable performance for automotive SC	Hadiguna et al. (2011)	2011	Focalizzato sull'applicazione di un approccio sistemico nei confronti della gestione sostenibile delle performance nel contesto automotive.
SCPM in retail	Anand e Grover (2015)	2015	Misure di costo e non classificate in quattro categorie: trasporto, scorte, IT e ottimizzazione delle risorse.
Empirical SCPM	Sillanpää (2015)	2015	Misura delle performance di SC con elementi chiave quali tempo, profittabilità, analisi ordini ed analisi manageriali (utilizzo del personale, capacity planning etc.)

1.4.1 SCOR Model

Il modello SCOR (Supply Chain Operations Reference Model) rappresenta il più noto ed utilizzato framework per la valutazione ed il benchmark di attività e performance di Supply Chain.

Introdotta per la prima volta nel 1996 dal Supply Chain Council, è oggi giunta alla release 12.0. Lo SCOR Model riunisce e collega in un unico framework metriche di performance, processi, best practice e skills del personale. Esso ha contribuito in maniera significativa al processo di standardizzazione di tutto ciò che attiene ad una disciplina ampia e complessa come il Supply Chain Management, favorendo la comunicazione tra partner della catena e aumentando l'efficacia delle attività di miglioramento portate avanti.

Il Modello SCOR è oggi con successo applicato pressoché in ogni settore industriale da imprese di primissimo livello, che hanno riscontrato come sia effettivamente in grado di allineare i progetti di miglioramento portati avanti a livello operativo con gli obiettivi/direttive di natura strategica.

Alcuni dei benefici per un'organizzazione riscontrabili adottando lo SCOR Model sono così sintetizzabili:

- Valutazione (rapida) delle performance di SC;
- Chiara identificazione dei gap di performance
- Supporto nel re-design ed ottimizzazione del network logistico;
- Rafforzamento del controllo operativo attraverso processi standard chiave;
- Semplificazione del reporting manageriale;
- Allineamento delle skills del team di SC con gli obiettivi strategici;
- Proposta di un piano d'azione dettagliato per il lancio di nuovi business/prodotti;
- Miglioramento dell'integrazione tra gli attori della catena, conseguendo l'efficiamento atteso.

L'area di competenza dello SCOR Model comprende sostanzialmente ogni ambito del Supply Chain Management, contribuendo ad affrontare/risolvere alcune delle sfide più rilevanti (*Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0*):

1. *Miglioramento del Servizio offerto ai propri clienti*: un framework standard costituisce una base comune per il miglioramento. Lo SCOR supporta i manager nella valutazione dei tradeoff performance/costo, nello sviluppo di strategie per soddisfare le aspettative dei clienti, nel cogliere le opportunità di crescita e sviluppo in nuovi o consolidati mercati.
2. *Controllo dei Costi*: clienti globali, upgrade tecnologici, normative regolatorie e tanti altri fattori stanno creando grande pressione sui costi di SC. Potenzialmente le metriche utilizzabili per monitorarli sono tantissime, lo SCOR consente di individuare quelle più critiche per la

propria organizzazione, utilizzandole in congiunzione con gli attributi di performance, al fine di comparare diverse strategie di SC.

3. *Planning e Risk Management*: le SC devono periodicamente essere sottoposte a valutazione ed eventualmente soggette ad un redesign al fine di rispondere a cambiamento nel mercato, lanci nuovi prodotti, global sourcing, nuove acquisizioni ed altri eventi che modificano il contesto in cui la SC opera. L'utilizzo dello SCOR come strumento di pianificazione e risk management porta a un'identificazione più veloce e completa dei rischi potenziali e migliora il coordinamento coi clienti, fornitori e altri stakeholder. Lo SCOR aiuta a stabilire regole, assegnare responsabilità, monitorare lo stato corrente.
4. *Supplier/Partner Relationship Management*: diverse organizzazioni, o addirittura diverse divisioni nella stessa, possono utilizzare diversi metodi per misurare e comunicare le performance attese ed i risultati. La fiducia tra partner della catena si accresce quando si decide di adottare un linguaggio comune, ovvero un framework standard condiviso per la gestione delle performance. Ciò facilita la comunicazione, velocizza il benchmarking, facilita l'adozione delle best practice.
5. *Gestione del talento*: è necessario conoscere profondamente le competenze chiave necessarie per i ruoli in ambito SCM, ma soprattutto metodi per far sviluppare a pieno il potenziale dei talenti a disposizione. Lo SCOR skills management framework si integra con processi, metriche e best practice proposte, facendo riferimento a skills, esperienza, attitudini e formazione/addestramento.

L'obiettivo ultimo di un'organizzazione che adotta lo SCOR model è acquisire vantaggio competitivo tramite l'allineamento tra SC e strategia. Un decision making efficace non può prescindere da una standardizzazione dell'attività di gestione delle performance tra le diverse aree funzionali (approvvigionamento, produzione, logistica), attraverso un modello operativo integrato, abilitato dallo SCOR.

Lo SCOR model rappresenta un framework che collega processi, metriche, best practice e tecnologia in una struttura unificata. Supporta il miglioramento della SC favorendo la cattura dello stato "as-is", su cui lo scenario "to-be" viene costruito. Velocizza la raccolta e analisi dati sulle performance, facilita l'integrazione lungo la SC fornendo un linguaggio comune in termini di processi, definizioni e metriche. Per ogni processo include legami con altri processi, metriche di performance, best practice, skills richieste.

1.4.1.1 Struttura dello SCOR

I processi SCOR si estendono lungo la SC, “dal fornitore del tuo fornitore al cliente del tuo cliente”. Includono tutte le interazioni coi clienti, dall’ingresso dell’ordine alla ricezione del pagamento; flussi fisici di prodotti, attrezzature e parti di ricambio; interazioni col mercato, dalla pianificazione della domanda aggregata al soddisfacimento del singolo ordine. Lo SCOR non descrive ogni singolo processo o attività di business: non include marketing e vendite, R&D, sviluppo prodotto; e assume, senza considerarle specificatamente, Qualità, IT e gestione amministrativa.



Figura 1.1. Processi SCOR in ottica Supply Chain (Supply Chain Council, SCOR Model Overview, 10.0)

Lo SCOR è un “Process Reference Model”. Il loro scopo è quello di rappresentare l’architettura dei processi in modo utile per i partner di business, soprattutto in value chain complesse che coinvolgono molte organizzazioni/dipartimenti, fornendo una base comune per la gestione e il controllo degli stessi processi.

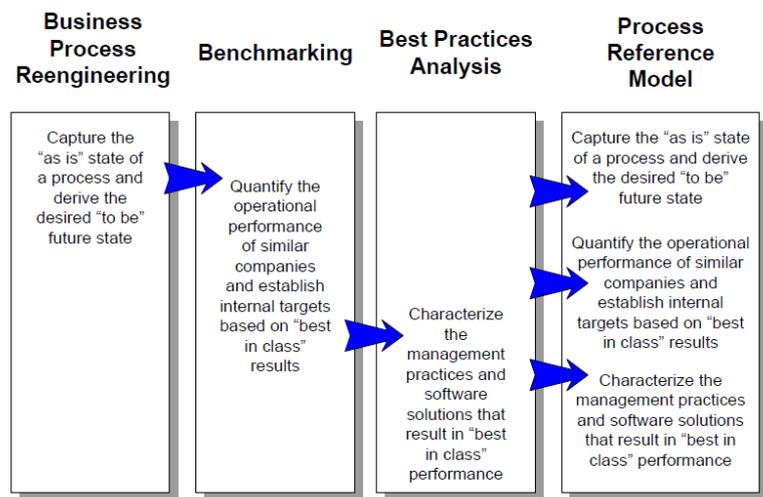


Figura 1.2. Cos’è un Process Reference Model (Modelli per la misura delle Performance di SC, dispense del corso Supply Chain Management, Politecnico di Torino)

In quanto Process Reference Model, lo SCOR include:

- **Metriche di Performance:** Metriche standard per la misura delle performance dei processi;
- **Processi:** Descrizione standard degli stessi e framework delle loro relazioni;
- **Practices:** Pratiche manageriali che producono le performance best-in-class;
- **Person:** training e skills richieste, in allineamento a processi, best-practice e metriche.

1.4.1.2 SCOR Performance

La sezione Performance dello SCOR include due tipi di elementi: Attributi e Metriche.

Un attributo di Performance rappresenta un gruppo di metriche utilizzato per indicare un obiettivo di natura “strategica”: un attributo non può di per sé essere misurato, è utilizzato per indicare una direzione strategica. Ad esempio, “il nostro prodotto deve essere al primo posto per quanto concerne l’affidabilità”, oppure “come impresa dobbiamo essere tra i 5 produttori più agili del settore”. Le metriche misurano la capacità della SC di conseguire questi attributi strategici.

Lo SCOR identifica cinque attributi di performance chiave: Affidabilità, Capacità di Risposta, Agilità, Costi, Gestione degli Asset. Tra di essi esistono naturalmente dei trade-off, ad esempio tra Costi e Affidabilità (più in generale Costi – Attributi “customer-focused”).

Nella seguente Tabella viene presentato il significato degli attributi di performance presentati, mantenendo la nomenclatura originale inglese SCOR per attributi e metriche.

Reliability	L’attributo Affidabilità indica la capacità di eseguire i task secondo quanto atteso, ovvero è focalizzato sulla predicibilità del risultato di un processo. Metriche tipicamente utilizzate per tale attributo sono: on-time, the right quantity, the right quality. Lo SCOR KPI (metrica Livello 1) è il Perfect Order Fullfillment. Si tratta di un attributo customer-focused.
Responsiveness	L’attributo Capacità di Risposta descrive la velocità con cui i task vengono eseguiti. Esempi di metriche ad esso riferite sono quelle di tempo ciclo. Lo SCOR KPI è Order Fullfillment Cycle Time. Si tratta di un attributo customer-focused.
Agility	L’attributo Agilità descrive l’abilità di rispondere ed adattarsi a cambiamenti/influenze esterni, tra cui: non previsti aumenti/diminuzioni di domanda, fornitori che escono dal business, disastri naturali, cyber-terrorismo, questioni legate alla regolamentazione del lavoro (sindacati). Gli SCOR KPI sono Flexibility e Adaptability. Si tratta di un attributo customer focused.
Costs	L’attributo Costo fa riferimento ai costi operativi dei processi. Include Costo del Lavoro, Materie Prime/Componenti, Costi di Trasporto. Gli SCOR KPI sono Cost of Goods Sold e SCM Cost. Questi due indicatori coprono tutte le spese legate alla SC. Si tratta di un attributo “internally-focused” (cioè rivolto all’efficienza interna, non all’incremento della Qualità percepita dal cliente).
Assets	Tale attributo indica l’efficienza nella gestione degli Asset. Strategie di gestione degli asset includono la riduzione degli Inventari e la scelta in-sourcing vs outsourcing. Le Metriche includono: Inventory days of supply e Capacity Utilization. Gli SCOR KPI sono: Cash-to-Cash Cycle Time e Return on Fixed Assets. Si tratta di un attributo orientato all’efficienza interna.

Tabella 1.5. Attributi di Performance SCOR (adattamento da Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0)

Una metrica è una misura standard per la performance di un processo.

Lo SCOR classifica le metriche su tre livelli:

- **Livello 1:** metriche complessive di SC, anche note come metriche strategiche o Key Performance Indicator (KPI).
- **Livello 2:** utilizzate per analizzare ed identificare la causa di gap di performance riscontrati sulle metriche livello 1.
- **Livello 3:** ulteriore livello di analisi, per decomporre le metriche di livello 2, giungendo al massimo livello di dettaglio/granularità.

All'aumentare del livello le metriche sono associate ad un subset sempre più limitato di processi.

Il Supply Chain Council raccomanda di utilizzare scorecard che contengano almeno una metrica per ogni attributo di performance, al fine di garantire un decision making sufficientemente bilanciato.

Lo SCOR Model fornisce inoltre gli strumenti per effettuare un'attività di benchmarking, che consente di confrontare le proprie performance rispetto a quelle di altre imprese che operano nello stesso settore, non soltanto al fine di individuare i gap esistenti, ma anche per settare dei target sfidanti ma raggiungibili.

Vengono riportati in Figura 1.3 i singoli indicatori proposti dallo SCOR, classificati per attributo di performance a cui si riferiscono e con l'indicazione del loro livello in termini gerarchici.

1.4.1.3 Processi SCOR

Lo SCOR classifica i processi necessari in una SC per soddisfare l'obiettivo ultimo del soddisfacimento dell'ordine cliente. Al pari delle metriche, anche i processi sono presentati in modalità gerarchica (da livello 1 a livello 3), sui quali per aggregazione/decomposizione si possono ottenere gli annessi processi di livello superiore/inferiore. È opportuno aggiungere che lo SCOR identifica anche processi livello 4, ma risultano al di fuori dello scope del modello, trattandosi di processi specifici di un determinato settore industriale o addirittura singola impresa (non è così invece per i processi fino a livello 3). In Tabella 1.6 vengono presentati maggiori dettagli circa la gerarchizzazione dei processi, con alcuni esempi per ogni livello.

Supply Chain Reliability	Supply Chain Responsiveness	Supply Chain Agility
RL.1.1 - Perfect Order Fulfillment	RS.1.1 - Order Fulfillment Cycle Time	AG.1.1 - Upside Supply Chain Flexibility
RL.2.1 - % of Orders Delivered In Full	RS.2.1 - Source Cycle Time	AG.2.1 - Upside Flexibility (Source)
RL.3.33 - Delivery Item Accuracy	RS.3.8 - Authorize Supplier Payment Cycle Time	AG.2.2 - Upside Flexibility (Make)
RL.3.35 - Delivery Quantity Accuracy	RS.3.35 - Identify Sources of Supply Cycle Time	AG.2.3 - Upside Flexibility (Deliver)
RL.2.2 - Delivery Performance to Customer Commit Date	RS.3.107 - Receive Product Cycle Time	AG.2.4 - Upside Return Flexibility (Source)
RL.3.32 - Customer Commit Date Achievement Time Customer Receiving	RS.3.122 - Schedule Product Deliveries Cycle Time	AG.2.5 - Upside Return Flexibility (Deliver)
RL.3.34 - Delivery Location Accuracy	RS.3.125 - Select Supplier and Negotiate Cycle Time	AG.1.2 - Upside Supply Chain Adaptability
RL.2.3 - Documentation Accuracy	RS.3.139 - Transfer Product Cycle Time	AG.2.6 - Upside Adaptability (Source)
RL.3.31 - Compliance Documentation Accuracy	RS.3.140 - Verify Product Cycle Time	AG.2.7 - Upside Adaptability (Make)
RL.3.43 - Other Required Documentation Accuracy	RS.2.2 - Make Cycle Time	AG.2.8 - Upside Adaptability (Deliver)
RL.3.45 - Payment Documentation Accuracy	RS.3.33 - Finalize Production Engineering Cycle Time	AG.2.9 - Upside Return Adaptability (Source)
RL.3.50 - Shipping Documentation Accuracy	RS.3.49 - Issue Material Cycle Time	AG.2.10 - Upside Return Adaptability (Deliver)
RL.2.4 - Perfect Condition	RS.3.101 - Produce and Test Cycle Time	AG.1.3 - Downside Supply Chain Adaptability
RL.3.12 - % Of Faultless Installations	RS.3.114 - Release Finished Product to Deliver Cycle Time	AG.2.11 - Downside Adaptability (Source)
RL.3.24 - % Orders/Lines Received Damage Free	RS.3.123 - Schedule Production Activities Cycle Time	AG.2.12 - Downside Adaptability (Make)
RL.3.41 - Orders Delivered Damage Free Conformance	RS.3.126 - Stage Finished Product Cycle Time	AG.2.13 - Downside Adaptability (Deliver)
RL.3.42 - Orders Delivered Defect Free Conformance	RS.3.142 - Package Cycle Time	AG.1.4 - Overall Value at Risk (VAR)
RL.3.55 - Warranty and Returns	RS.2.3 - Deliver Cycle Time	AG.2.14 - Supplier's/Customer's/Product's Risk Rating
	RS.3.16 - Build Loads Cycle Time	AG.2.15 - Value at Risk (Plan)
	RS.3.18 - Consolidate Orders Cycle Time	AG.2.16 - Value at Risk (Source)
	RS.3.46 - Install Product Cycle Time	AG.2.17 - Value at Risk (Make)
	RS.3.51 - Load Product & Generate Shipping Documentation Cycle Time	AG.2.18 - Value at Risk (Deliver)
	RS.3.95 - Pack Product Cycle Time	AG.2.19 - Value at Risk (Return)
	RS.3.96 - Pick Product Cycle Time	
	RS.3.102 - Receive & Verify Product by Customer Cycle Time	
	RS.3.110 - Receive Product from Source or Make Cycle Time	
	RS.3.111 - Receive, Configure, Enter, & Validate Order Cycle Time	
	RS.3.116 - Reserve Resources and Determine Delivery Date Cycle Time	
	RS.3.117 - Route Shipments Cycle Time	
	RS.3.120 - Schedule Installation Cycle Time	
	RS.3.124 - Select Carriers & Rate Shipments Cycle Time	
	RS.3.126 - Ship Product Cycle Time	
	RS.2.4 - Delivery Retail Cycle Time	
	RS.3.17 - Checkout Cycle Time	
	RS.3.32 - Fill Shopping Cart Cycle Time	
	RS.3.34 - Generate Stocking Schedule Cycle Time	
	RS.3.97 - Pick Product from Backroom Cycle Time	
	RS.3.109 - Receive Product at Store Cycle Time	
	RS.3.129 - Stock Shelf Cycle Time	

Figura 1.3. Metrice SCOR, parte 1 (Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0)

Supply Chain Costs	Supply Chain Asset Management
CO.1.1 - Supply Chain Management Cost	AM.1.1 - Cash-to-Cash Cycle Time
CO.2.1 - Cost to Plan	AM.2.1 - Days Sales Outstanding
CO.3.104 - Cost to Plan (Deliver)	AM.2.2 - Inventory Days of Supply
CO.3.105 - Cost to Plan (Make)	AM.3.45 - Inventory Days of Supply (Finished Goods)
CO.3.106 - Cost to Plan (Return)	AM.3.16 - Inventory Days of Supply (Raw Material)
CO.3.107 - Cost to Plan (Source)	AM.3.17 - Inventory Days of Supply (WP)
CO.3.108 - Cost to Plan Supply Chain	AM.3.23 - Recycle Days of Supply
CO.2.2 - Cost to Source	AM.3.26 - Percentage Defective Inventory
CO.3.27 - Cost to Authorize Supplier Payment	AM.3.37 - Percentage Excess Inventory
CO.3.115 - Cost to Receive Product	AM.3.44 - Percentage Unserviceable MRO Inventory
CO.3.126 - Cost to Schedule Product Deliveries	AM.2.3 - Days Payable Outstanding
CO.3.137 - Cost to Transfer Product	AM.1.2 - Return on Supply Chain Fixed Assets
CO.3.138 - Cost to Verify Product	AM.2.5 - Supply Chain Fixed Assets
CO.2.3 - Cost to Make	AM.3.11 - Fixed Asset Value (Deliver)
CO.2.4 - Cost to Deliver	AM.3.18 - Fixed Asset Value (Make)
CO.3.163 - Order Management Costs	AM.3.20 - Fixed Asset Value (Plan)
CO.3.200 - Order Delivery Costs	AM.3.24 - Fixed Asset Value (Return)
CO.2.5 - Cost to Return	AM.3.27 - Fixed Asset Value (Source)
CO.3.181 - Cost to Source Return	AM.1.3 - Return on Working Capital
CO.2.7 - Mitigation Cost (\$)	AM.2.6 - Accounts Payable (Payables Outstanding)
CO.3.178 - Risk Mitigation Costs (Deliver)	AM.2.7 - Accounts Receivable (Sales Outstanding)
CO.3.179 - Risk Mitigation Costs (Make)	AM.2.8 - Inventory
CO.3.180 - Risk Mitigation Costs (Plan)	
CO.3.181 - Risk Mitigation Costs (Return)	
CO.3.182 - Risk Mitigation Costs (Source)	
CO.1.2 - Cost of Goods Sold	
CO.3.140 - Direct Labor Cost	
CO.3.141 - Direct Material Cost	
CO.3.155 - Indirect Cost Related to Production	

Figura 1.3. Metrice SCOR, parte 2 (Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0)

	Livello	Applicazione	Esempi
In Scope (applicabili ad ogni settore)	1	Sono utilizzati per descrivere ambito e configurazione di alto livello della SC. Lo SCOR ha 5 processi livello 1.	Plan, Source, Make, Deliver e Return.
	2	Sono utilizzati per differenziare le diverse strategie con cui i processi livello 1 possono essere portati avanti. Lo SCOR contiene 26 processi livello 2.	Esempi di processi livello 2 per il Make sono: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Make to Stock ▪ Make to Order ▪ Engineer to Order
	3	Descrivono gli step seguiti per eseguire i processi livello 2. La sequenza con cui vengono eseguiti è rilevante. Lo SCOR contiene 185 processi livello 3.	Esempi di processi livello 3 per il Make to Order sono: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schedule Production Activities ▪ Issue Product ▪ Produce and Test ▪ Package ▪ Stage ▪ Dispose Waste ▪ Release Product
Fuori Scope (specifici di un certo settore)	4	Descrivono attività industry-specific richieste per eseguire i processi livello 3. Fanno quindi riferimento alla loro implementazione di dettaglio. Lo SCOR non li classifica. Le organizzazioni identificano i propri processi livello 4.	Esempi di processi livello 4 relativi ad Issue Product per l'industria dell'elettronica sono: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Print Pick List ▪ Pick Items (Bin) ▪ Deliver Bin to Production Cell ▪ Return Empty Bins to Pick Area ▪ Close Pick Order

Tabella 1.6. Livelli di Processo SCOR (Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0)

I cinque processi principali individuati dallo SCOR sono:

➤ **Plan (P)**

Tale processo descrive le attività di pianificazione associate all'operatività di una SC. Include la raccolta requisiti del cliente, la raccolta informazioni utilizzando le risorse disponibili, bilanciamento richieste/risorse per la pianificazione della capacità e l'individuazione dei gap di risorse, l'allineamento della pianificazione di SC con quella finanziaria.

➤ **Source (S)**

Tale processo include ordinazione (o schedulazione degli ordini) e la ricezione di beni e servizi. Nel dettaglio si hanno emissione ordini di acquisto, schedulazione consegne, ricezione, controllo in accettazione e stoccaggio, accettazione fattura del fornitore (autorizzazione di pagamento).

➤ **Make (M)**

Tale processo descrive le attività associate alla trasformazione dei beni in ingresso (o anche all'erogazione di un servizio). È focalizzato sulla trasformazione piuttosto che sulla

produzione per mantenere generalità: si riferisce a tutte le trasformazioni di materiali possibili (assemblaggio, processamento chimico, manutenzione, riparazione, riciclaggio, etc.). La linea guida per identificare un processo Make è il poter identificare in modo chiare gli item in input da quelli in output.

➤ **Deliver**

Tale processo descrive le attività associate alla preparazione e soddisfacimento degli ordini cliente. Include ricezione e validazione dell'ordine; schedulazione della consegna; pick, pack e spedizione; fatturazione.

➤ **Return (R)**

Tale processo descrive le attività associate al flusso inverso dei prodotti (dal cliente all'impresa di riferimento o da essa verso i propri fornitori). Include l'identificazione della necessità di un flusso ritorno (prodotti difettosi, prodotti ricevuti in quantità superiore a quanto ordinato), autorizzazione alla restituzione, schedulazione e spedizione della consegna. Riparazione in caso di prodotti difettosi, smaltimento e re-manufacturing non fanno parte del Return, ma bensì del Make.

Un ulteriore livello di dettaglio è rappresentato dalla possibilità di classificare i processi (di livello 2) in tre diverse tipologie:

<i>Planning</i>	Processi necessari ad allineare l'allocazione delle risorse alla domanda attesa
	I processi di pianificazione coinvolgono: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bilancio domanda e offerta aggregata ➤ Vengono eseguiti ad intervalli regolari, periodici ➤ Fanno riferimento ad orizzonti di pianificazione consistenti ➤ Contribuiscono al tempo di risposta della SC
<i>Execution</i>	Processi innescati dalla domanda pianificata o effettiva, e che vanno a cambiare lo stato dei beni
	I processi esecutivi coinvolgono: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Schedulazione/sequenziamento ➤ Trasformazione e/o movimentazione Contribuiscono al tempo ciclo di soddisfacimento dell'ordine (order fulfillment cycle time)
<i>Enable</i>	Processi che preparano, mantengono o gestiscono informazioni/relazioni su cui si basano i processi di pianificazione ed esecuzione.

Tabella 1.7. Tipologie di Processi Livello 2 (Supply Chain Council, SCOR Model Overview 10.0)

Viene nel seguito presentata la tassonomia completa dei processi SCOR. A partire dai cinque processi principali (processi livello 1) si può osservare la loro decomposizione in complessivamente 26 processi livello 2 (evidenziati in nero, grigio per la tipologia *Enable*), ed infine per ogni processo livello 2 la scomposizione/sequenziamento in attività (livello 3).

La numerazione è di fatto convenzionale per i processi livello 2 (ad esempio Make to Stock M1, Make to Order M2), mentre per il livello 3 si segue la sequenzialità delle fasi.

Riprendendo ad esempio il caso del Make to Stock M1, si hanno: M1.1 Schedule Production Activities; M1.2 Issue Product; M1.3 Produce and Test; M1.4: Package; M1.5 Stage Product; M1.6 Release Product; M1.7 Waste Disposal.

sP PLAN					sS SOURCE		
sP1 Plan Supply Chain	sP2 Plan Source	sP3 Plan Make	sP4 Plan Deliver	sP5 Plan Return	sS1 Source Stocked Product	sS2 Source Make-to-Order Product	sS3 Source Engineer-to-Order Product
<p>sP1.1: Identify, Prioritize, and Aggregate Supply Chain Requirements</p> <p>sP1.2: Identify, Prioritize, and Aggregate Supply Chain Resources</p> <p>sP1.3: Balance Supply Chain Resources with Supply Chain Requirements</p> <p>sP1.4: Establish and Communicate Supply Chain Plans</p>	<p>sP2.1: Identify, Prioritize, and Aggregate Product Requirements</p> <p>sP2.2: Identify, Assess, and Aggregate Product Resources</p> <p>sP2.3: Balance Product Resources with Product Requirements</p> <p>sP2.4: Establish Sourcing Plans</p>	<p>sP3.1: Identify, Prioritize, and Aggregate Production Requirements</p> <p>sP3.2: Identify, Assess, and Aggregate Production Resources</p> <p>sP3.3: Balance Production Resources with Production Requirements</p> <p>sP3.4: Establish Production Plans</p>	<p>sP4.1: Identify, Prioritize, and Aggregate Delivery Requirements</p> <p>sP4.2: Identify, Assess, and Aggregate Delivery Resources</p> <p>sP4.3: Balance Delivery Resources with Delivery Requirements</p> <p>sP4.4: Establish Delivery Plans</p>	<p>sP5.1: Identify, Prioritize, and Aggregate Return Requirements</p> <p>sP5.2: Identify, Assess, and Aggregate Return Resources</p> <p>sP5.3: Balance Return Resources with Return Requirements</p> <p>sP5.4: Establish and Communicate Return Plans</p>	<p>sS1.1: Schedule Product Deliveries</p> <p>sS1.2: Receive Product</p> <p>sS1.3: Verify Product</p> <p>sS1.4: Transfer Product</p> <p>sS1.5: Authorize Supplier Payment</p>	<p>sS2.1: Schedule Product Deliveries</p> <p>sS2.2: Receive Product</p> <p>sS2.3: Verify Product</p> <p>sS2.4: Transfer Product</p> <p>sS2.5: Authorize Supplier Payment</p>	<p>sS3.1: Identify Sources of Supply</p> <p>sS3.2: Select Final Supplier(s) and Negotiate</p> <p>sS3.3: Schedule Product Deliveries</p> <p>sS3.4: Receive Product</p> <p>sS3.5: Verify Product</p> <p>sS3.6: Transfer Product</p> <p>sS3.7: Authorize Supplier Payment</p>
sEP Enable Plan					sES Enable Source		
<p>sEP1: Manage Business Rules for Plan Processes</p> <p>sEP2: Manage Performance of Supply Chain</p> <p>sEP3: Manage Plan Data Collection</p> <p>sEP4: Manage Integrated Supply Chain Inventory</p> <p>sEP5: Manage Integrated Supply Chain Capital Assets</p>		<p>sEP6: Manage Integrated Supply Chain Transportation</p> <p>sEP7: Manage Planning Configuration</p> <p>sEP8: Manage Plan Regulatory Requirements and Compliance</p> <p>sEP9: Manage Supply Chain Risk</p> <p>sEP10: Align Supply Chain Unit Plan with Financial Plan</p>			<p>sES.1: Manage Sourcing Business Rules</p> <p>sES.2: Assess Supplier Performance</p> <p>sES.3: Maintain Source Data</p> <p>sES.4: Manage Product Inventory</p> <p>sES.5: Manage Capital Assets</p>		<p>sES.6: Manage Incoming Product</p> <p>sES.7: Manage Supplier Network</p> <p>sES.8: Manage Import/Export Requirements</p> <p>sES.9: Manage Supply Chain Source Risk</p> <p>sES.10: Manage Supplier Agreements</p>

Figura 1.4. Processi SCOR, parte 1 (Supply Chain Council, SCOR Model Overview10.0)

sM MAKE			sD DELIVER				sR RETURN		
sM1 Make-to-Stock	sM2 Make-to-Order	sM3 Engineer-to-Order	sD1 Deliver Stocked Product	sD2 Deliver Make-to-Order Product	sD3 Deliver Engineer-to-Order Product	sD4 Deliver Retail Product	sSR1 Source Return Defective Product	sSR2 Source Return MRO Product	sSR3 Source Return Excess Product
sM1.1: Schedule Production Activities	sM2.1: Schedule Production Activities	sM3.1: Finalize Production Engineering	sD1.1: Process Inquiry and Quote	sD2.1: Process Inquiry and Quote	sD3.1: Obtain and Respond to RFP/RFQ	sD4.1: Generate Stocking Schedule	sSR1.1: Identify Defective Product Condition	sSR2.1: Identify MRO Product Condition	sSR3.1: Identify Excess Product Condition
sM1.2: Issue Product	sM2.2: Issue Product	sM3.2: Schedule Production Activities	sD1.2: Receive, Enter, and Validate Order	sD2.2: Receive, Configure, Enter, and Validate Order	sD3.2: Negotiate and Receive Contract	sD4.2: Receive Product at the Store	sSR1.2: Disposition Defective Product	sSR2.2: Disposition MRO Product	sSR3.2: Disposition Excess Product
sM1.3: Produce and Test	sM2.3: Produce and Test	sM3.3: Issue Product	sD1.3: Reserve Inventory and Determine Delivery Date	sD2.3: Reserve Inventory and Determine Delivery Date	sD3.3: Enter Order, Commit Resources, and Launch Program	sD4.3: Pick Product from Backroom	sSR1.3: Request Defective Product Return Authorization	sSR2.3: Request MRO Return Authorization	sSR3.3: Request Excess Product Return Authorization
sM1.4: Package	sM2.4: Package	sM3.4: Produce and Test	sD1.4: Consolidate Orders	sD2.4: Consolidate Orders	sD3.4: Schedule Installation	sD4.4: Stock Shelf	sSR1.4: Schedule Defective Product Shipment	sSR2.4: Schedule MRO Shipment	sSR3.4: Schedule Excess Product Shipment
sM1.5: Release Product to Deliver	sM2.5: Release Finished Product to Deliver	sM3.5: Stage Finished Product	sD1.5: Build Loads	sD2.5: Build Loads	sD3.5: Build Loads	sD4.5: Fill Shopping Cart	sSR1.5: Return Defective Product	sSR2.5: Return MRO Product	sSR3.5: Return Excess Product
sM1.6: Waste Disposal	sM2.6: Waste Disposal	sM3.6: Waste Disposal	sD1.6: Route Shipments	sD2.6: Route Shipments	sD3.6: Route Shipments	sD4.6: Checkout	sDR1: Deliver Return Defective Product	sDR2: Deliver Return MRO Product	sDR3: Deliver Return Excess Product
			sD1.7: Select Carriers and Rate Shipments	sD2.7: Select Carriers and Rate Shipments	sD3.7: Select Carriers and Rate Shipments	sD4.7: Deliver and/or Install	sDR1.1: Authorize Defective Product Return	sDR2.1: Authorize MRO Product Return	sDR3.1: Authorize Excess Product Return
			sD1.8: Receive Product from Source or Make	sD2.8: Receive Product from Source or Make	sD3.8: Receive Product from Source or Make		sDR1.2: Schedule Defective Return Receipt	sDR2.2: Schedule MRO Return Receipt	sDR3.2: Schedule Excess Return Receipt
			sD1.9: Pick Product	sD2.9: Pick Product	sD3.9: Pick Product		sDR1.3: Receive Defective Product (Includes Verify)	sDR2.3: Receive MRO Product	sDR3.3: Receive Excess Product
			sD1.10: Pack Product	sD2.10: Pack Product	sD3.10: Pack Product		sDR1.4: Transfer Defective Product	sDR2.4: Transfer MRO Product	sDR3.4: Transfer Excess Product
			sD1.11: Load Vehicle and Generate Shipping Docs	sD2.11: Load Product and Generate Shipping Docs	sD3.11: Load Product and Generate Shipping Docs				
			sD1.12: Ship Product	sD2.12: Ship Product	sD3.12: Ship Product				
			sD1.13: Receive and Verify Product by Customer	sD2.13: Receive and Verify Product by Customer	sD3.13: Receive and Verify Product by Customer				
			sD1.14: Install Product	sD2.14: Install Product	sD3.14: Install Product				
			sD1.15: Invoice	sD2.15: Invoice	sD3.15: Invoice				
sEM Enable Make			sED Enable Deliver				sER Enable Return		
sEM.1: Manage Production Rules	sEM.6: Manage Transportation (WIP)		sED.1: Manage Deliver Business Rules	sED.6: Manage Transportation		sER.1: Manage Business Rules for Return Processes	sER.6: Manage Return Transportation		
sEM.2: Manage Production Performance	sEM.7: Manage Production Network		sED.2: Assess Delivery Performance	sED.7: Manage Product Life Cycle		sER.2: Manage Performance of Return Processes	sER.7: Manage Return Network Configuration		
sEM.3: Manage Make Information	sEM.8: Manage Make Regulatory Environment		sED.3: Manage Deliver Information	sED.8: Manage Import/Export Requirements		sER.3: Manage Return Data Collection	sER.8: Manage Return Regulatory Requirements and Compliance		
sEM.4: Manage In-Process Products (WIP)	sEM.9: Manage Supply Chain Make Risk		sED.4: Manage Finished Goods Inventory	sED.9: Manage Supply Chain Deliver Risk		sER.4: Manage Return Inventory	sER.9: Manage Supply Chain Return Risk		
sEM.5: Manage Make Equipment and Facilities			sED.5: Manage Deliver Capital Assets			sER.5: Manage Return Capital Assets			

Figura 1.4. Processi SCOR, parte 2 (Supply Chain Council, SCOR Model Overview10.0)

1.4.1.4 SCOR Best Practices

Una best practice è una modalità “unica” con cui vengono configurati/eseguiti processi o set di processi. L’unicità può essere relativa all’automazione, ad una certa tecnologia, ad opportune skills applicate, ad una particolare sequenza con cui il processo è eseguito, alla metodologia con cui distribuire e connettere processi tra organizzazioni. La valenza di una certa prassi operativa può differire tra industry diverse: per un certo settore potrebbe essere la consuetudine, per un altro un’innovazione che consente di ottenere vantaggio competitivo.

La sezione SCOR Best Practices contiene pratiche manageriali, soluzioni software ed altri aspetti utili selezionati da professionisti provenienti da un ampio range di settori industriali. Il loro utilizzo riguarda non soltanto l’ottimizzazione di SC, ma anche la gestione ambientale (GreenSCOR) ed il risk management. Quest’ultimo rappresenta la sistematica identificazione, valutazione e mitigazione di potenziali fattori che possono influire negativamente sulle performance del network logistico (questo è l’approccio SCOR, a rigore un processo di gestione del rischio completo dovrebbe considerare anche le potenziali opportunità, le quali possono invece avere impatti positivi sulla SC). I fattori di rischio possono essere interni alla SC (problemi di Qualità, fornitori non affidabili, breakdown impianti, incertezza sulla domanda) o esterni (problematiche climatiche/naturali, scioperi dei lavoratori, (cyber)terrorismo). Entrambe le categorie devono naturalmente essere tenute in considerazione in un approccio multifase al SC risk management.

Le linee guide fornite sono di fatto allineate alle teorie di Project Management. Nello specifico:

<i>Establish Context</i>	Definire e documentare obiettivo e ambito del processo di risk management in atto.
<i>Identify Risk</i>	Identificare e documentare tutti i potenziali eventi di rischio che possono impedire all’organizzazione di conseguire i propri obiettivi.
<i>Assess Risk</i>	Identificare e documentare per ogni rischio potenziale cause, probabilità ed impatti (stima del Value at Risk).
<i>Evaluate Risk</i>	Determinare per ogni rischio se sono richieste azioni di mitigazione o se invece è accettabile; prioritizzazione dei rischi.
<i>Mitigate Risk</i>	Determinazione delle azioni richieste per eliminare, ridurre o accettare e monitorare i rischi (Risk Mitigation Plan)
<i>Monitor Risk</i>	Monitoraggio continuo del Mitigation Plan; identificazione rischi emergenti e cambiamenti nel contesto interno ed esterno.

Tabella 1.8. Fasi del SC Risk Management (Supply Chain Council, SCOR Model Overview10.0)

1.4.2 LogistiQual

Il LogistiQual (Grimaldi e Rafele, 2007) è un framework per la misura delle performance di Supply Chain ispirato al più generale modello PZB o SERVQUAL (Parasuraman et al., 1985), uno dei più rilevanti modelli per la misura della Qualità di un generico servizio (per cui adatto anche al servizio logistico).

Secondo il modello PZB, al fine di valutare in modo completo la Qualità di un servizio devono essere considerati i seguenti fattori (o dimensioni):

- Aspetti tangibili (impianti, attrezzature, personale e comunicazione);
- Affidabilità (capacità di eseguire il servizio in modo conforme a quanto concordato);
- Capacità di risposta (disponibilità ad aiutare i clienti in modo rapido);
- Capacità di rassicurazione (conoscenza e cortesia del personale, e loro capacità di veicolare ai clienti fiducia e sicurezza);
- Empatia (attenzione individuale al cliente).

Il LogistiQual rappresenta un framework ordinato in cui collocare i singoli indicatori logistici; in altri termini una loro tassonomia. Partendo dalle cinque dimensioni del modello PZB, gli autori hanno identificato tre macro-classi: Componenti Tangibili, Modalità Esecutive, Azioni Informative.

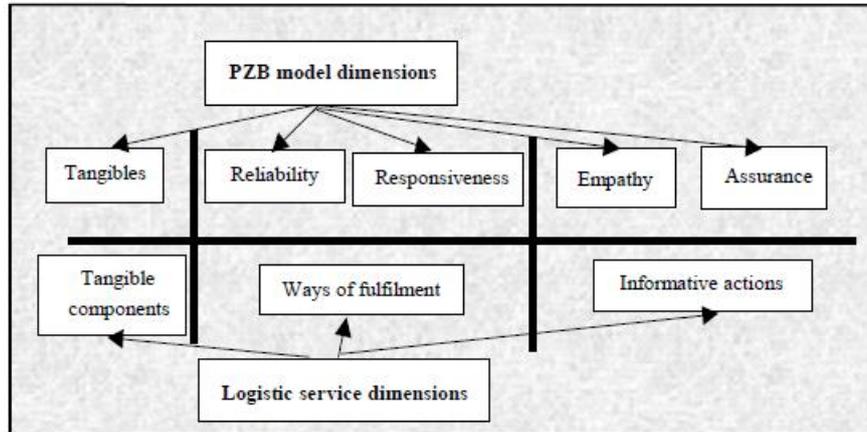


Figura 1.5. Confronto da tra le dimensioni del PZB e del LogistiQual (Grimaldi, Rafele; 2007)

Ogni macro-classe è suddivisa in sottoclassi, che identificano le caratteristiche specifiche del servizio:

- *Componenti Tangibili.* Fa riferimento a mezzi e risorse utilizzati nell'erogazione del servizio. Nello specifico: Mezzi Interni (mezzi di movimentazione e stoccaggio merci in magazzino), Mezzi Esterni (mezzi per il trasporto merci), Personale, Scorte/Disponibilità (materie prime, semilavorati e prodotti finiti e loro disponibilità nei singoli step del processo).
- *Modalità Esecutive.* Include modalità e parametri rilevanti nell'erogazione del servizio: Flessibilità (capacità dell'impresa di eseguire variazioni negli ordini schedulati); Cura del Servizio (parametri rilevanti in un processo di fornitura quali puntualità, regolarità,

- correttezza, completezza); Condizioni di fornitura (aspetti pratici del processo di fornitura quali frequenza delle consegne, quantità spedite); Lead Time (durata dell'attività di Delivery).
- *Azioni Informative*. Fa riferimento alla comunicazione coi clienti. Nello specifico: Marketing (informazioni su prodotti e condizioni di vendita); Gestione Ordini (controlli su flusso ordini e comunicazioni interne); Post-Vendita (relazioni coi clienti per risolvere problematiche/bisogni); E-information (gestione e controllo degli ordini tramite e-network). Le sottoclassi Forecasting e Comunicazione Interna, non rappresentate in modo esplicito nella prima versione del modello, sono successivamente state inserite a valle del suo processo di validazione.

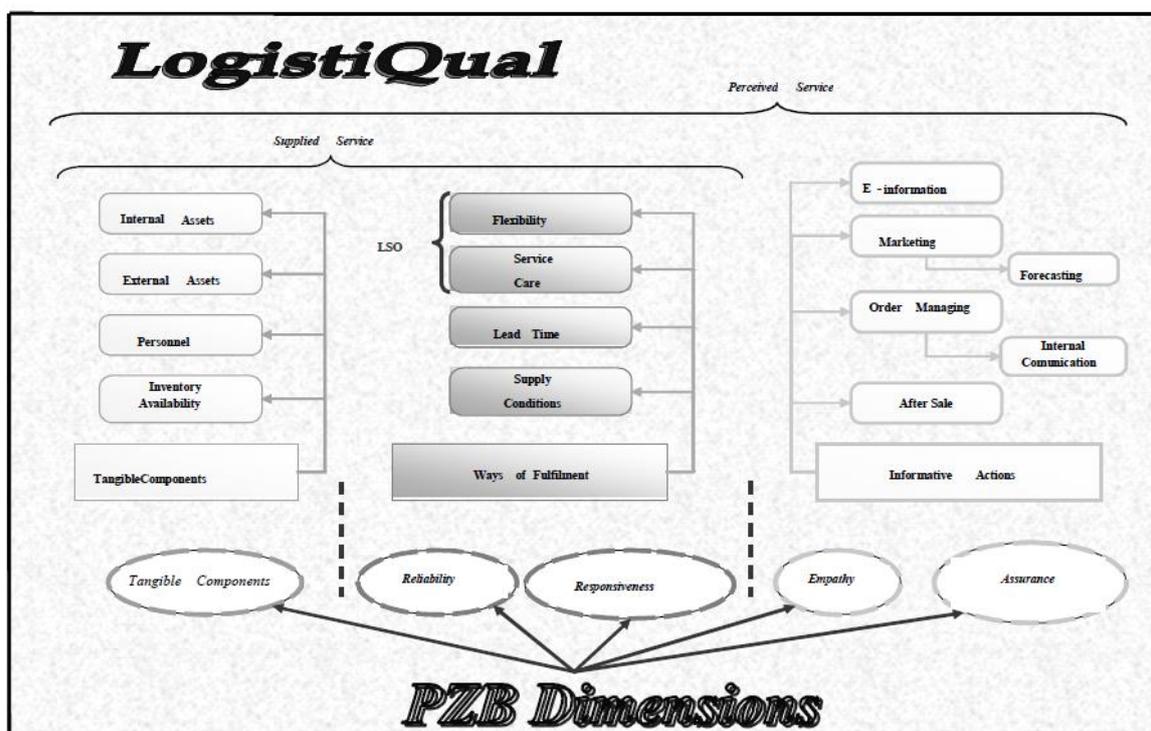


Figura 1.6. Modello LogistiQual per la misura del livello di Qualità del servizio logistico (Grimaldi, Rafele; 2007)

L'applicazione del LogistiQual alla Supply Chain ne richiede un adattamento/estensione al fine di consentire la misurazione delle performance dell'intera Supply Chain. A tal scopo, si ipotizzi che i KPI più idonei siano già stati selezionati per l'impresa N (impresa di riferimento o "Focus Company"), le cui performance devono essere misurate attraverso il LogistiQual. Tali indicatori possono essere utilizzati in modo speculare per valutare sia le performance dell'impresa N, come fornitore del servizio all'impresa N+1, che per l'impresa N-1.

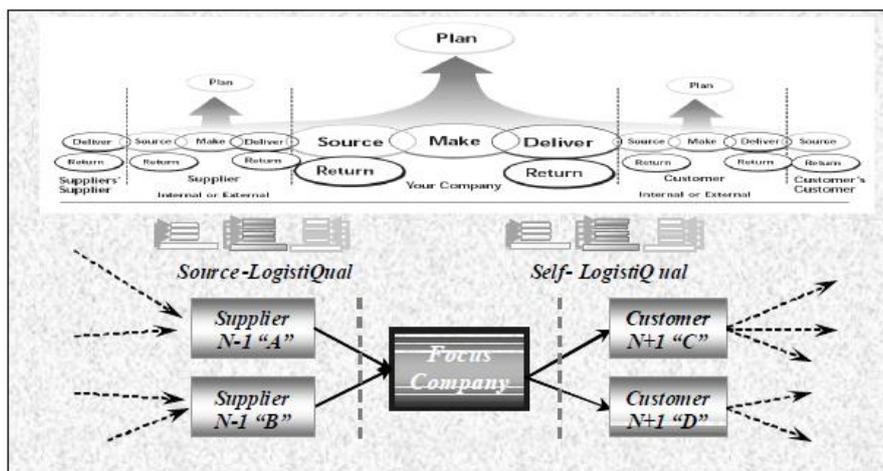


Figura 1.7. Applicazione del LogistiQual alla Supply Chain (Grimaldi, Rafele; 2007)

Per chiarire lo schema in cui il modello LogistiQual è utilizzato è opportuno introdurre due diversi Framework per la misura delle performance logistiche. Il primo, chiamato “Self-LogistiQual”, è orientato verso i clienti; l’altro, il “Source-LogistiQual”, utilizzato per valutare la fornitura in ingresso. Più precisamente:

- *Self-LogistiQual*: l’impresa N applica il LogistiQual per la misura delle proprie performance, ovvero la qualità del servizio logistico offerto al proprio cliente (impresa N+1 della Supply Chain).
- *Source-LogistiQual*: l’impresa N applica il LogistiQual considerando sé stessa come cliente del proprio fornitore (impresa N-1 della Supply Chain), valutando la qualità del servizio da esso offerto.

Per quanto il LogistiQual possa efficacemente essere utilizzato nell’analisi delle performance in ogni “collegamento” della SC, il suo adattamento alla valutazione dell’intera catena presenta comunque una problematica rilevante: gli attori della SC potrebbero non essere disposti a cooperare o condividere informazioni dettagliate, soprattutto riguardo i costi; rendendo necessario effettuare stime attraverso esperti, in collaborazione col proprio management.

1.4.3 Confronto SCOR - LogistiQual

È utile mettere a confronto le categorie di indicatori presentate nel LogistiQual con lo schema del modello SCOR, il quale rappresenta un fondamentale elemento di standardizzazione in merito alle definizioni di processi, best practice, tecnologie e soprattutto metriche operative (indicatori).

Il numero di indicatori complessivamente proposti dallo SCOR è molto elevato (oltre 200), non tutti però hanno la stessa rilevanza per una data impresa che opera in un dato settore: l’impresa deve pertanto selezionare gli indicatori ritenuti più rilevanti (indicatori chiave, KPI), i quali dovrebbero essere allineati con i Fattori Critici di Successo (Critical Success Factors, CSF) della propria

organizzazione. Il LogistiQual offre un framework di riferimento in cui andare ad organizzarli, avendo l'obiettivo di tenere in considerazione ogni aspetto del servizio logistico offerto ai propri clienti.

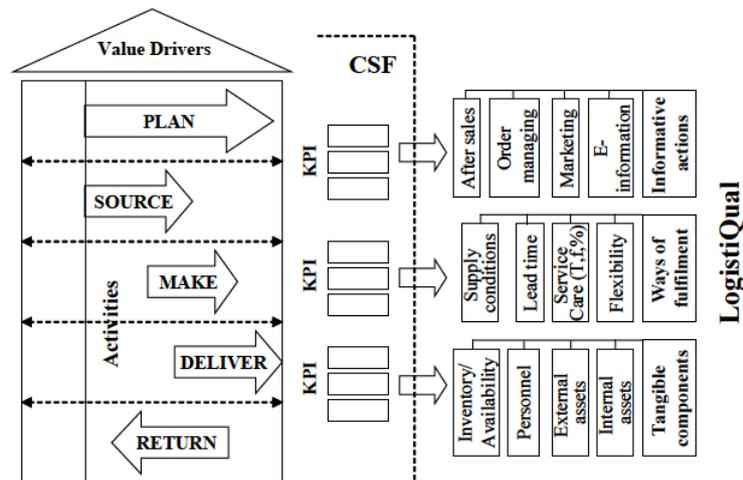


Figura 1.8. Metriche operative dei processi dello SCOR nel LogistiQual (Grimaldi, Rafele; 2007)

La maggior parte delle metriche operative dello SCOR sono costruite considerando il passaggio da un nodo al successivo della SC (da impresa di riferimento a cliente). In tale prospettiva, gli indicatori dei processi SCOR possono essere utilizzati nel Self-LogistiQual. D'altra parte, diversi indicatori, specialmente quelli appartenenti ai processi Source e Return, sono utilizzati per valutare le performance dei propri fornitori e pertanto possono essere utilizzati nel Source-LogistiQual.

Gli autori hanno individuato come si distribuiscono in termini percentuali gli indicatori dei processi SCOR nelle classi e sottoclassi del LogistiQual.

Nella parte 1 della Tabella seguente viene presentata la distribuzione percentuale delle metriche nelle diverse classi e sottoclassi LogistiQual. Tutte le metriche SCOR possono essere allocate nelle classi LogistiQual (motivo per cui per aggregazione si ottiene il 100%). Si può notare la netta prevalenza della classe Modalità Esecutive (55.09%), dovendo però evidenziare la quasi assenza (1.27%) di indicatori riferiti alle frequenze di consegna, volumi e unità consegnate, packaging e procedure di spedizione (sottoclasse Condizioni di Fornitura).

Nella parte 2 della Tabella viene invece evidenziata la suddivisione percentuale degli indicatori SCOR, allocati in una certa classe LogistiQual, in termini di Processo a cui fanno riferimento. Si può notare come il Make prevalga per quanto concerne la classe Componenti Tangibili (35.09%), il Source in Modalità Esecutive (34.62%), a causa degli indici di Vendor Rating, mentre il Return prevalga nella classe Azioni Informative (30.61%), soprattutto a causa del Post-Vendita (i cui indicatori sono pressoché tutti riferiti al Return).

I dati in Tabella evidenziano come il LogistiQual copra tutti gli aspetti della logistica operativa in una SC, e perciò sia sufficientemente flessibile per essere utilizzato in diversi settori industriali.

Classe LogistiQual	Sottoclasse LogistiQual	% metriche per sottoclasse	% metriche per classe
Componenti Tangibili	Mezzi Interni	6.36	24.15
	Mezzi Esterni	3.87	
	Personale	3.75	
	Scorte/Disponibilità	10.17	
Modalità Esecutive	Flessibilità	19.07	55.09
	Cura del Servizio	19.92	
	Condizioni di Fornitura	1.27	
	Lead Time	14.83	
Azioni Informative	Marketing e Forecasting	0.85	20.76
	Gestione Ordini e Comunicazione Interna	8.05	
	Post-Vendita	6.36	
	E-information	5.51	

Tabella 1.9. Distribuzione delle percentuali delle metriche SCOR nel LogistiQual, parte 1 (adattamento da Grimaldi, Rafele; 2007)

Classe LogistiQual	Processo SCOR	% per processo/classe
Componenti Tangibili	Plan	21.05
	Source	15.79
	Make	35.09
	Deliver	22.81
	Return	5.26
Modalità Esecutive	Plan	8.46
	Source	34.62
	Make	25.38
	Deliver	20.00
	Return	11.54
Azioni Informative	Plan	8.16
	Source	20.41
	Make	12.24
	Deliver	28.58
	Return	30.61

Tabella 1.9. Distribuzione delle percentuali delle metriche SCOR nel LogistiQual, parte 2 (adattamento da Grimaldi, Rafele; 2007)

1.4.4 Utilizzo della Balanced Scorecard per la misura delle performance di SC

L'idea di un cruscotto "bilanciato" per la gestione delle performance (Kaplan, Norton; 1992), che sia in grado di tradurre la strategia aziendale in misure quantitative e soprattutto di affiancare alle misure finanziarie tradizionali (retrospettive e di breve periodo) anche misure di diversa natura (orientate al lungo periodo) ha sicuramente rappresentato un punto di svolta nell'ambito del performance management, sia in termini pratici che accademici.

Nel presente lavoro, ad una descrizione completa del framework BSC, di valenza del tutto generale ed applicabile alla gestione delle performance sostanzialmente di ogni organizzazione, si preferisce la discussione di una sua integrazione con l'ambito Supply Chain Management proposta da Brewer e Speh (Brewer, Speh, 2000).

Gli autori partono dalla proposta del seguente framework di SCM:

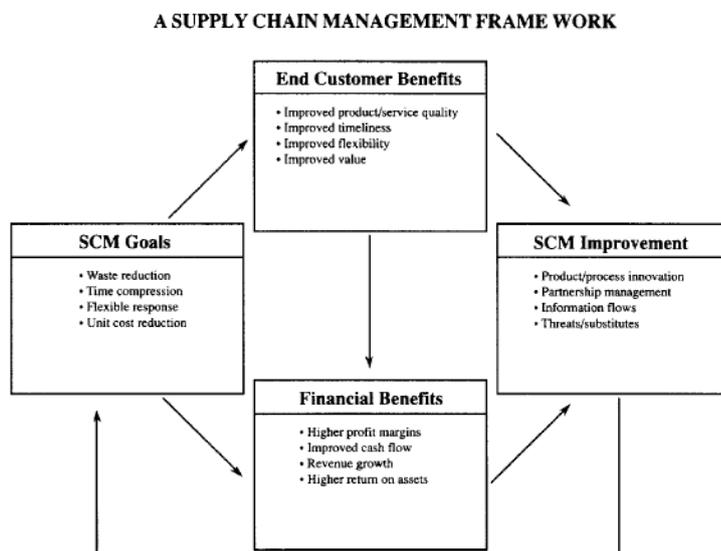


Figura 1.9. SCM Framework (Brewer, Speh; 2000)

L'aspetto ritenuto critico per il miglioramento delle performance di SC è l'integrazione e la cooperazione non soltanto intra-aziendale (tra funzioni) ma soprattutto interaziendale (tra imprese della catena). Soltanto la prima è ritenuta necessaria, ma non sufficiente.

Gli obiettivi principali del SCM individuati sono:

- **Riduzione degli scarti:** perseguita minimizzando duplicazioni (es. centralizzazione delle scorte, demand planning unificato), armonizzando operations e sistemi (es. in termini di attrezzature di magazzino ed integrazione di sistemi informativi), rafforzando la qualità.
- **Compressione dei tempi:** riduzione del tempo ciclo order-to-delivery. Ciò porta a ridurre gli inventari e velocizza il cash-to-cash cycle per tutti i membri della catena. È richiesto non soltanto un efficientamento dei flussi fisici, ma anche informativi.
- **Flessibilità:** capacità di soddisfare le richieste uniche dei clienti (in termini di varietà dei prodotti, dimensioni ordini, customizzazioni prodotti/packaging) in un modo economicamente efficiente.

- **Riduzione costi unitari:** perseguire l'efficienza, tenendo conto del trade-off con il livello di servizio. Riduzione delle scorte complessive della catena e delle movimentazioni dei prodotti, consolidamento delle spedizioni, coordinamento delle campagne promozionali rientrano in tale ambito.

Una SC che consegue tali obiettivi creerà benefici tangibili per i clienti finali, e facendo fluire il valore creato tra tutti gli attori miglioreranno anche le performance finanziarie in tutti gli stadi della catena. Si osserva una riduzione dei costi di trasporto, di processamento degli ordini, di gestione del magazzino, un miglioramento dei cash flow ed anche una crescita dei ricavi (*McGrath, Pittiglio, 1997; Quinn, 1997*).

La prospettiva di miglioramento del SCM introduce la dinamicità nel framework, riconoscendo la necessità di continuare a migliorarsi/innovare per garantire profittabilità futura. Re-design dei prodotti, condivisione della conoscenza e competenze lungo la catena, miglioramento continuo dei flussi informativi rientrano in tale contesto, al pari di un'analisi strategica del settore (identificazione di minacce/prodotti sostitutivi, che ridefiniscono il modo in cui il valore viene percepito dal cliente finale).

1.4.4.1 L'approccio Balance Scorecard alla misura delle performance

L'approccio balance scorecard ha lo scopo di tradurre la strategia aziendale in un set di misure di performance coerente con il raggiungimento degli obiettivi definiti. *Kaplan e Norton (1992)*, al fine di ottenere un framework bilanciato, propongono l'utilizzo di quattro prospettive: processi interni, cliente, innovazione e apprendimento, aspetti finanziari. L'obiettivo è quello di evitare di enfatizzare l'utilizzo di metriche finanziarie di breve periodo e retrospettive, incorporando misure riferite alla capacità dell'impresa di creare valore in futuro.

La prospettiva cliente include misure quali la customer retention, la qualità (percepita) del prodotto/servizio, tempo di risposta, flessibilità. La prospettiva processi interni include misure di qualità "interne" (difettosità in p.p.m.), throughput, tempo ciclo, misure di costo (costo di produzione, costo delle attività non a valore aggiunto). La prospettiva innovazione/apprendimento include misura quali il tempo di sviluppo nuovi prodotti, % vendite da nuovi prodotti, tasso di miglioramento dei processi. In genere questa prospettiva include anche misure inerenti alle risorse umane, viste come driver di innovazione e miglioramento. Performance ottime in tali prospettive non garantiscono sempre performance finanziarie eccellenti: il fatto che effettivamente non sia così evidenzia errori in termini di formulazione e implementazione della strategia, oltre che la scarsa comprensione di quali indicatori non finanziari siano direttamente correlati alle performance finanziarie.

THE BALANCED SCORECARD FRAMEWORK

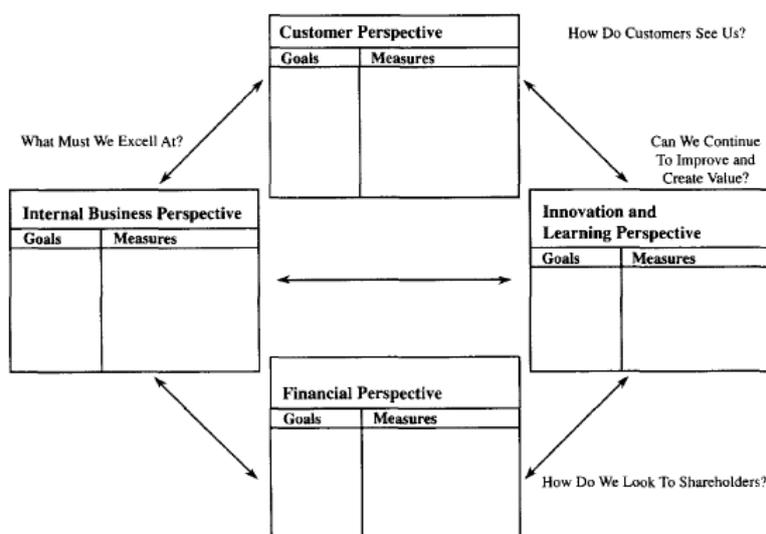


Figura 1.10. BSC Framework (Brewer, Speh; 2000)

1.4.4.2 Collegamento BSC – SC Performance

L'obiettivo degli autori è quello di collegare il framework BSC agli obiettivi primari del SCM.

In linea generale viene sottolineato come lo scorecard "interno" (singola o impresa o addirittura singola funzione) debba evolvere per includere partnership e legami inter-funzionali.

Il legame concettuale tra i framework di SC e BSC, e l'applicazione concreta del BSC alla SC vengono mostrati nel seguito.

LINKING THE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT FRAMEWORK TO THE BALANCED SCORECARD

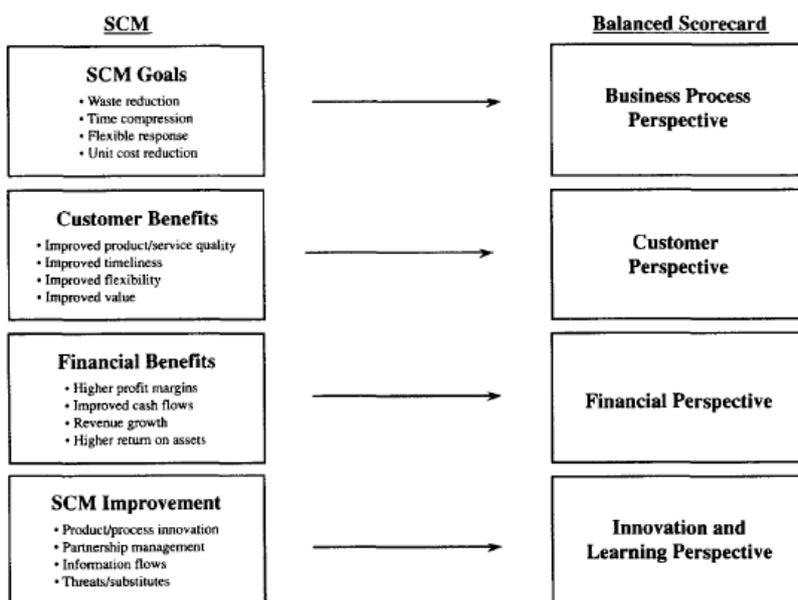


Figura 1.11. Collegamento framework SC e BSC (Brewer, Speh; 2000)

A SUPPLY CHAIN BALANCED SCORECARD FRAMEWORK

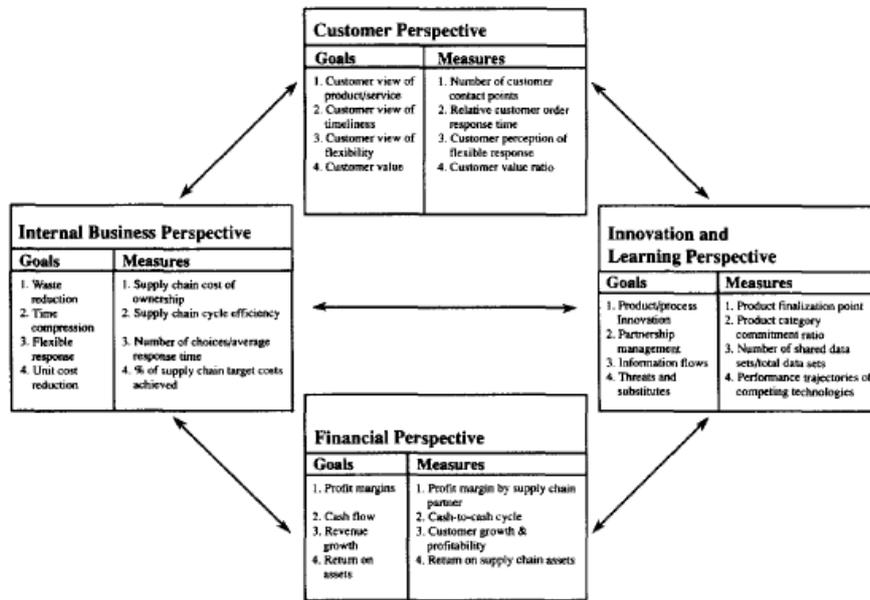


Figura 1.12. SC Balance Scorecard Framework (Brewer, Speh; 2000)

Vengono complessivamente proposte 16 metriche nel framework combinato, una per ogni punto della Figura 1.12. La lista, nell'idea degli autori, non è esaustiva; ma serviva solo come punto di partenza per un suo futuro arricchimento.

- **Prospettiva Cliente.** Gli indicatori proposti sono: *number of customer contact points* (con quante persone il cliente deve interagire, idealmente una); *relative customer order response time* (comparazione del tempo per rispondere a un ordine cliente rispetto allo stesso per una SC concorrente ed un ordine comparabile, oppure confrontato rispetto ad un world-class standard); *customer perception of flexible response* (come il cliente percepisce la relazione tra customizzazione desiderata e tempo di risposta); *customer value ratio* (percezione del cliente delle performance di SC in termini di qualità, tempo e flessibilità, rispetto ai costi sostenuti).
- **Prospettiva Processi Interni.** Gli indicatori proposti sono: *SC cost of ownership* (costi associati ad ordinazione, trasporto, controllo qualità in ingresso, mantenimento a scorta, scarti, rilavorazioni etc.); *Supply Chain cycle efficiency* (Tempo a valore aggiunto/tempo totale, eventualmente calcolato anche per la singola funzione per mettere in luce le inefficienze); *number of choices/average response time* (il numero di scelte offerte al cliente si può riferire a pallet, configurazione ordini, sku); *% of SC target costs achieved* (evidenzia se i miglioramenti in ambiti non finanziari si traducono o meno in un abbassamento dei costi).
- **Prospettiva Innovazione e apprendimento.** Gli indicatori proposti sono: *product finalization point* (rappresenta sostanzialmente il decoupling point della strategia di SC, potendosi avvicinare alla logica pull se il tempo per la finalizzazione e spedizione del prodotto

è limitato); *product category commitment ratio* (misura il livello di partnership, così come l'esposizione al rischio in una relazione di SC, tramite il rapporto tra la % che un cliente rappresenta nella vendita di una certa categoria prodotto e la % che l'acquisto da quel fornitore rappresenta per il cliente rispetto al suo approvvigionamento complessivo); *number of shared datasets/total datasets* (i dati informativi a cui ci si riferisce sono previsioni di domanda, vendite effettive, schedule di produzione, piani promozionali, customer targets etc.); *performance trajectories of competing technologies* (monitoring delle tecnologie/prodotti dei competitors che possono ridefinire il valore percepito dai clienti, e successivo stima del tasso di miglioramento delle loro performance).

- **Prospettiva Finanziaria.** Gli indicatori proposti sono: *profit margin by SC partner* (% dei profitti di SC guadagnati da ogni attore della SC); *cash to cash cycle* (tempo medio per “convertire” 1€ speso in materie prime, salari etc. in 1€ incassato dalla vendita del prodotto finito); *customer sales growth and profitability* (vendite e profitti relativi al singolo cliente); *return on supply chain assets* (rapporto tra profitti e capitale investito in asset di SC).

1.5 Problematiche e sfide del Supply Chain Performance Management

Il monitoraggio e più in generale la gestione delle performance di Supply Chain presentano una serie di problematiche ancora oggi irrisolte. Non è semplice fornirne un quadro esaustivo, in quanto riguardano tematiche ed aspetti molto variegati: metodi per selezionare framework e specifici indicatori da utilizzare, definizione di misure di performance multi-funzione e multi-impresa, complessità di SC e analisi delle relazioni esistenti tra gli indicatori di diversa natura (es. economici e logistici), problematiche tecniche legate alle infrastrutture IT per la condivisione di dati tra imprese, criticità riguardanti non la progettazione ma bensì l'implementazione e la “manutenzione” (cioè il miglioramento continuo) dei sistemi di misura, problematiche riferite all'integrazione e coordinamento tra imprese in logica Supply Chain.

A tali aspetti, che possono ritenersi in un certo senso dei gap “consolidati”, vanno poi ad aggiungersi i cambiamenti significativi che la raccolta, l'interpretazione e l'utilizzo dei dati stanno vivendo a causa di IA e Business Intelligence. Questi ultimi verranno affrontati nei successivi capitoli del presente lavoro di tesi.

INFORMATION SHARING E COLLABORAZIONE

La problematica chiave alla base del performance management e più in generale di tutto il SCM è la collaborazione/integrazione tra imprese della catena. La visione di sistema dovrebbe prevalere sull'ottimizzazione locale. La collaborazione dipende dalla fiducia, potere contrattuale e dal livello di commitment nella relazione commerciale. Basando la relazione sulla fiducia e sul mutuo beneficio e facendola adeguatamente evolvere nel tempo possono svilupparsi capabilities competitive difficilmente replicabili per i competitors (*Anbanandam et al., 2011*). Tale fiducia viene costruita con trasparenza nelle operations, visibilità delle metriche di performance. La tecnologia diviene strumentale per costruire tale visibilità (*Seo et al., 2014*). In tale contesto la tecnologia Blockchain può contribuire ad accrescere tale trasparenza e fiducia tramite transazioni rese pubbliche per i partner rilevanti (*Wankhade e Kundu, 2018*).

Il grado maggiore di “coinvolgimento” in una relazione di SC si ha con partnership o alleanza strategiche. Esse vanno interpretate come investimenti e non come uno strumento per un taglio dei costi, e vanno fondate su fiducia, trasparenza, reputazione e credibilità più che su contratti molto dettagliati e vincolanti.

L'information sharing è il core del SCM collaborativo. Esso consente ad esempio di esternalizzare l'inVENTORY planning ai fornitori, che diventano responsabili di monitorare le scorte, pianificare il replenishment, suggerire strategie di miglioramento. *Fawcett et. al. (2007)* citano in tal senso i casi Walmart e Dell. Quest'ultima condividendo a monte i dati di vendita riesce ad operare con scorte ridotte al minimo (vengono indicati quattro giorni di copertura come valore di riferimento). Gli autori sottolineano come molti manager vedano l'information sharing come una questione puramente tecnologica, ritenendo quindi che investimenti in IT siano in automatico sufficienti per conseguire i benefici della collaborazione. Poche imprese curano anche gli aspetti processuali/culturali. Honda ad esempio invia i propri ingegneri presso i fornitori per migliorare i loro processi, ed allo stesso tempo accoglie i progettisti dei fornitori presso i propri centri R&D per collaborare allo sviluppo prodotto. Dati sensibili su costi e tecnologia vengono condivisi in entrambi i casi. Gli autori quindi separano esplicitamente questi due aspetti: “connettività” tecnologica e “willingness” (propensione alla collaborazione e condivisione). La seconda influenza drammaticamente il ROI dell'investimento in IT per incrementare la prima.

Awad e Nasar (2010) hanno riunito e presentato in maniera organica le sfide/aspetti chiave che ostacolano in ambito SCM l'integrazione tra imprese, o comunque di cui quest'ultima deve tener conto. Vengono ad esempio citati:

- Customer Order Management, per la possibilità di migliorare livelli di servizio e soddisfazione del cliente offrendo bundle integrati prodotto/servizi con i partner di value chain;
- Gestione della flessibilità operativa: standardizzazione di prodotti e processi, centralizzazione del processo di forecast e planning, integrazione dei sistemi informativi possono ridurre i costi di switching e di coordinamento, incrementando la flessibilità operativa;
- Business Process Integration, con riferimento a problematiche tecniche, operative, strategiche e politico/legali;
- Cultura aziendale, che rappresenta il “contesto” in cui le attività inter-organizzative vengono portate avanti;
- Data and Information Integration: sharing delle informazioni tra i membri della SC, con riferimento ad aspetti tecnici (formati quali EDI systems, XML-based applications etc.), ma anche concettuali quali significato e definizione condivisi che un dato deve avere, accuratezza, rilevanza e tempestività delle informazioni.

PROGETTAZIONE DEL PMS

Un'altra problematica di rilievo è rappresentata dall'assenza di metodologie strutturate per la selezione (o progettazione) del framework di indicatori da utilizzare. Tale scelta dipende da molteplici fattori come lo scopo della misurazione, il livello di dettaglio richiesto, tempi, costi, l'esistenza di predeterminati dati a disposizione (*Tangen, 2004*).

Ad essa va ad aggiungersi il problema di selezionare gli indicatori di performance specifici da utilizzare per il performance management di SC. Non sempre selezionato il framework questo suggerisce anche le singole metriche da utilizzare.

Deshmukh e Thakkar (2013) hanno proposto degli insight per quanto riguarda le metriche utilizzate nel SCM, tra cui: abilità delle metriche di gestire SC con lunghi o brevi product life cycle; classificazione delle metriche sulla base delle logiche push/pull di SC; validità matematica di metriche e framework utilizzati; misure per quantificare il miglioramento continuo del PMS; capacità dei KPI di misurare collaborazioni complesse tra imprese della stessa SC; inclusione del tema sostenibilità nel PMS; comprensione degli effetti di pratiche manageriali sulle performance di SC; identificazione delle relazioni tra misure strategiche, tattiche, operative e profittabilità complessiva della SC; classificazione delle metriche sulla base di strategie di breve o lungo periodo.

Ancora oggi molte imprese utilizzano Performance Measurement System focalizzati sull'ambito funzionale (*Lapide, 2015*): ogni funzione aziendale misura le proprie performance, ottimizzando le proprie decisioni.

Il Customer Service & Sales ad esempio misura i propri dipendenti sulla capacità di mantenere il livello di servizio, andando a privilegiare gli ordini-cliente di dimensioni inferiori e il mantenimento di scorte in più punti vicino ai clienti per accorciare i tempi ciclo.

La Logistica misura costi di magazzino, di trasporto e inventari, cercando di minimizzarli.

La produzione misura la produttività. Incrementarla comporta un aumento degli inventari (aumento della dimensione dei lotti). In una strategia produttiva Make to Order cercando di consolidare più ordini si va a penalizzare la responsabilità verso i clienti.

Gli acquisti misurano costi dei materiali e delivery performance dei fornitori. Aumentare le quantità porta a sconti volume, che si traducono in scorte elevate e potenzialmente bassa qualità.

Il superamento dei silos funzionali avviene creando dipartimenti responsabili per un processo nella sua totalità, o comunque team cross-funzionali per lo stesso scopo (ad es. team Order Fulfillment, o New Product Development/Introduction). Le misure funzionali vengono perlomeno affiancate da misure process-based. Ad es. il Perfect Order Ratio misura l'efficacia dell'order fulfillment process. Misure "diagnostiche" per i singoli task sono comunque utili per identificare le cause in caso di problemi.

Il passo successivo è rappresentato dalle metriche multi-impresa (cross-enterprise). Queste ultime portano con sé la grande problematica di misurare (e quindi essere responsabili) di qualcosa di cui non si è in controllo. Ad esempio, un produttore è responsabile della limitata disponibilità dei prodotti a scaffale in negozio? O del ritardo nella consegna nel momento in cui questa è affidata ad un 3PL? Il non esserne in controllo diretto non implica il non poter agire per migliorare le performance complessive. Ciò si traduce in iniziative che in un qualche modo aumentano il controllo sulle attività a monte o a valle, con annesse misure di performance. Esempi in tal senso sono il Vendor Management Inventory, Continuous Replenishment Programs, Quick Response, Forecast sharing programs, Production scheduling sharing programs.

Infine, merita un riferimento anche la scelta del numero di metriche da utilizzare. La complessità dei business odierni, in termini di attività svolte e scope geografico, rende il limitare tale numero una grande sfida, ma comunque necessario per rendere efficace la gestione delle performance messa in atto.

IMPLEMENTAZIONE DEL PMS

Fortuin et. al. (2004) hanno evidenziato alcune delle difficoltà che le imprese si trovano ad affrontare nell'implementazione di un Performance Measurement System di Supply Chain, tra cui:

- Reporting decentralizzato e focalizzato sull'ambito operativo, con conseguente assenza di consistenza per quanto concerne scelta delle metriche, fonte dati, modalità di presentazione. Tutto ciò rende complesso integrare tali informazioni per effettuare analisi globali di SC.

- Scarsa comunicazione tra chi redige e chi utilizza i report. Ciò limita la loro utilità nel processo decisionale.
- Infrastrutture IT disperse. Ciò impatta sulla consistenza dei dati, che molto spesso possono essere estratti da molteplici fonti in maniera non congruente. Un altro aspetto da considerare è la visibilità delle informazioni lungo la SC (quindi la connettività). Infine, bisogna tener conto anche del fatto che alcuni sistemi informativi non sono progettati a monte per effettuare attività di reporting, rendendo impossibile fornire informazioni ad un “costo” ragionevole.

Charan et al. (2008), tramite analisi della letteratura e sessioni di brainstorming con esperti di SCM ambito automotive, hanno presentato una lista di 14 variabili ritenute dei fattori abilitanti per quanto concerne l’implementazione di un PMS di SC, tra cui: sistemi informativi efficaci; commitment del personale; PMS dinamico, interconnesso, cross-funzionale; partnership con dealers, distributori e retailers; metriche di performance appropriate; fiducia tra le parti; adeguato finanziamento per l’implementazione del PMS; commitment del top management; consistenza con gli obiettivi strategici.

Morgan (2007) ha messo in luce alcune delle ragioni del fallimento di PMS di Supply Chain: limitata integrazione tra imprese (Supply Chain che in realtà sono soltanto Supply Network); scarsa visibilità delle informazioni a causa di problematiche tecniche e di sistema; scarsa connessione tra le attività di marketing e di SC; mancanza di consapevolezza manageriale circa la capacità del PMS di divenire un mezzo per il cambiamento organizzativo.

Bourne et al. (2003) hanno indicato tra le barriere all’implementazione di un PMS il mancato collegamento di strategia ad obiettivi di dipartimento/team/individuali e feedback tattici e non strategici. Gli stessi autori propongono come fattori per il successo di un PMS un’adeguata infrastruttura IT di supporto, allineamento degli incentivi con il nuovo sistema di misura, guida del top management.

COMPLESSITÀ

Altro aspetto di cui il SCM e la gestione delle performance non tengono adeguatamente conto è la complessità. I modelli manageriali tradizionali non sono in grado di includere tale aspetto, tuttavia modificarli per raggiungere tale scopo è un compito tutt’altro che semplice.

Secondo *Bozarth et al. (2009)* la complessità di SC può essere esaminata tenendo in considerazione:

- Complessità dell’organizzazione interna;
- Complessità dell’interfaccia fornitore-cliente;
- Complessità associata all’ambiente dinamico.

La prima si riferisce a processi operativi e struttura organizzativa, la seconda è legata alle caratteristiche e varietà dei prodotti/servizi scambiati, infine la terza si riferisce ad esempio a cambiamenti delle richieste dei clienti nel tempo.

Cagliano, Carlin, Rafele (2009) hanno sottolineato come le SC possano essere viste come Complex Adaptive Systems (CASs), ovvero sistemi aperti (perché comunicano con l'ambiente esterno, ad es. altre SC) composti da molteplici elementi (clienti, fornitori, prodotti, dipendenti, mezzi di trasporto, 3PL etc.) che interagiscono in modo non lineare, formando un'entità dinamica in grado di evolvere adattandosi all'ambiente (ad esempio evoluzione verso l'aggiunta di servizi ai prodotti tradizionali), senza che un elemento singolo le gestisca/controlli deliberatamente.

Il monitoraggio delle performance è un modo per tradurre la complessità del sistema in simboli che possono facilmente essere compresi e comunicati, ma anche un modo per tenere in considerazione la sua complessità. I modelli per la misura delle performance tradizionali sono in grado di valutare gli effetti della complessità sul comportamento degli elementi di SC, ma non di quantificare le relazioni (non lineari) esistenti tra le performance degli stessi. Comprendere le mutue influenze tra le dimensioni di performance e tra i singoli indicatori consentirebbe non solo di osservare gli effetti della complessità, ma anche di comprenderne le cause.

Gli autori propongono l'utilizzo della System Dynamics per studiare la complessità di SC ed analizzare le conseguenze di strategie selezionate. Il primo step è rappresentato dalla costruzione di Causal Loop Diagrams (CLDs) tra le variabili di sistema, che ne mostrano l'interazione in termini causa-effetto e feedback loop. In questa modellazione il singolo componente di SC viene visto come sistema e descritto in termini di relazioni tra le sue misure di performance.

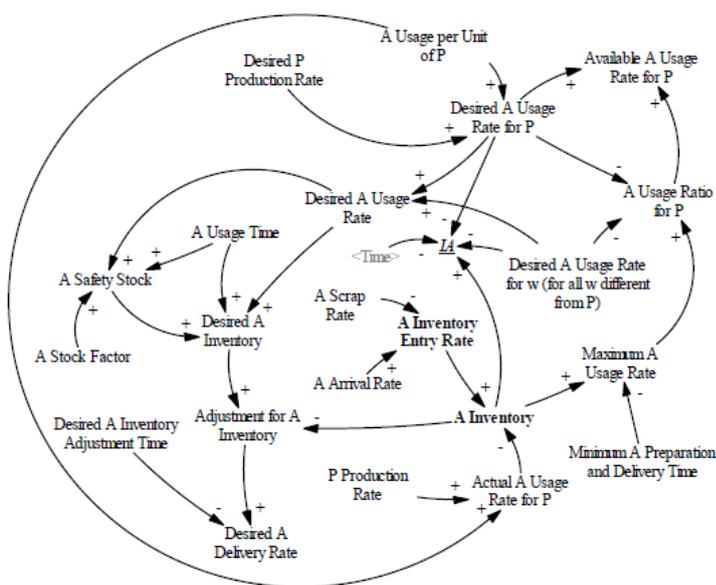


Figura 1.13. Inventory Management CLD (Cagliano, Carlin, Rafele; 2009)

A titolo esemplificativo se ne riporta un esempio proposto dagli autori, riferito al processo Inventory Management per una media impresa ambito automotive. Le connessioni possono essere espresse in termini matematici da equazioni, costruendo un modello quantitativo.

CAPITOLO 2

Business Intelligence: aspetti generali e relazioni con la gestione delle performance

2.1 Introduzione

Gli ambienti competitivi odierni sono caratterizzati da sempre maggiore dinamicità e complessità. Ciò ha portato ad un utilizzo dell'IT sempre più pervasivo, proprio per cercare di gestire tale complessità. L'informazione è oggi l'asset più importante di cui si dispone, ma allo stesso tempo riuscire a ricavarne un vantaggio competitivo è compito tutt'altro che semplice. Sistemi informativi aziendali quali Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM) e Supply Chain Management (SCM) raccolgono un'enorme mole di dati, i quali però nella maggior parte dei casi non vengono realmente sfruttati per ottenere insight e supportare il decision making, limitandosi a funzionalità transazionali.

È proprio in tale contesto che va a collocarsi la Business Intelligence.

Integrando Business Intelligence e Performance Management, l'Information Chain (dalla raccolta dati al decision making) può essere efficientata ed automatizzata in misura notevole (*Rausch et.al., 2013*). In passato (e spesso ancora oggi) i manager compivano scelte strategiche sulla base di report che l'IT compilava sintetizzando set di dati spesso fra loro non coerenti; oggi la BI consente invece di integrare dati da fonti interne ed esterne, mostrando una chiara visualizzazione delle informazioni (non più dati grezzi) ritenute rilevanti per il monitoraggio dei processi e le attività decisionali (*Bàtori, 2010*).

L'accesso tempestivo alle informazioni e il poter constatare in ogni momento lo stato di un processo diventano aspetti cruciali per poter avere un approccio proattivo alla risoluzione dei problemi.

Le organizzazioni necessitano oggi di soluzioni di analytics in grado di estrarre valore dal grande volume e varietà di dati processati, riuscendo efficacemente a gestire ed integrare fonti eterogenee per gli stessi (interne ed esterne rispetto ai confini dell'organizzazione). Necessitano della capacità di analizzare sia dati storici che real time, così come di effettuare previsioni sugli andamenti futuri, per individuare pattern ed insight a cui non avevano neanche pensato sino a quel momento (*IBM, 2017*).

2.2 Business Intelligence, considerazioni generali

Il termine Business Intelligence è stato introdotto nel 1989 dal Gartner Group, per descrivere un set di concetti e metodi per migliorare il business decision making attraverso sistemi di supporto computerizzati basati su evidenze empiriche (Nylund, 1999). Adelman et. al. (2002) descrivono la BI come un termine che include un ampio spettro di software di analytics e soluzioni per la raccolta, consolidamento, analisi e accesso alle informazioni in una modalità tale da migliorare il decision making aziendale. Ciò avviene integrando informazioni provenienti da fonti multiple ed applicando l'esperienza passata per comprendere le dinamiche di business in atto.

Essa mira a fornire le giuste informazioni, alle giuste persone e nel giusto momento, in tutta l'organizzazione, per migliorare il modo di prendere decisioni sia tattiche che strategiche (Ghazanfari et. al., 2011).

Lönnqvist e Pirrtimäki (2006) affermano che il termine BI può essere utilizzato per riferirsi ad entrambi questi concetti:

- Aspetti tecnici (IT) legati alla raccolta e analisi dati;
- Processi e pratiche attraverso cui le organizzazioni ottengono, analizzano e distribuiscono l'informazione per prendere decisioni.

Come evidenziato da Ghazanfari et. al. (2011), la letteratura scientifica sul tema BI mostra una "divisione" tra il punto di vista tecnico e quello manageriale. Quest'ultimo vede la BI come un processo attraverso cui un'organizzazione integra dati operativi, raccolti da Transactional Processing System (TPS) e fonti esterne, e li analizza per estrarne conoscenza ed insight. L'approccio tecnico considera la BI un set di tool che supportano tale processo; ovvero si focalizza su tecnologie e algoritmi piuttosto che sul processo aziendale che li vede coinvolti.

La BI include l'integrazione e il consolidamento di dati grezzi in Indicatori di Performance (KPI). Ne consente il calcolo real time e la loro presentazione in forma grafica o tabellare, presentati in dashboard customizzate per ogni tipologia di utente e dall'interfaccia adeguatamente progettata.

In termini generali la BI consente di avere un approccio proattivo (e non reattivo) alle problematiche, riducendone gli impatti negativi (ad esempio tramite alert automatici che segnalano la necessità di effettuare analisi di maggiore dettaglio).

Le analisi e i report generati dai sistemi BI possono riferirsi all'ambiente esterno di business oppure ad aspetti interni dell'organizzazione. Essi possono essere periodici oppure può trattarsi di analisi condotte ad hoc per una specifica decisione di business.

Possono essere utilizzati per analizzare dati storici ed individuare le determinanti di un livello di performance non soddisfacente, oppure per predire (stimare) l'andamento futuro.

I sistemi BI fanno riferimento sia a software tool (report, OLAP, cruscotti) che ad applicazioni vere e proprie, cioè che includono logiche e regole applicative, rivolte al performance management (ad es. per implementare la Balance Scorecard), all'ottimizzazione di decisioni operative (ad. es. in ambito logistica) o alla previsione degli andamenti futuri.

I software BI raccolgono ed analizzano grandi moli di dati presenti su database o anche archivi destrutturati, fornendo report, statistiche, indicatori, grafici, adattabili e configurabili direttamente dall'utente (https://it.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence).

La BI è ad esempio utilizzata per predire la domanda, valutare il fit prodotto/segmento di mercato, valutare l'impatto delle politiche di marketing.

I tool di BI possono divenire un mezzo di condivisione della conoscenza tra i dipendenti, e ne va sfruttata a pieno la sinergia con i sistemi informativi aziendali (*Sharma e Djiaw, 2011*). I sistemi ERP, CRM o SCM hanno essenzialmente lo scopo di collezionare ed ordinare sistematicamente dati generati dalle varie operations. Per questa ragione sono anche chiamati sistemi transazionali. Possono presentare funzionalità di reporting, ma queste sono comunque limitate.

I sistemi BI possono essere suddivisi sulla base dello "scope" in termini organizzativi: alcuni sono sotto il controllo del dipartimento IT centrale e supportano quanti più manager possibile in tutta l'organizzazione (Enterprise BI System), altri (BI funzionale) operano solo nell'ambito di una specifica divisione/dipartimento, che ha responsabilità della governance dello stesso (che non spetta quindi al dipartimento IT).

2.3 Tecnologie BI

I tools di Business Intelligence rappresentano un middleware tra i sistemi transazionali (es. l'ERP) e i Decision Support System (DSS), andando quindi a disaccoppiare sistemi progettati per gestire in modo efficiente il grande flusso di dati operativi aziendali da sistemi il cui scopo è quello di supportare adeguatamente il decision making (*Sahay e Ranjan, 2008*). La Figura 2.1 mostra lo schema base di un'applicazione BI. Dati provenienti da fonti eterogenee vengono estratti e "stoccati" in un data warehouse, pronti ad essere analizzati per individuarne i pattern sottostanti.

Le funzionalità BI includono On-Line Analytical Processing (OLAP), analisi statistiche, forecasting e data mining.

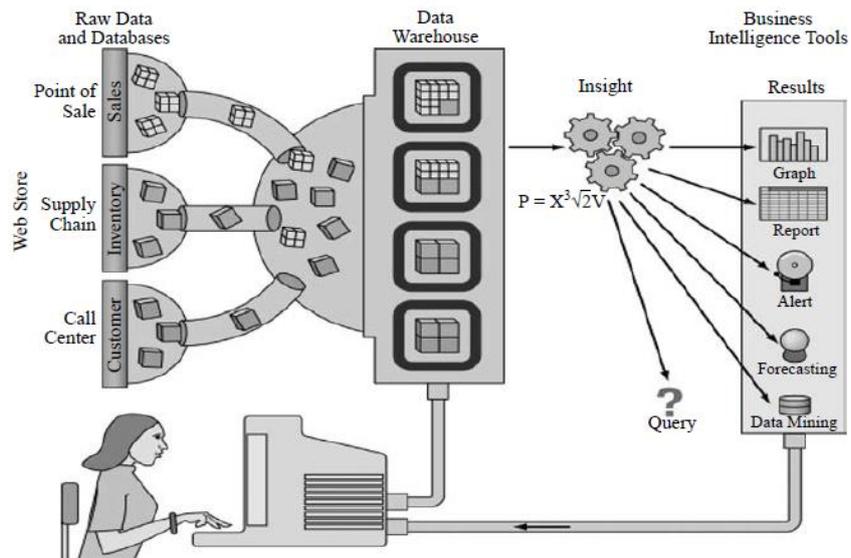


Figura 2.1. Schema base di un'applicazione BI (Sahay e Ranjan, 2008)

Le principali componenti di un sistema BI sono (Sahay e Ranjan, 2008):

- *Data Warehouse.* È un sistema di database, indipendente dai sistemi operativi di elaborazione dati, in cui vengono raccolti, compressi e archiviati dati storici provenienti da fonti diverse ed eterogenee. Supporta la propagazione dei dati gestendo i molteplici record per integrazione, data cleaning, aggregazione e query. Contiene dati operativi, ovvero un set aggiornabile di dati integrati utilizzati per le decisioni aziendali di natura tattica in un particolare ambito. Contiene dati live, non “fotografie”, e mantiene poca storia (su questo aspetto altri autori, citati in seguito, affermano che tale caratteristica sia propria degli Operational Data Store, ODS, e non dei Data Warehouse).
- *Data Sources.* Possono essere database operativi, dati storici, dati provenienti dall'esterno (es. da società di consulenza/ricerche di mercato), o informazioni dal già esistente ambiente data warehouse. Le fonti dati possono essere database relazionali o ogni altra struttura dati che supporta l'insieme di applicazioni aziendali. Possono essere collocate su piattaforme differenti e possono contenere informazioni strutturate, come tabelle o fogli di calcolo, o informazioni non strutturate, come testi, immagini o altre informazioni multimediali.
- *Data Mart.* È un insieme di subject area organizzate per il supporto alle decisioni sulla base delle esigenze di un certo dipartimento/funzione aziendale o anche business process. Finanza, Marketing, Sales etc. hanno ognuna il proprio Data Mart, specifico per le proprie esigenze. Il singolo dipartimento possiede hardware, software, dati e programmi che costituiscono il Data Mart. Similmente ai Data Warehouse, i Data Marts contengono dati operativi (transazionali) che supportano lo sviluppo di strategie sulla base dell'analisi di trend passati. La differenza

chiave è che mentre Data Warehouse rappresentano una sorta di archivio dell'intera azienda, un Data Mart è specifico di una certa divisione e le procedure di accesso ai dati sono semplificate. I data mart possono essere creati a partire da un Data Warehouse esistente (approccio top-down), oppure a partire da altre sorgenti, come sistemi operativi interni o dati esterni. In alternativa, le singole unità aziendali possono creare i propri Data Mart sulla base di informazioni o requisiti specifici. Se le esigenze aziendali lo richiedono, più data mart possono essere unificati per creare un unico Data Warehouse (approccio bottom-up). (<https://it.talend.com/resources/what-is-data-mart/>)

- *Query e tool di reporting.* L'On-Line Analytical Processing fornisce una visione di sintesi multidimensionale dei dati di business ed è utilizzata per reporting, analisi, modellazione e pianificazione. Le tecniche OLAP possono essere utilizzate attraverso data warehouse o data mart progettati per Enterprise Intelligence System sofisticati. Tali sistemi processano le query richieste per individuare trend e analizzare i fattori critici. I software di reporting generano viste aggregate dei dati rivolte all'uso manageriale. Vi sono altri tool BI utilizzati per memorizzare e analizzare dati, quali ad esempio: data mining con data warehouse, decision support system e forecasting, document warehouse e document management, knowledge management, management information system, geographic information system, software as a service.

Altri autori (Liu, 2010) hanno proposto una descrizione delle tecnologie BI in termini di fasi del processo BI Analysis. Nello specifico vengono in linea generale proposti quattro stage:

- Data Extraction, Transition, Loading (ETL);
- Data Warehouse (DW);
- Online Analytical Processing (OLAP);
- Data Mining (DM).

L'autore citato aggiunge un'ulteriore fase a monte del processo, ovvero il processamento dei dati di business originali prima dell'ETL, denominato Operational Data Store (ODS).

Una schematizzazione del processo viene mostrata in Figura 2.2.

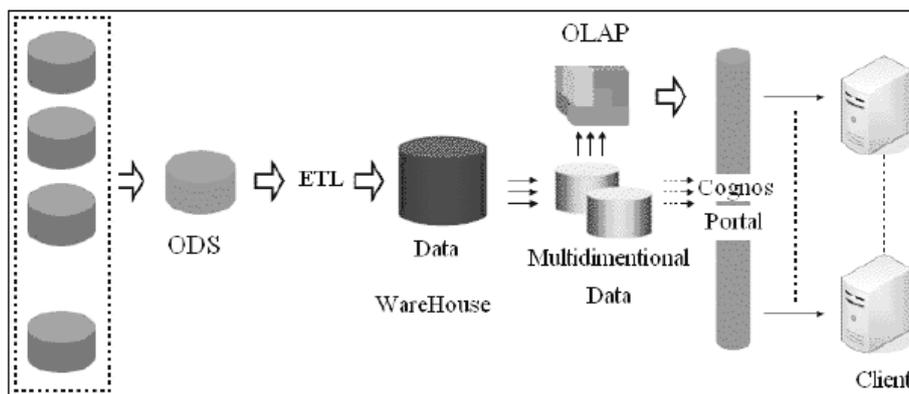


Figura 2.2. Schematizzazione del processo BI Analysis (Liu, 2010)

Nel dettaglio le fasi individuate sono (Liu, 2010):

- 1) **ODS.** Si tratta di una collezione di dati subject-oriented, corrente e “volatile”, con alcune features del DW e OLAP. È subject oriented perché organizza i dati in accordo con il tema dell’analisi, può infatti essere vista come il livello intermedio tra i dati e il DW; è corrente perché l’ODS memorizza solo dati attuali o semi-attuali; infine volatile perché i dati memorizzati sono periodici con un refresh frequente (i dati precedenti vengono eliminati).
- 2) **ETL.** Consiste nell’identificazione dei dati di business da trattare, nel loro spostamento e caricamento nel DW; ovvero appunto Extraction, Transition e Loading. La caratteristica principale dell’ETL è il trasferire i dati originali, in vari formati, nel formato dati richiesto dal DW.
- 3) **DW.** Attraverso l’ETL va a memorizzare i dati processati. Mantiene lo storico dei dati, a differenza dell’ODS. Inoltre, i dati contengono informazioni supplementari (campi valorizzati in un certo modo) utili per OLAP e DM.
- 4) **OLAP.** Si tratta di tecniche software per analisi interattive e rapide di grandi quantità di dati. Alla base vi è la capacità di trasformare singole informazioni in dati multidimensionali. Eseguendo successivamente delle interrogazioni sui dati, in tal modo strutturati, è possibile ottenere risposte in tempi decisamente ridotti rispetto alle stesse operazioni effettuate su altre tipologie di database. Una struttura OLAP creata per questo scopo è chiamata cubo multidimensionale (<https://it.wikipedia.org/wiki/OLAP>).
- 5) **DM.** Si tratta del processo per estrarre “conoscenza” implicita e regole per il decision making da una quantità elevatissima di dati incompleti, vaghi, di applicazioni operative memorizzati nei data warehouse. I principali metodi di DM sono analisi di correlazione, categorizzazione, aggregazione, classificazione e predizione, analisi evolutiva, alberi decisionali, reti neurali, analisi statistiche, modelli cloud.

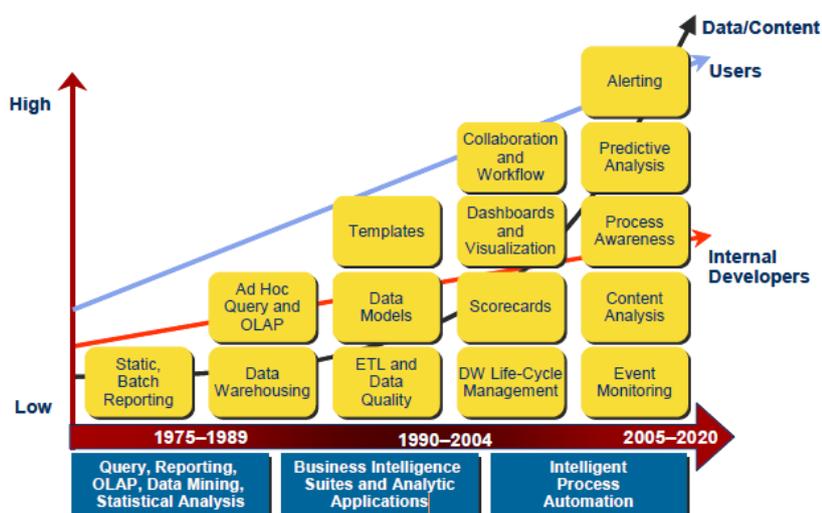
2.4 Mercato delle applicazioni BI e resa dell'investimento

Le evidenze del valore competitivo creato dalla BI e dalle soluzioni di analytics stanno aumentando (Vesset e McDonough, 2009). Nel lungo periodo le soluzioni BI continueranno ad essere applicate per l'ottimizzazione di un ampio spettro di processi, per il miglioramento della gestione delle performance e della competitività organizzativa.

Un numero crescente di organizzazioni sta rendendo la BI e le funzionalità di analytics disponibili in maniera sempre più diffusa ai decisori all'interno e all'esterno dell'organizzazione (Vesset e McDonough, 2009). Internamente, una BI pervasiva porta ad una maggiore consistenza e strutturazione del performance management e ad una maggiore "accountability" per i dipendenti; cioè possibilità di monitorarne le performance anche individuali, da interpretare non in modo punitivo, ma bensì nell'ottica di un sistema premiante che incentivi comportanti virtuosi ed una cultura performance-based. Esternamente, lo sharing dei KPI con fornitori e partner consente di rafforzare significativamente le relazioni commerciali con gli stessi.

La Figura 2.3 mostra lo scenario evolutivo dei sistemi BI sino agli anni correnti.

Figura 2.3. BI and Analytics Market Trends (Vesset e McDonough, 2009)



Il mercato, che sembra muoversi su cicli di 15 anni, continua ad evolvere incorporando nuove componenti. Ciò che ha avuto inizio come un tool statistico e di reporting standalone, si è evoluto in una suite di componenti che fanno riferimento a data integration, data warehousing, query e advanced analytics, in

grado di rispondere a bisogni organizzativi come master data management (MDM) e real-time alerting. Il mercato ha iniziato a focalizzarsi sulla pervasività della BI durante l'ultimo ciclo (2005-2020).

Le dimensioni in termini economici del mercato mondiale dei software BI sono oggi considerevoli (nell'ordine dei 15 miliardi di dollari), e le proiezioni degli analisti ne stimano una crescita (sostanzialmente lineare) per i prossimi anni. A tale proposito si osservi il grafico in Figura 2.4.

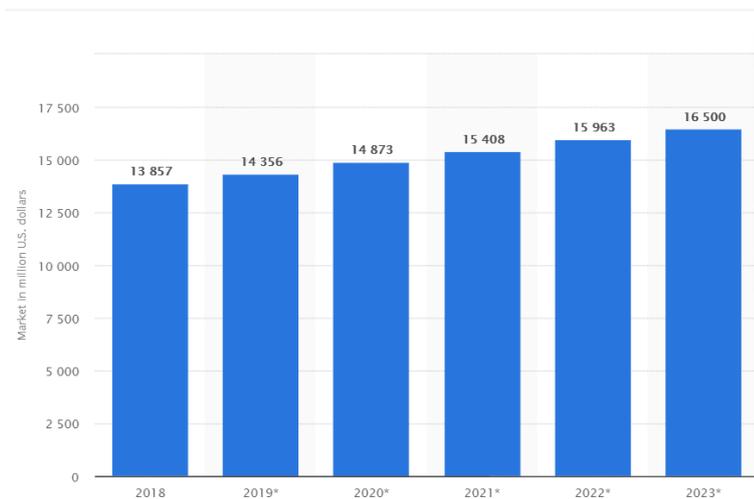


Figura 2.4. Dimensione del mercato mondiale BI e analytics software application (Statista, 2018)

Uno degli ostacoli principali alla diffusione dei software BI è rappresentato dall'elevato costo delle licenze. Il prezzo di un software BI non è solo basato sui suoi costi in termini di sviluppo software, ma bensì è largamente influenzato dalle dinamiche economiche/competitive del mercato. Inoltre, al costo in sé del software (licenza) vanno aggiunti quelli legati all'implementazione in azienda, al training degli utilizzatori etc.

Il mercato delle applicazioni BI può essere segmentato sotto vari aspetti (<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/business-intelligence-software-market>).

I segmenti di mercato individuati dagli autori sulla base delle diverse variabili di segmentazione vengono presentati in Tabella.

Tabella 2.1. Segmentazione del mercato BI (adattamento da Grand View Research, 2019)

Variabile di segmentazione	Segmenti di mercato
Tecnologia	Cloud BI
	Mobile BI
	Social BI
	Traditional BI
Funzione aziendale di riferimento	Executive Management
	Finance
	Information and Deployment
	Sales and Marketing
Tool	Dashboard e Scorecard
	OLAP & Visualization tools
	Predictive Analytics
	Query, Reporting & Search Tools
Deployment	On-premise
	Hosted

Altre variabili più tradizionali inserite dagli autori ma non in Tabella sono la dimensione aziendale, l'Industry e l'area geografica. Sulla tecnologia la quota di mercato maggiore spetta al Cloud, utilizzato ad esempio in ambito manutenzione predittiva. Per quanto concerne la funzione aziendale di destinazione prevale nettamente la finanza, con l'executive management in forte crescita.

In ambito tool prevalgono query, reporting e search tool, con dashboard e scorecard in forte crescita. Questi ultimi fanno riferimento alla rappresentazione visuale di KPI in varie forme. Infine, per quanto riguarda il deployment, facilità di configurazione ed integrazione coi sistemi esistenti sono fattori a favore dell'on-premise, ma a prevalere è il modello Cloud per flessibilità, scalabilità ed integrazione con applicazioni di terze parti.

Un aspetto a cui le imprese sono molto interessate è quello di riuscire a stimare la redditività dell'investimento in BI. Calcolare il ROI di un sistema BI è un'operazione complessa, perché se da un lato i costi sono noti, i flussi di cassa in ingresso sono ben più incerti. La BI infatti non è direttamente associabile ad incrementi dei ricavi o riduzioni dei costi, per cui si deve procedere con delle stime basate su insight legati al business (*Sahay e Ranjan, 2008*). Gli autori descrivono quali aspetti sono più critici affinché l'investimento “paghi”: coinvolgimento manageriale, chiara identificazione degli obiettivi e conoscenza dei processi, piattaforma tecnologica in grado fornire informazioni on-demand in modo efficiente, training degli utilizzatori del sistema.

Eastwood et. al. (2005) hanno proposto uno studio secondo cui un'implementazione BI genera un ROI mediano a 5 anni del 112%, con payback period medio di 1.6 anni. Un altro studio ha affermato che la sola automazione del processo di reporting può portare ad un ROI del 188% (*IBM, 2017*).

Talvolta un ostacolo alla resa dell'investimento è dato dal fatto che il sistema è composto da elementi differenti (acquistati da diversi fornitori IT) che non si integrano bene fra loro, anche se singolarmente eccellenti. Altro aspetto da considerare è la complessità delle interfacce: in passato erano complesse e dotate di funzionalità fin troppo articolate rispetto a quanto necessario, rendendole adatte ad una percentuale di utilizzatori potenziali in azienda molto ridotta. Negli anni recenti su questo punto di vista sono stati fatti importanti passi in avanti, con una progettazione in termini di usabilità per l'utente sempre più curata (diventa essa stessa un fattore importante nella selezione del vendor IT).

2.5 BI: perché è necessaria ed annessi benefici/vantaggi

In passato i manager prendevano decisioni strategiche sulla base di report redatti dal reparto IT, compilati sintetizzando set di dati spesso fra loro non coerenti.

I sistemi BI offrono la possibilità di riunire dati provenienti sia da sistemi interni che fonti esterne, mostrando una visione chiara dell'effettiva situazione (*Bàtori, 2010*).

Un software BI aggrega, mostra e consente analisi e manipolazioni di dati resi delle informazioni e non più dati grezzi.

Implementare un data warehouse ed utilizzare BI e Data Mining può ad esempio fornire i seguenti benefici (*S. Williams, N. Williams; 2007*):

- Analizzare le performance e valutare la qualità delle risorse a disposizione;
- Comprendere a fondo problematiche aziendali, investigandone le cause, e per il futuro cercare di predirle sulla base della conoscenza acquisita;
- Ottimizzazione dei processi, investigando come variano al variare delle condizioni operative;
- Ridurre i tempi esecutivi, migliorare l'allocazione delle risorse e l'adattamento dinamico dei processi.

In merito più specificatamente alla gestione degli asset e delle facilities, *IBM (2017)* individua le potenzialità della BI e degli analytics nell'identificazione di anomalie real-time, effettuare previsioni e sviluppare modelli di ottimizzazione.

Altri benefici derivanti dall'applicazione di una soluzione BI proposti da altri autori sono ad esempio (*Stefan et. al., 2019*):

- In uno scenario tradizionale le valutazioni sulle performance vengono effettuate periodicamente, con la BI queste possono essere effettuate in ogni momento;
- In passato le valutazioni avevano natura individuale, oggi è più semplice condurle su tre diversi livelli: individuale, di team e di impresa. Ciò porta ad una visione sia dettagliata che ad un overview globale;
- La valutazione delle performance viene condotta in un modo sempre più trasparente ed i tempi di intervento vengono significativamente migliorati;
- Fornisce (potenzialmente) informazioni real-time sulle performance, rendendole accessibili ai decisori ed eliminando propagazioni di errori;
- Il processo di valutazione diviene multidimensionale ed il numero di attori coinvolti significativamente maggiore. Questo fornisce un maggiore livello di oggettività.

Nel mondo odierno le imprese non hanno scarsità di dati, ma bensì overload informativo. Controllare tale complessità ed estrarne valore competitivo diviene assolutamente una priorità. I tool BI possono supportare l'organizzazione ad ogni livello, dalle analisi strategiche legate a mercati e profilazione dei clienti, al monitoraggio della produttività degli operatori in linea o magazzino.

Il vantaggio più immediato derivante dal suo utilizzo è un reporting sempre più veloce ed accurato. Possono sia essere utilizzati template preconfigurati che produrre report customizzati per il monitoraggio degli indicatori di performance di interesse. Tali report possono essere generati real-time e spesso sono interattivi, offrendo ulteriori possibilità di analisi agli utilizzatori.

Misurare le performance, dal singolo team di lavoro a quelle organizzative, in modo efficiente tramite un software ben progettato consente di conseguire a pieno i vantaggi che la misura delle performance in sé possiede. La possibilità in tal senso di settare alert automatici sugli indicatori consente di identificare subito problematiche ed affrontarle in modo proattivo.

Altro aspetto chiave su cui la BI ha un'influenza importante è la qualità dei dati. Come accennato in precedenza, i business odierni non hanno certamente problemi di scarsità di dati a disposizione, tuttavia molto spesso sono caratterizzati da non-coerenza, inaccuratezza e discrepanze causate da molteplici fattori (complessità della struttura informativa, l'aver nel tempo fatto ricorso a diversi fornitori IT, difficile integrazione dei propri sistemi con quelli di fornitori e partner etc.).

Riuscire tramite la BI ad aggregare dati provenienti da diverse fonti ed offrirne una visione d'insieme coerente e condivisa è un aspetto molto significativo.

La Business Intelligence trova applicazione sia a livello strategico che tattico. Per quanto concerne il primo ambito possono essere identificati trend di mercato, anche integrando dati competitivi sullo stesso provenienti da fonti esterne, possono essere compresi più a fondo comportamenti e pattern di acquisto dei clienti, possono essere effettuate attività di benchmarking con i competitors.

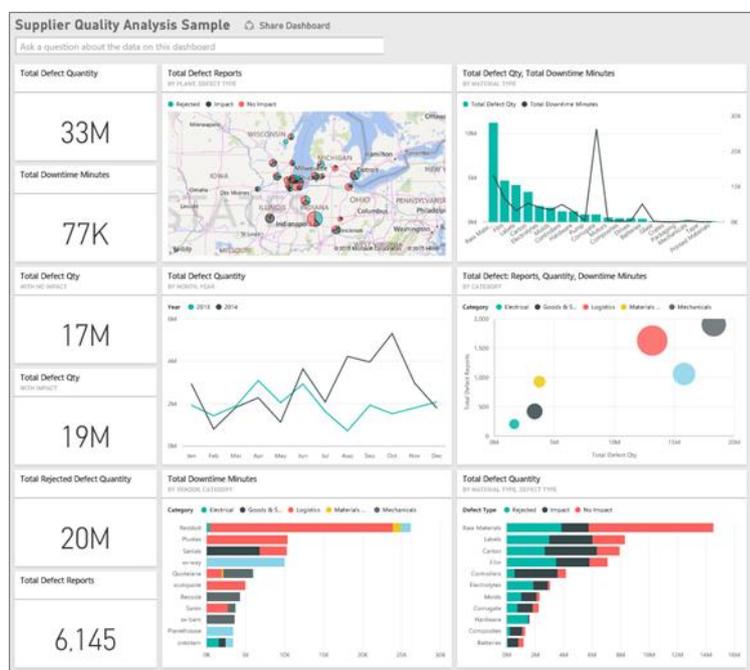


Figura 2.5. Esempio di BI dashboard per analisi di qualità sui fornitori (Microsoft Power BI)

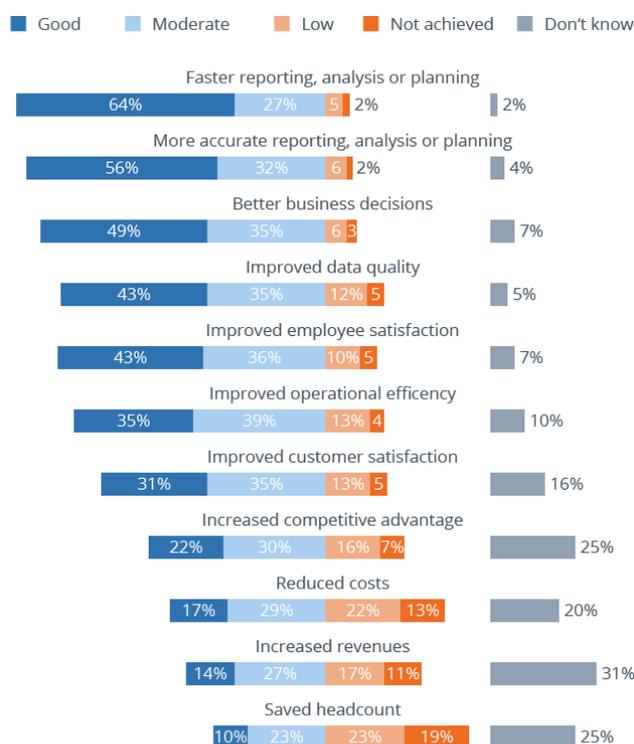
A livello tattico/operativo, il risparmio in termini di tempo (con quindi un incremento dell'efficienza) nell'ambito dell'aggregazione, organizzazione, "pulizia" dei dati e nella produzione di report è notevole; oltre alla maggiore qualità degli stessi (e quindi valenza in termini di supporto decisionale), per coerenza e timing dei dati trattati (real-time o quasi, perlomeno nei sistemi più evoluti) e riduzione dell'errore umano.

Tagliare ogni forma di spreco è l'aspetto chiave della filosofia del miglioramento continuo: l'attività amministrativa/operativa automatizzabile con la BI ne è un esempio.

Tutte le piattaforme BI offrono report standard sui KPI principali. Spesso è possibile generare report customizzati o ad hoc sulla base delle esigenze specifiche. La visualizzazione chiara e la facilità di comprensione/interpretazione sono fattori che caratterizzano i sistemi BI ben progettati.

In ambito gestione delle performance è possibile settare dei target sugli indicatori monitorati, tracciandone i progressi rispetto al raggiungimento. È riportato in Figura 2.5 un esempio di interfaccia BI, relativa al processo di analisi di qualità delle forniture.

Un recente sondaggio condotto su un campione molto ampio di utilizzatori di sistemi BI (circa 2600) ha cercato di far emergere quali tra i benefici (potenziali) della BI effettivamente siano stati riscontrati nella propria organizzazione (<https://bi-survey.com/benefits-business-intelligence>).



To what level have you achieved the following benefits with BI? (n=2,618)

Figura 2.6. Benefici BI, in ordine di percezione sulle organizzazioni (<https://bi-survey.com/benefits-business-intelligence>)

I risultati emersi vengono mostrati in Figura 2.6. La scala utilizzata è ordinale a quattro livelli (da riscontrato in modo notevole sino a non conseguito), con “non so” come quinta opzione per i rispondenti. Gli effetti positivi riscontrati con maggiore frequenza sono legati al reporting, analisi e planning: più veloci e più accurati. Seguono miglioramento delle decisioni aziendali e qualità dei dati (a parità con miglioramento della soddisfazione dei dipendenti). Gli ultimi posti in tale “classifica” sono occupati da riduzione dei costi ed aumento dei ricavi, escludendo il “salvataggio” di posti di lavoro.

Il fatto che non siano percepiti non significa che non esistano: il legame con gli strumenti BI è però molto indiretto, per questo non riscontrato (il “non so” ha infatti percentuali significative). Questo è il principale fattore che ostacola il calcolo della redditività dell’investimento, che può al più essere stimata.

2.6 Sinergia BI - ERP

La nascita del concetto di sistema informativo aziendale risale grossomodo negli anni 60’. Durante la decade successiva si sono affermati i sistemi Material Requirement Planning (MRP), in grado di convertire gli schedule di produzione in pianificazione dell’approvvigionamento di materie prime e componenti. Tali sistemi hanno successivamente avuto un’evoluzione (MRP-II), che ha consentito di superare alcune limitazioni e soprattutto ne ha esteso lo scope ad altre funzioni aziendali (finanza, HR, etc.), ponendo le basi per la nascita dei moderni ERP (Enterprise Resource Planning), i quali sostanzialmente coprono l’intero spettro delle attività/processi/funzioni aziendali.

Chou e Tripuramallu (2005) hanno presentato alcuni limiti degli ERP e soprattutto ne hanno evidenziato la sinergia con i punti di forza della Business Intelligence. *Ghazanfari et. al. (2011)* hanno sottolineato come sia importante che i Decision Support System basati sulla BI non siano isolati rispetto agli altri sistemi aziendali (modello isola), ma bensì integrati; facendo emergere (domanda di ricerca del loro studio) la questione su quali criteri considerare per valutare questa integrazione (cioè l'“intelligence” del sistema enterprise) e come strutturarli in requisiti formali.

I sistemi ERP hanno in genere un architettura client-server ed applicazioni implementate in modo distribuito (*Chou e Tripuramallu, 2005*). Presentano interfacce web.

I fornitori IT forniscono diversi moduli per le diverse Business Unit (Finance/Accounting, HR, Sales, Manufacturing & Logistics etc.).

Gli ERP hanno di fatto reso le organizzazioni “dipendenti” dall'IT più che mai.

L'integrazione dei propri dati con fornitori, distributori, partner etc. e la “distribuzione” lungo la catena della capacità analitica (sharing dei KPI, reporting dinamico, real time analytics) sono bisogni significativi per le organizzazioni (*Agostino, 2004*).

In tale ambito, alcuni dei limiti dei sistemi ERP sono (*Chou e Tripuramallu, 2005*)

- *Capacità di reporting*. Non sono in grado di fornire report ad-hoc ad esempio.
- *Capacità di budgeting*. Cambiamenti vengono gestiti all'esterno dell'ERP.
- *System Integration*. Limitata capacità di integrazione con altri sistemi; anche con i tool di budgeting, generando dubbi sulla consistenza dei dati finanziari.
- *Problemi pratici*. Si tratta di sistemi molto complessi, la cui implementazione è costosa in termini economici e temporali, oltre che di training per gli utilizzatori.

Gli ERP sono progettati per massimizzare la capacità “transazionale”: memorizzare dati sulle transazioni, effettuare modifiche agli stessi, eseguire report predefiniti.

La BI consente di sfruttare a pieno il potenziale dei dati raccolti da sistemi come l'ERP o il CRM, riuscendo a migliorare la redditività di investimenti così significativi.

Tali sistemi attraverso la BI vengono strutturati come data warehouse e data marts su cui far leva per analisi avanzate. Ad esempio, è possibile generare scenari best-case e worst-case in attività di pianificazione ed eseguire query ad-hoc in modo efficiente e user-friendly. Esempi di interrogazioni in ambito finanziario possono essere vendite per cliente e locazione, in ambito marketing quali prodotti/mercati/clienti sono più profittevoli e quali parametri influenzano le vendite.

I reporting tool di BI, rispetto ad esempio ai tradizionali fogli di calcolo, hanno un'interfaccia visuale interattiva che consente di accedere e navigare tra dati multidimensionali sempre aggiornati.

Agostino (2004) sostiene che l'integrazione tra ERP e BI possa favorire la collaborazione interfunzionale interna, ma anche le relazioni con fornitori e clienti.

Polkowski (2016), analizzando software BI, ERP e CRM ha sottolineato come applicazioni integrate possano soddisfare i requisiti degli utenti in termini di flessibilità, orientamento ai processi, usabilità, personalizzazione e ottimizzazione dei costi IT. Viene riportata dall'autore un'interessante tabella di confronto BI – ERP – CRM, proposta di seguito.

Tabella 2.2. Confronto report ERP – BI - CRM (Bara et. al., 2009)

Characteristics	ERP reports	BI reports	CRM reports
Objectives	To analyse indicators that measure current and internal activities or daily reports	To process optimisation, analyse key performance indicators, forecast internal and external data, internal and external focus	To analyse indicators that measure current and internal activities or daily reports
Level of decision	Operational/Medium	Strategic/High	Operational/Strategic/Low
User involved	Operational level of management	Executives, strategic level of management	Operational level of management
Data management	Relational Databases, Data Warehouse	Data warehouse/ /OLAP/ Data Mining	Relational Databases, Data Warehouse
Typical operation	Report/Analyse	Analyze	Report/Analyse
Number of records/ transaction	Limited	Huge	Limited
Data orientation	Record	Cube	Record
Number of transactions	Many per second	Several per hour	
Frequency of reports	Month / Week / Day	Constant	Month / Week / Day
Level of detail	Detailed, summarised, pre-aggregate	Aggregate	Detailed, summarised, pre-aggregate
Age of data	Current	Historical/current/ /prospective	Historical/current/ prospective
Variability of data / one transaction	For example, 100 bytes	For example, 100 MB	For example, 100 bytes

L'autore indica come benefici dell'integrazione BI-ERP-CRM:

- Visione real-time, coerente e completa di tutte le informazioni sui clienti;
- Standardizzazione nelle comunicazioni con i clienti, indipendentemente da come contatti l'impresa;
- Miglioramento del resource management (pianificazione approvvigionamenti, acquisti, gestione delle code negli ordini di produzione, pianificazione della produzione) per via dell'automazione del flusso informativo tra vendite e produzione;
- In un sistema IT pienamente integrato, l'ERP contiene transazioni, CRM previsioni e la BI supporta simulazioni e stime per il processo decisionale. Vengono evitate duplicazioni dei data input.

In termini più tecnici, Chou e Tripuramallu (2005) propongono la seguente architettura integrata BI-ERP.

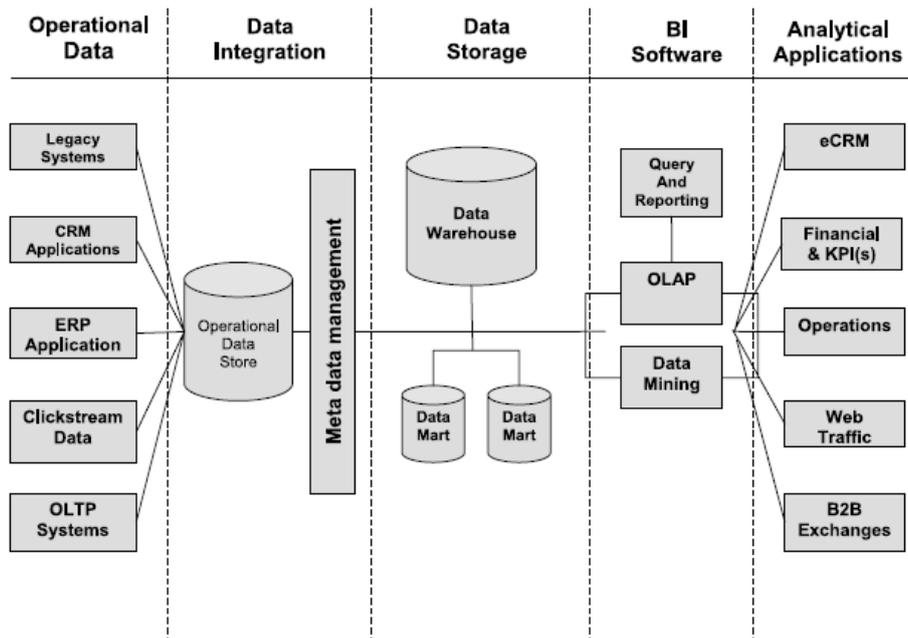


Figura 2.7. BI ed ERP, framework integrato (Chou e Tripuramallu, 2005)

Le componenti base sono:

- 1) *Operational data*. Sistemi transazionali (ERP, CRM etc.) registrano le transazioni quotidiane.
- 2) *Data Integration*. Dati provenienti dai vari sistemi transazionali (aventi diversi formati) consolidati e integrati in un operational data store, divenendo una data source unica.
- 3) *Data storage*. Data warehouse e data mart (rivolti a specifiche funzioni/dipartimenti) efficienti per accesso, analisi multidimensionali e reporting.
- 4) *BI Software*. Tra le funzionalità vi sono query, reporting, OLAP, data mining tools. Il reporting fornisce interfacce grafiche per accesso e navigazione tra dati multidimensionali, con possibilità di drill-down; l'OLAP consente esaminazione e manipolazione di grandi quantità di dati; il data mining tramite selezione, esplorazione e modellazione di grandi quantità di dati mira ad individuare pattern e correlazioni.
- 5) *Analytical applications*. Possibili tool sono sono analisi statistiche e forecast.

2.7 Business Intelligence e (Corporate) Performance Management

2.7.1 BI tradizionale e real time Business Intelligence

Il “valore” di un dato non è una sua caratteristica intrinseca, ma dipende bensì dalla velocità con cui viene utilizzato. Perché questo sia massimo, le informazioni devono raggiungere i decisori prima possibile. La differenza temporale che intercorre tra un evento e l'azione presa in risposta allo stesso è denominata latenza. Esistono tre tipologie di latenza: data latency, analysis latency e decision latency. La prima è il tempo impiegato per acquisire dati da sistemi da un sistema transazionale e

caricarli in un data warehouse per l'analisi. L'analysis latency è il tempo impiegato per avere accesso ai dati memorizzati ed eseguire l'analisi. È in tale stage che il dato viene trasformato in informazione e vengono applicate le regole di business del dominio di riferimento. Infine, la decision latency è il tempo impiegato per prendere una decisione e compiere un'azione in risposta all'informazione analizzata. Il valore del dato pertanto decresce nel tempo, come evidenziato dalla seguente curva.

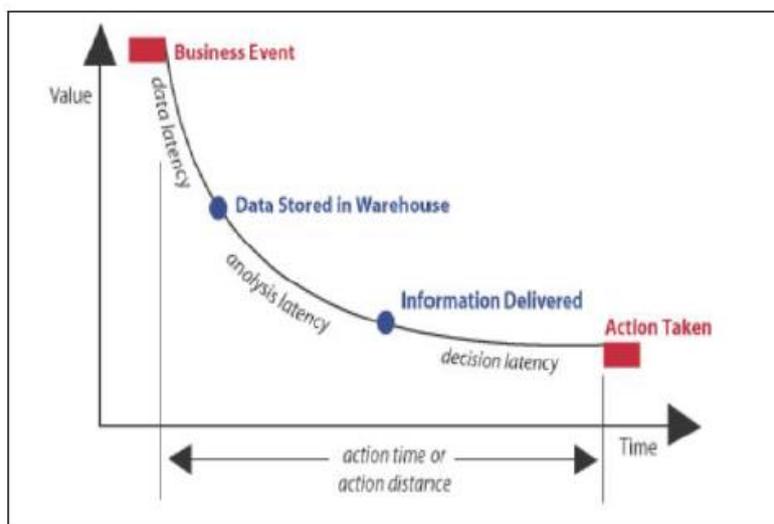


Figura 2.8. Curva Tempo – Valore nei processi decisionali (Popeangă, 2012)

Nella BI tradizionale la latenza è elevata, con conseguente grande perdita di valore. L'action time o action distance è il tempo complessivo dall'evento di business sino all'azione intrapresa in sua risposta (Popeangă, 2012). Quanto più è ridotto, tanto maggiore è il valore creato per l'organizzazione.

Le sfide associate al fornire insight in tempo reale sull'enorme quantità di dati ad alta velocità di cui oggi si dispone superano l'ambito della BI tradizionale (Geerdink, 2013). In tal senso la real time BI è una "branca" delle tecnologie BI che mira a garantire l'adeguata data "freshness" (Chaudhuri et al. 2011). Ciò significa accesso alle informazioni quando richiesto e soprattutto misura delle performance correnti (Azvine et al., 2005).

Buona parte della ricerca condotta su questo tema si è focalizzata su aspetti tecnici relativi alla sua implementazione (Hang e Fong, 2010): data warehouse avanzati in grado di eseguire data mining durante l'esecuzione di query OLAP (Ràcz et. al., 2007), dashboard sofisticate che aiutino non esperti a formulare query ad hoc (Steinkamp e Mühlbauer, 2013), rendere i sistemi di real time BI in grado di gestire diverse fonti dati (Shroff et al., 2011).

Le soluzioni real time BI sono basate sull'architettura della BI tradizionale, con la principale differenza appunto data dal riuscire ad estrarre ed analizzare dati real time (Chaudhuri et. al., 2011). Ciò porta alla minimizzazione di quella in precedenza definita action distance (o action time).

Mentre la minimizzazione di data e analysis latency sono primariamente ottenute attraverso soluzioni tecniche, quella decisionale coinvolge misure di natura processuale/organizzativa.

Real time BI significa: real time delivery delle informazioni, real time data modelling ed analysis, azioni real time basate sugli insight (*Azvine et. al, 2005*).

Non sempre è effettivamente necessario ricorrere al real time. Termini quali near real time, right time o just in time proposti da altri autori (*Nadj e Schieder, 2016*) possono in alcuni contesti essere più appropriati, tuttavia la tendenza generale da parte di professionisti e accademici è quella di parlare indistintamente di real time.

La real time BI mette a disposizione le informazioni con una latenza che va da millisecondi sino a pochi secondi dopo l'evento di business. La BI tradizionale presenta dati storici, quella real time compara le performance attuali con i pattern storici per individuare problematiche (o opportunità) in modo automatico (*Sahay e Ranjan, 2008*).

Stefanovic et. al (2008) presentano il Business Activity Monitoring (BAM) come intersezione tra il Business Process Management automatizzato e la BI, fornendo accesso real-time agli indicatori monitorati. Il BAM è descritto come una collezione di tool che consentono di gestire aggregazioni, alert, e profili per il monitoraggio real time dei KPI. Consente all'utente di avere visibilità end to end sui processi, fornendo accurate informazioni sul loro status corrente. Rappresenta un modo semplice e real time di monitorare applicazioni di business differenti e presentare dati per query SQL e report aggregati (OLAP). È in grado di inviare alert in modo automatico al verificarsi di determinati eventi che richiedono azioni immediate.

Rispetto alla BI tradizionale, la BI real time consente all'utente di effettuare analisi molto più ricche, essendo indipendente dal dipartimento IT (si parla talvolta infatti di "self-service" BI), ed è molto focalizzata sull'aspetto visuale, con interfacce molto user-friendly. Altro aspetto da sottolineare è l'accessibilità tramite dispositivi mobile (smartphone e tablet).

La BI tradizionale inoltre presenta limitazioni e problematiche (strettamente tecnico/informatiche) nella gestione di dati caratterizzati da grandi volumi e velocità. Per esprimere il concetto in termini intuitivi, la prima è abituata a processare "pacchetti" / "fotografie" di dati, la seconda è in grado di gestire un flusso continuo.

Un aspetto da tenere in considerazione nell'ambito della real time BI è quello della disponibilità dei dati, in termini di affidabilità del sistema. I processi di business oggi si sono evoluti al punto spesso di essere dipendenti dalla BI real time. L'indisponibilità del sistema può causare l'arresto del processo (*Gravic Shadowbase, 2019*). Questo in generale si traduce con un aumento dei costi, legati all'opportuna progettazione della ridondanza dell'infrastruttura IT.

2.7.2 BI e gestione delle performance aziendali

La gestione delle Performance (Performance Management) è una disciplina che ha attratto considerevole interesse da parte di accademici e professionisti, ma ancora ricca di gap da esplorare e scenari evolutivi da percorrere.

In letteratura sono disponibili varie definizioni di Performance Management, molto differenti in termini di scope. *Rausch et. al. (2013)* lo definiscono il processo di valutazione dei progressi verso il raggiungimento di predeterminati obiettivi. *Geishecker e Rayner (2001)* lo definiscono come l'insieme delle metodologie, metriche e sistemi utilizzati per monitorare e gestire le performance di business.

A livello di performance aziendali, i termini Corporate Performance Management o Enterprise Performance Management sono utilizzati in modo sostanzialmente interscambiabile. Un termine di valenza ancor più generale (include istituzioni pubbliche ed organizzazioni no-profit) può essere Business Performance Management. Il *BPM Standard Group (2005)* lo definisce “Un framework per organizzare, automatizzare ed analizzare metodologie di business, metriche, processi e sistemi per migliorare le performance aziendali. Aiuta le organizzazioni a tradurre un set unificato di obiettivi in piani d'azione, monitorarne l'esecuzione e fornire insight per il miglioramento delle performance finanziarie e operative”.

L'idea alla base del PM e delle sue varianti è quella di un approccio closed-loop, colmando il gap tra livello strategico e operativo tramite almeno due loop (*Rausch et. al., 2013*).

Si osservi in tal senso la Figura 2.9. Dalla definizione degli obiettivi di business vengono derivati i KPI strategici, i quali influenzano il modo con cui i processi sono progettati e la definizione degli indicatori process-oriented, ovvero i KPI operativi (*Dinter e Bucher, 2006*). Il loro allineamento è un aspetto fondamentale.

Nei processi automatizzati l'esecuzione viene monitorata tramite Business Activity Monitoring (BAM). I valori rilevati (periodicamente o real time) vengono confrontati con dei target opportunamente settati, segnalando eventualmente la necessità di agire (o se non possibile, di adeguare i target). Tali azioni correttive manifestano i propri effetti nell'iterazione successiva, ed il ciclo riparte.

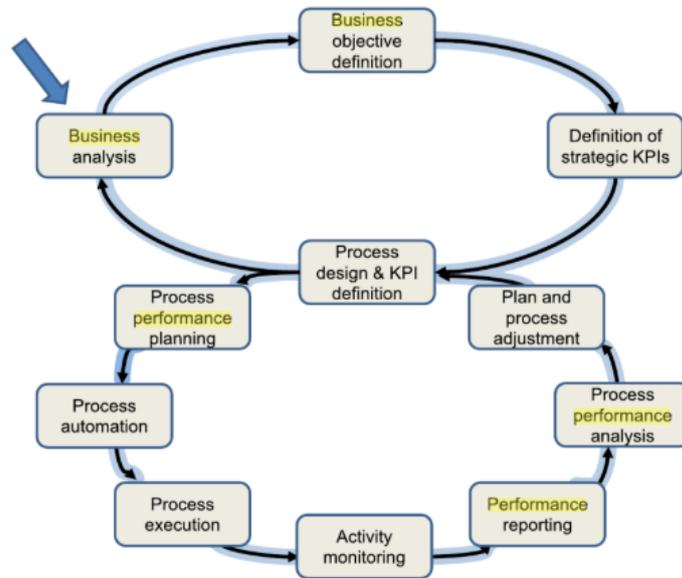


Figura 2.9. Approccio closed loop (Rausch et. al., 2013)

In merito alla citata definizione dei target, è possibile seguire diverse alternative.

Per prima cosa bisogna sottolineare come vadano fissati in maniera congiunta, e non individuale sulla singola metrica, tenendo conto dei tradeoff fra loro esistenti.

Nello specifico, i metodi a disposizione sono (Lapide, 2015): target basati su dati storici, benchmark esterni, benchmark interni, target teorici. Il primo è il metodo più utilizzato e si basa sul considerare ad esempio il dato storico (complessivo sino a quel momento, o medie) ed incrementarlo al fine di incentivare il miglioramento continuo. Il benchmarking esterno consiste nel collezionare dati sulle performance di competitors (in genere leader di settore), compararle alle proprie (gap analysis) e definire un obiettivo realistico, assieme a pratiche di business atte a conseguirlo. Il benchmark interno consiste nel settare un target unico per una certa attività/processo/facilities valido per tutta l'organizzazione (ad esempio stesso set di metriche per tutti i magazzini), selezionando come target il "best in class" (stesso approccio del benchmark esterno). Infine, i target teorici si basano su stime condotte durante analisi in ambito re-engineering dei processi, oppure valori ottenuti tramite simulazioni (medie o percentili più "sfidanti").

Nella pratica spesso si utilizzano combinazioni dei vari metodi, non disponendo ad esempio di un set completo di dati benchmark o non potendo eseguire analisi estensive per definire il set integralmente per via teorica.

Le architetture BI includono funzionalità per implementare concetti legati al PM, ad esempio il framework BSC. Il PM viene interpretato come un'estensione della BI: mentre le applicazioni BI sono focalizzate sulla collezione automatica di dati e analisi tramite tool come data mining e OLAP, il PM si focalizza sul processo sistematico di monitoraggio e controllo degli obiettivi di business a

diversi livelli manageriali (*Rausch et. al., 2013*). Metodi manageriali, tecniche e tool di supporto possono essere integrati con componenti BI in Performance Management System realizzati su misura/customizzati (*Bogdana et. al., 2009*).

Le principali funzionalità di questi sistemi sono (*Bogdana et. al., 2009*):

- Raccolta e memorizzazione di diverse misure (indicatori) su base periodica;
- Raccolta e memorizzazione di benchmark e target (valori soglia) e regole di business (interpretazione dei risultati delle comparazioni tra valori correnti di performance e valori di riferimento scelti, ovvero sostanzialmente ciò che differenzia la gestione delle performance dalla loro semplice misurazione);
- Facilitare roll-up e drill down degli indicatori analizzati secondo criteri di aggregazioni gerarchici (misure di performance strutturate);
- Mantenere attivi alert automatici sulle analisi, per identificare in modo proattivo punti di forza e debolezza;

Il Business Performance Management può essere considerato il componente finale della BI, la fase successiva nell'evoluzione dei Decision Support System (DSS). Il BPM estende lo scope dalla pura tecnologia fino all'inclusione di processi, metodologie e metriche. Una volta individuato il processo da monitorare, la selezione degli indicatori spetta infatti al business, non all'IT. La selezione della tecnologia più idonea per attuare tale misura delle performance è un passo successivo. La dicitura stessa Performance Management e non Performance Measurement fa comprendere la sfera più ampia rispetto a quella puramente tecnologica propria della BI. L'efficacia del Performance Management aumenta all'aumentare dell'efficienza della soluzione BI (*Richards et. al., 2014*).

La BI fornisce la “spina dorsale” su cui implementare concretamente il concetto più astratto di Performance Management (*Aho, 2010*). La Figura 2.10 illustra il concetto di BPM (o CPM, di fatto sinonimi) nella sua totalità.



Figura 2.10. Piramide CPM (*Roekel et. al., 2009*)

Nell'ambiente BI i KPI sono presentati in scorecard, dashboard e altre intuitive interfacce grafiche, spesso utilizzando strumenti di visual management come luci di semafori simili. L'infrastruttura tecnologica sottostante deve consentire lo sharing flessibile di dati consistenti, “puliti” ed affidabili (*Aho, 2010*). I dati sono provenienti da sistemi operativi (transazionali) o altre fonti ed aggregati in data warehouse. La parte

superiore (grigia) della piramide rappresenta ciò che usualmente si intende per CPM, mentre quella inferiore fa riferimento a ciò che include la BI.

Harti et. al. (2016) hanno condotto una review della letteratura volta ad individuare i fattori critici di successo (CSF) del CPM e di come la BI crea valore per esso. I risultati a cui sono pervenuti (presentati in Tabella) sono organizzati su due livelli “gerarchici”, che gli autori denominano Costrutti ed Item (facenti parte di un certo costrutto).

Tabella 2.3. CSF di CPM e BI per il CPM (adattamento da Harti et. al., 2016)

Costrutto	Item
Processi di Business closed loop	Data “currency” nei processi di business
	Uso efficace di dati esterni (Market Data)
	Uso efficace di indicatori misurabili in <ul style="list-style-type: none"> - Business area - Processi di business operativi - Processi di business strategici
	Esistenza di feedback loop nei processi di business operativi e nello sviluppo strategico (esempio aggiustamento di vision/mission al verificarsi di cambiamenti nell’ambiente di riferimento)
Allineamento organizzativo	Trasparenza dei processi
	Documentazione dei processi
	Comunicazione inerente i processi all’interno dell’organizzazione
	Allineamento della pianificazione strategica tra tutte le Business Unit
	Allineamento tra pianificazione strategica ed operativa
	“Operazionalizzazione” della strategia di business in tutte le Business Unit
	Feedback loop nei processi di pianificazione strategica
Efficienza ed Efficacia complessiva dei Processi	Integrazione dei Dati
	Scambio dati automatico
	Completezza dei dati
	Manutenzione dei dati
	Allineamento della pianificazione strategica in tutte le Business Function
	Rilevanza dei Dati
Data Quality & Provision	Chiari ruoli e responsabilità nell’operatività dei sistemi BI
	Consistenza dei dati (“single version of the truth”)
	Operatività 24/7 del sistema BI
	Uso obbligatorio di tool BI
	Integrità dei dati durante l’uso simultaneo
	Chiari ruoli e responsabilità tra IT e altri dipartimenti
	Tracciabilità dei cambiamenti ai master data
Data Analysis Predefinita	Uso di feature per il predictive forecast
	Uso di feature per data analysis descrittiva
	Uso di feature per la visualizzazione delle informazioni
	Uso di feature per analisi statistiche

Tabella. CSF di CPM e BI per il CPM, continua (adattamento da Harti *et. al.*, 2016)

Costrutto	Item
Technical Data e Metodo di Integrazione	BI meta-modello standardizzato
	Interoperabilità dei tool BI
	Terminologia standardizzata nel meta-modello
	Memorizzazione dei Master Data in diverse versioni
Funzioni Collaborative ed Analitiche Estese	Uso di feature per lo scenario modelling
	Uso di feature per aggiungere commenti descrittivi
	Uso di feature per condividere commenti in tutta l'organizzazione
	Uso di feature per il processamento automatico di contenuti ed analisi dei testi (e.g. Text Mining)
	Uso di feature per alert collegati a flussi dati automatici nei processi di business strategici ed operativi

La BI per il BPM è di fatto la real time BI. *Ballard (2006)* ha messo a confronto la BI tradizionale con la BI rivolta al BPM (ovvero appunto la real time BI). Tale comparazione viene sintetizzata nella seguente Tabella.

Tabella 2.4. Differenze tra BI tradizionale e BI per il BPM (Ballard, 2006)

Factor	Traditional BI	BI for BPM
Scale	Departmental	Enterprise-wide
Focus	Historical	Timely
Decisions	Strategic and tactical	Strategic, tactical and operational
Users	Analysts	Everyone
Orientation	Reactive	Proactive
Process	Open-ended	Closed-loop
Measures	Metrics	Key performance indicators
Views	Generic	Personalized
Visuals	Tables / charts	Dashboards / scorecards
Collaboration	Informal	Built-in
Interaction	Pull (ad hoc queries)	Push (alerts)
Analysis	Trends	Exceptions
Data	Numeric only	Numeric, text, etc.

L'averne un'adeguata flessibilità ed agilità organizzativa richiede un flusso di informazioni real time, per cui l'ambiente BI deve consentirlo. Ciò facilita uno stile manageriale sempre più proattivo e meno reattivo.

Il Business Performance Management deve estendersi a tutta l'organizzazione, cercando quanto più possibile di evitare ottimizzazioni locali in contrasto con le performance complessive aziendali.

Molte organizzazioni possiedono un mix di moduli standard o custom-built BI applications, tra cui strategic performance management, enterprise analytics per analisi tattiche, operational report ed analytics per le decisioni operative. Il problema chiave è che questi tre livelli decisionali sono separati, in termini di applicazioni, utenti e data sources. Integrarli è la priorità (*Bogdana et. al.*, 2009).

È questo a cui si fa riferimento nel parlare di integrazione tra BI e performance management. La pianificazione strategica è basata su applicazioni stand-alone con funzionalità di scorecard e budgeting, con dati altamente sintetizzati. Il problema è che gli executive hanno limitate possibilità di effettuare drill down per evidenziare le cause ad esempio di un valore sotto soglia di un certo KPI. L'analisi tattica è basata su applicazioni analitiche con funzionalità di reporting e OLAP, che attingono a dati molto dettagliati memorizzati in data mart e data warehouse. I report operativi che supportano le decisioni quotidiane sono basati su database ancor più dettagliati.

L'obiettivo è l'integrazione del business management strategico, che fa ricorso a scorecard e dashboard di sintesi, con le applicazioni analitiche e tool BI che supportano la misura dei processi a livello tattico ed operativo. Enterprise Analytics e BI operativa devono essere integrati in un framework BI complessivo (*Bogdana et. al., 2009*). Il BPM va visto come un approccio olistico che consente di unificare BI, process management, activity monitoring e Corporate Performance Management, al fine di conseguire un'unica e completa vista dell'organizzazione.

L'adozione di un'applicazione di performance management basata sulla BI (real time) porta con sé alcune sfide, legate ad esempio all'elevato volume di dati da gestire, alla complessità computazionale, al legame coi sistemi che fungono da fonti dati (le cui performance in termini IT impattano su quelle dell'applicativo di PM), al perseguimento (ipotetico) della latenza zero.

Agrawal (2008) ha evidenziato problematiche inerenti all'integrazione real time da più sorgenti dati e la dipendenza dal sistema sorgente; *Eckerson (2003)* ha messo in luce alcune sfide più di natura organizzativa tra cui "la copertura" del sistema di PM (intera organizzazione, singole business unit e come legare le due dimensioni); *Tank (2015)* ha parlato di problemi legati alle scelte di hardware e software e alla gestione del processo di implementazione del sistema.

Infine, i vantaggi di una soluzione integrata BI – Performance Management possono così essere sintetizzati (<https://bi-survey.com/integrated-bi-performance-management>):

- Funzionalità flessibili per gestire l'intero ciclo di PM (pianificazione, monitoraggio, reporting e analisi avanzate);
- Integrazione perfetta di BI e planning/forecast, facendo ad esempio ricorso ad analisi predittive;
- Modello dei dati flessibile ed efficiente per supportare viste sia a livello organizzativo che di singolo dipartimento, oltre che diversi orizzonti temporali di riferimento (breve, medio e lungo termine, o in altri termini operativo, tattico e strategico);
- Autonomia degli utenti (self-service BI), interfaccia user-friendly che facilita la collaborazione;

- Scalabilità sul numero degli utenti, affidabilità e flessibilità nel deployment (modello cloud oppure on-premise).

2.8 Business Intelligence e scenario tecnologico di riferimento

2.8.1 Concetti base e tipologie di analytics

Nello scenario di business odierno, sempre più contraddistinto da digitalizzazione e nuove tecnologie, spesso vengono utilizzati termini quali Business Intelligence, Big Data, Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Data Analytics etc., tuttavia i rispettivi confini e le reciproche differenze molto spesso non sono ben chiare.

BIG DATA

L'origine del termine risale al 1997, quando scienziati della NASA cercarono di descrivere le difficoltà di visualizzazione e memorizzazione di dataset troppo ampi (*Cox ed Ellsworth, 1997*).

Nel parlare di Big Data ci si riferisce all'attività di collezione, memorizzazione, analisi ed utilizzo di grandi volumi di dati (*Mayer-Schönberger e Cukier, K., 2013*).

I Big Data possiedono tre caratteristiche essenziali, ognuna delle quali comporta grandi sfide per quanto concerne metodi e tecniche di data analytics applicati.

Nello specifico esse sono:

- **Volume:** descrive la quantità di dati (strutturati e non) generati. Ci si riferisce sia alla dimensione di un singolo record, che alla quantità totale di record. Il volume dati mondiali nel 2020 è stimato essere pari a circa 50 volte quello del 2011 (*ICD, 2014*).
- **Velocità:** include sia la velocità di generazione che quella di processamento (il flusso di dati real time in ottica BI ricade in quest'ambito). L'elevata velocità di generazione fa sì che un'adeguata soluzione Big Data debba disporre di un alto throughput e bassa latenza (*Austin e Kusumoto, 2016*).
- **Varietà:** differenze tra dati, in termini soprattutto di struttura/tipologia. Dai soli dati strutturati utilizzati in passato, le analisi odierne devono prendere in considerazione anche (e spesso soprattutto) dati non strutturati (es. file di testo, log di web server) e semi-strutturati (es. file XML). Si stima che oggi circa l'80/90% dei dati generati sia non strutturato (*Austin e Kusumoto, 2016*).

Evoluzioni di questa definizione, basata sulle cosiddette "3 V", includono altri aspetti quali Veracità, Validità, Variabilità o Valore (*Dedic e Stanier, 2016*).

Le fonti da cui sono generati possono essere molteplici. Grandi volumi di dati transazionali possono provenire da query web e transazioni di business, dati non strutturati si riscontrano in testi, immagini,

streaming video. Fonti dati odierne includono applicazioni mobile, sensori (es. wearable o RFID) e social network.

DATA ANALYTICS

Per Data Analytics si intende l'applicazione di metodi matematici al fine di estrarre informazione dai dati, utilizzata per ottimizzare i processi e supportare le decisioni. Le organizzazioni oggi considerano i dati un asset strategico: una volta riconosciuto il loro potenziale, il processo di analytics può avere inizio (Lustig et. al, 2010).

Baum et. al. (2018), nell'ambito di una review della letteratura sulle applicazioni della data analytics alla manutenzione, hanno proposto una serie di definizioni di alcuni concetti chiave ed uno schema di riferimento in cui collocarli.

In Figura 2.11 viene mostrata la schematizzazione da loro proposta del panorama data analytics, con riferimento a rilevanti parole chiave.

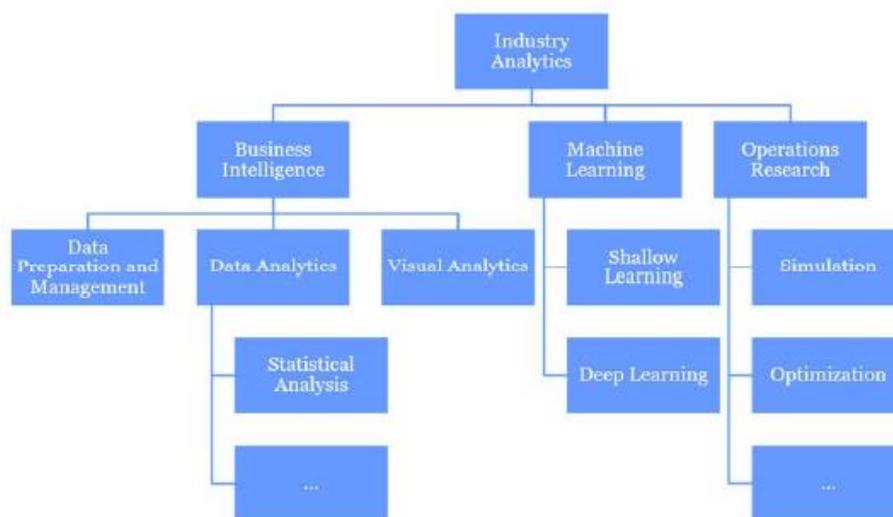


Figura 2.11. Classificazione Data Analytics in uno scenario di parole chiave (Baum et. al., 2018)

Gli stessi autori affermano sia necessario sottolineare che il termine data analytics include sia metodi che tecniche di analisi. Il metodo descrive la tipologia generale di analytics utilizzata (es. descrittiva), le tecniche si riferiscono all'approccio specifico utilizzato dal metodo.

Per quanto riguarda le tecniche, gli autori definiscono i seguenti concetti:

- *Machine Learning*: design e studio di algoritmi che inferiscono funzioni dai dati campionari. Il ML appunto “impara” dai dati e si adatta a cambiamenti e progressi, senza il bisogno di un'esplicita programmazione.
- *Analisi Statistiche*: metodi per condensare, descrivere e valutare dati, creando una visione sintetica di grandi volumi degli stessi.

- *Simulazione*: si tratta di replicare sistemi reali molto complessi costruendone un modello matematico, che può poi essere valutato numericamente. Consente di stimare il comportamento e le caratteristiche del sistema in determinati scenari.
- *Ottimizzazione*: consiste nel costruire una funzione obiettivo basata sulle variabili indipendenti di interesse, e nel ricercare la combinazione di valori di queste ultime che implica la massimizzazione (o minimizzazione) della funzione.

In merito alle tipologie (o metodi) di analytics a disposizione, si distinguono:

- *Descriptive Analytics*. Utilizzata per la descrizione e comprensione di eventi passati e presenti. Fa ricorso a Data Aggregation ed anche Data Mining. Consente di mostrare trend, redigere report accurati partendo dai dati storici a disposizione, ed è caratterizzata dall'uso di KPI, spesso organizzati in dashboard. È fortemente orientata alla visualizzazione e presentazione per uso manageriale.
- *Diagnostic Analytics*. Utilizzata per investigare cause ed effetti.
- *Predictive Analytics*. Sfrutta metodi matematici/statistici avanzati, applicati ai dati storici, per individuare pattern, al fine di predire l'andamento futuro (in termini probabilistici), senza però effettivamente raccomandare azioni. Alcune delle applicazioni più note sono la manutenzione (predizione dei guasti) e la previsione della domanda.
- *Prescriptive Analytics*. Utilizza strumenti di simulazione e ottimizzazione, ma anche reti neurali, grafi e machine learning, per confrontare un set di alternative a disposizione, prescrivendo la scelta migliore tra esse. Esempi di applicazioni riguardano schedulazione della produzione e design del network di supply chain (M.Attaran, S.Attaran; 2018)

In altre fonti (IBM, 2017) si individuano soltanto tre tipologie di analytics: descriptive, predictive e prescriptive. L'ordine in cui sono riportate è dalla più alla meno “complessa” in termini di applicazione, ma allo stesso tempo lo stile manageriale che consentono di attuare va sempre più dal reattivo al proattivo. Le organizzazioni stanno evolvendo dal descrittivo sempre più verso il predittivo. Il “maturity path” dell'analytics viene mostrato nella seguente Figura.



Nello stesso studio che propone tale schematizzazione si stima che nel 2020 il 40% dei nuovi investimenti in analytics sarà su predictive e prescriptive (Intel, 2017).

Figura 2.12. Analytics maturity path (Intel, 2017)

Il confronto tra le diverse tipologie di Business Analytics viene sintetizzato nella seguente Tabella.

Tabella 2.5. Categorie di Business Analytics (M.Attaran, S.Attaran; 2018)

Business Analytics	Questions	Tools	Outcomes	Focus
Prescriptive (Automation)	<ul style="list-style-type: none"> • What should I do? • Why should I do it? 	<ul style="list-style-type: none"> • Decision modeling • Optimization • Simulation • Expert systems 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimization-Best possible business decisions 	<ul style="list-style-type: none"> • Focus on decision making and efficiency
Predictive (Foresight)	<ul style="list-style-type: none"> • What is likely to happen? • What will happen? • Why will it happen 	<ul style="list-style-type: none"> • Data mining • Text/media mining • Predictive modeling • Artificial Neural Networks (ANN) 	<ul style="list-style-type: none"> • Accurate projections of the future conditions and states 	<ul style="list-style-type: none"> • Identify past patterns to predict the future
Diagnostic (Insight)	<ul style="list-style-type: none"> • Why did it happen? 	<ul style="list-style-type: none"> • Enterprise data warehouse • Data discovery • Data mining and correlations • Drill-down/roll-up 	<ul style="list-style-type: none"> • Accurate projections of the future conditions and states 	<ul style="list-style-type: none"> • Identify past patterns to predict the future
Descriptive (Hindsight)	<ul style="list-style-type: none"> • What happened? • What is happening? 	<ul style="list-style-type: none"> • Data modeling • Business reporting • Visualization • Dashboard • Regression 	<ul style="list-style-type: none"> • Well defined business problems or opportunities 	<ul style="list-style-type: none"> • Uncovering patterns that offer insight

2.8.2 Legame Business Intelligence - Big Data – Data Analytics

Tutto ciò che attiene all’analisi di grandi quantità di dati è oggi argomento di grande attualità, tuttavia i confini e le aree di competenza dei diversi concetti coinvolti non sono ancora stati definiti in modo chiaro, con ambiguità riscontrabili sia in ambito accademico che industriale.

Dedic e Stanier (2016) hanno affrontato tale gap, cercando di identificare similarità, differenze e relazioni tra Business Intelligence, Data Analytics, Big Data e Knowledge Discovery. La metodologia da loro adottata è quella di una review della letteratura, unita ad interviste a sette esperti in tali domini. La principale differenza evidenziata tra BI e Big Data riguarda la varietà dei dati che usualmente vengono trattati: la BI è più orientata a dati strutturati, i Big Data più verso i non strutturati.

Ciò non significa che siano mutuamente esclusive: un datawarehouse, componente chiave BI che opera con dati strutturati, può essere utilizzato come componente addizionale in un’architettura Big Data (*Chan, 2013*). Mentre la BI richiede un datawarehouse e/o data mart per supportare il reporting, in ambito Big Data un datawarehouse può essere utilizzato ma non è imprescindibile, potendo ricorrere a tecnologie alternative quali ad esempio piattaforme Hadoop.

La BI è basata sul principio di combinare i dataset in un server centrale e salvare le informazioni in un datawarehouse; in ambienti Big Data invece i dati sono memorizzati in modo distribuito

(Distributed File System). La BI porta i dati verso le funzioni di processamento, le soluzioni Big Data effettuano il percorso inverso (<https://www.educba.com/business-intelligence-vs-big-data/>).

Nei report basati sulla BI è spesso richiesto avere master data (e dati transazionali) strutturati: per analizzare ad esempio le vendite è necessario avere master data che descrivano le “proprietà” (o più propriamente attributi) delle stesse (es. negozio, posizione geografica, descrizione prodotto).

I Big Data non sono soggetti a tali requisiti (es. analisi dei contenuti di mail o di reclami inoltrati dai clienti).

Il confine oggi comunque tra BI e Big Data è sfumato, poiché la prima è in grado di gestire non soltanto dati storici, ma anche operativi ed in tempo reale. Le tecniche Big Data espandono le funzionalità della BI, seppur non sempre è effettivamente necessario farvi ricorso (<https://www.lis-solutions.es/blog/business-intelligence-vs-big-data/>).

Dedic e Stanier (2016) hanno inoltre proposto un modello concettuale di riferimento per collocare i vari concetti, proposto nel seguito.

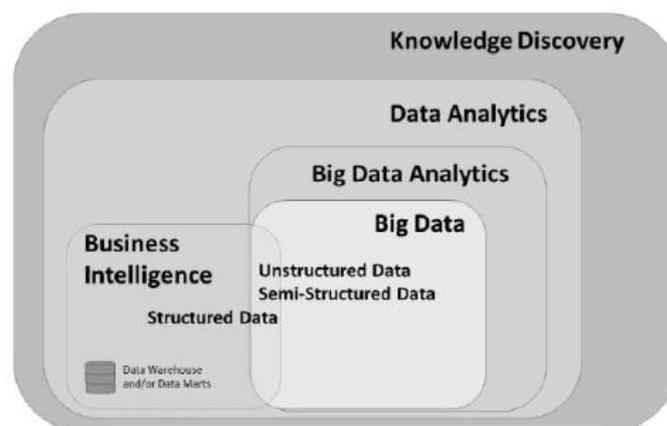


Figura 2.13. Rappresentazione visuale delle relazioni tra i diversi approcci (Dedic e Stanier, 2016)

La Knowledge Discovery è vista come il concetto di più “alto-livello”. Al suo interno, la Data Analytics è vista come un’entità che include a sua volta Big Data Analytics e Business Intelligence.

L’obiettivo comune sia di BI che della Big Data Analytics è quello di supportare le decisioni aziendali analizzando grandi dataset. La BI aiuta a fornire una visione sintetica e coerente dell’enorme mole di eventi e dati che interessano l’organizzazione, fornendo risposte a domande che ci si è posti in partenza. I Big Data suggeriscono domande di cui non si era ancora a conoscenza.

Il framework appena proposto è in contrasto rispetto a quello proposto nel sotto-paragrafo precedente (Figura 2.11) circa la “gerarchia” esistente tra Data Analytics e Business Intelligence: nel precedente la Business Intelligence include la Data Analytics, in quest’ultimo accade il contrario.

A rigore quest’ultimo framework è stato proposto e validato (tramite survey ed interviste ad esperti ma anche attraverso LinkedIn, valutandone commenti e condivisioni) dagli autori proprio con

l'intento di affrontare tale gap (mentre nel caso precedente non si trattava del core del lavoro di ricerca).

I termini BI e Data Analytics (in genere nei contesti odierni Big Data Analytics) sono comunque utilizzati in ambito accademico e industriale spesso in modo interscambiabile, senza porre attenzione su relative sovrapposizioni e soprattutto differenze.

L'opinione dello scrivente è che l'analytics sia un concetto gerarchicamente superiore rispetto alla BI. Attraverso le sue tre categorie (descriptive, predictive, prescriptive) ingloba tutte le tecniche attraverso cui dai dati si possono produrre insight, in un ordine in cui "valore" prodotto e difficoltà applicative vanno di pari passo.

La BI riassume le informazioni storiche (oggi real-time) in un quadro coerente, che include tutti (e solo) gli aspetti significativi per il proprio business, ed è importante sia di facile interpretazione (data visualization ben implementata).

Tutto ciò è di fatto assimilabile con il concetto di Descriptive Analytics.

Pertanto, l'idea dello scrivente è che non sia un software BI ad includere funzionalità, ad esempio, di predictive analytics; ma che sia un'applicazione di analytics ad includere funzionalità BI di integrazione fonti dati multiple e analisi KPI.

In linea con ciò, *Austin e Kusumoto (2016)*, in un lavoro sulle applicazioni della Big Data Analytics in ambito sanitario, hanno evidenziato la vicinanza esistente tra i concetti di Descriptive Analytics e BI, il ch  appunto va a collocare la Data Analytics nel suo complesso ad un livello "gerarchico" superiore (includendo anche predictive e prescriptive).

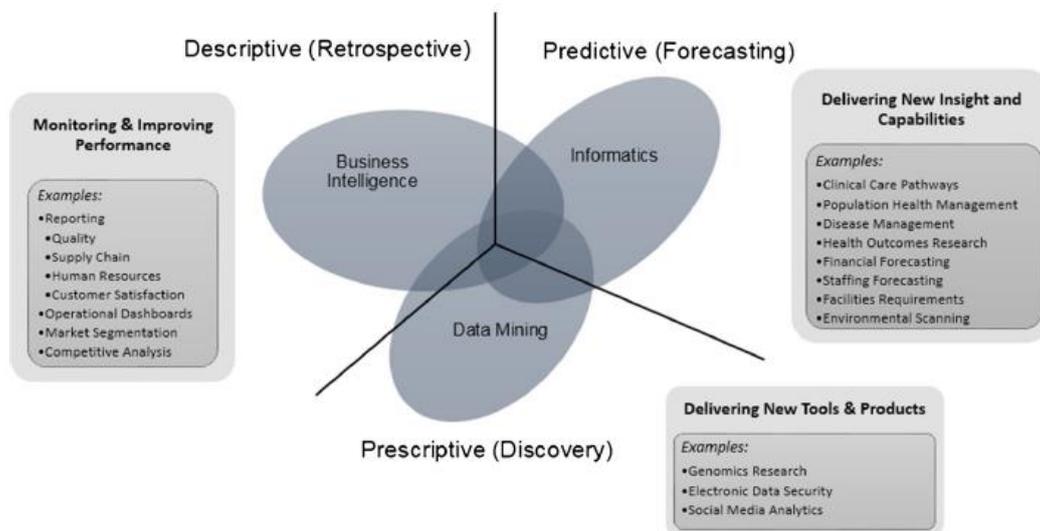


Figura 2.14. Tre dimensioni dell'analytics action space (Austin e Kusumoto, 2016)

L'enfasi Descrittivo/Diagnostica della Business Intelligence, mentre Predittiva/Prescrittiva dell'analytics è sottolineata anche da practioners (<https://www.selecthub.com/business-intelligence/business-intelligence-vs-business-analytics/>).

Figura 2.15. Confronto BI – Business Analytics (<https://www.selecthub.com/business-intelligence/business-intelligence-vs-business-analytics/>)

	Business Intelligence	Business Analytics
Collects, Analyzes and Visualizes Data Includes data mining, dashboards and various analytics capabilities	✓	✓
Identifies Pain Points Identifies and offers suggestions to optimize organization pain points discovered in the data	✓	✓
Reporting Presents and organizes data for visualization	✓	✓
Descriptive Analytics Creates a summary of historical data for visualization	✓	✗
Diagnostic Analytics Determines the source of issues discovered by descriptive analytics	✓	✗
Predictive Analytics Makes predictions based on collected data	✗	✓
Prescriptive Analytics Offers solutions for issues found by descriptive analytics and data discovery	✗	✓

source: 

Viene comunque rimarcata l'assenza di uno standard condiviso: citando testualmente l'articolo l'autore afferma *“Business analytics software is either a child or parent (depending on who you ask) of the business intelligence category”*.

L'analytics, attraverso le analisi predittive e prescittive, è più idonea quando si vogliono apportare cambiamenti importanti al proprio modello di business; la BI è utile per la gestione in condizioni stabili ed il raggiungimento dei target definiti.

La scuola di pensiero alternativa prevede che le funzionalità di analytics predittiva siano andate ad aggiungersi alle altre più consolidate (Data Source, ETL, Data Warehouse, Data visualization, OLAP, Dashboard, Data Mining, Ad hoc-reporting; <https://www.betterbuys.com/bi/>) dei software BI. In quest'ultima fonte viene comunque indicato come esistano soluzioni software di predictive analytics dedicate, e non soltanto incluse come feature in un software BI.

2.9 Evoluzione verso l'Analytics Predittiva e Prescrittiva

Dopo alcuni anni di introduzione relativamente lenta, Big Data e Business Analytics si stanno realmente diffondendo su larga scala. In tale scenario, L'Analytics Predittiva si sta sempre più imponendo, diventando uno dei punti fermi su cui si fonda la trasformazione digitale che imprese e processi stanno vivendo.

M.Attaran e S.Attaran (2018) hanno offerto una panoramica completa sull'Analytics Predittiva, descrivendone evoluzione, fattori di successo nella sua implementazione, benefici conseguibili ed esempi di applicazioni industriali. Essa viene indicata dagli autori come “la naturale evoluzione della Business Intelligence”, avendo quest'ultima un approccio tendenzialmente descrittivo e rivolto all'analisi storica/retrospettiva.

Le fasi attraverso cui avviene l'implementazione dell'Analytics Predittiva sono:

1. **Definizione del Problema.** Definizione degli output voluti dal progetto e degli obiettivi di business. Identificazione dei dataset che verranno usati.
2. **Raccolta dei dati.** Collezione dei dati (strutturati e non) da fonti multiple;
3. **Analisi dei dati.** Utilizzo di modelli statistici per validare e testare ipotesi ed assunzioni;
4. **Modellazione.** Modellazione predittiva;
5. **Implementazione delle azioni.** Utilizzo dei risultati dell'analisi nel business decision making quotidiano. Monitoraggio e review del modello, per assicurarsi che fornisca i risultati attesi.

L'Analytics Predittiva applica uno o più algoritmi ai dati storici, utilizzando Statistica, Intelligenza Artificiale e Machine Learning. Il modello è scelto sulla base di testing, validazione e valutazione dei risultati, selezionando quello che garantisce il miglior fit. Una fase importante è anche quella di “training” del modello.

Le tre categorie di modellazione utilizzate dall'Analytics Predittiva sono:

- **Modelli Predittivi:** i modelli in questa categoria analizzano le performance passate per predire quelle future;
- **Modelli Descrittivi:** i modelli in questa categoria quantificano le relazioni tra i dati. Sono utilizzati per classificare i dataset in gruppi;
- **Modelli Decisionali:** i modelli in questa categoria descrivono le relazioni tra le variabili decisionali, al fine di predire il risultato.

Un approfondimento sugli algoritmi inclusi nelle soluzioni di analytics predittiva è mostrato in Tabella 2.6.

Tabella 2.6. Algoritmi Predictive Modeling (*M.Attaran, S.Attaran; 2018*)

PA Core Techniques	Methodologies Used
Predictive Modeling	<ul style="list-style-type: none"> • Statistical techniques for analysis and pattern detection • linear and logistic regression • Linear and nonlinear mathematical programming algorithms • Constrained optimization • Neural Networks • Bayesian and Monte Carlo Statistics • Matrix operations • Constrained optimization
Decision Analysis and Optimization	<ul style="list-style-type: none"> • Decision trees • Time-series analysis • Proprietary mathematical modeling & optimization technology • Data analysis • Cluster analysis • Association rules
Transaction Profiling	<ul style="list-style-type: none"> • Neural network models • Computational linguistics • Matrix and graph algorithms • Unsupervised clustering • Data mining
Predictive Search (supervised learning)	<ul style="list-style-type: none"> • Machine learning • Language processing • Text analytics • Primary components analysis • Scripting and development tools • Market basket analysis

Come detto in precedenza, l'Analytics Predittiva rappresenta l'evoluzione del concetto base di Business Intelligence. Da report statici, inefficienti ed inutilmente complessi si è passati ad un analytics descrittiva gradualmente sempre più efficace (report e dashboard sempre più interattive), in grado di fornire un quadro chiaro della situazione corrente. Tuttavia, l'aumento esponenziale della mole e (varietà) di dati da gestire, di pari passi con i passi avanti che l'IT muove (a livello ad esempio potenza computazionale e capacità di storage), hanno appunto portato ad un salto verso il Predictive. Negli anni 90' la fonte dati predominante erano i database relazionali. Negli anni 2000' i tool di BI erano in grado di accedere ad un range più ampio di data sources. Oggi gli stessi supportano Big Data source, Cloud Application, Cloud File System, server logs, event streams, search index.

Il sondaggio *Ventana Research (2015)* ha evidenziato tra i partecipanti l'Analytics Predittiva come la priorità di più alto livello tra le capabilities di Big Data Analytics.

Molti dei vantaggi dell'analytics predittiva sono specifici dell'applicazione in cui viene implementata. Alcuni dei benefici riscontrati nelle organizzazioni che adottano analytics predittiva sono (*Siegel, 2016; Stedman 2017*):

- Maggiore customer loyalty e retention;
- Determinazione della vera capacità di processo;
- Riduzione dei tempi ciclo di processo;

- Ottimizzazione delle risorse, soprattutto staff;
- Miglioramento della strategia di manutenzione;
- Miglior accuratezza nelle previsioni delle vendite;
- Aumento dell'utilizzo degli asset ed abilità di identificare quelli sottoperformanti;
- Campagne promozionali più mirate ed efficaci;
- Miglioramento delle strategie di pricing.

Altri studi hanno indicato anche il miglioramento delle performance sociali ed ambientali (*Dube et al., 2017*). Per contro, alcuni degli ostacoli riscontrati nell'implementazione ed utilizzo di analytics predittive sono (*Ventana Research, 2013*): difficile integrazione con l'infrastruttura IT aziendale, carenze di budget e skills, difficoltà nell'interpretazione dei risultati, eccessivo "costo" di misurazione.

L'analytics predittiva è oggi utilizzata in tantissimi settori industriali. Alcuni esempi in tal senso sono: in ambito sanitario nell'individuare pattern su determinate malattie e nell'analisi dati dei trial clinici; nel settore aereo per predire ritardi e nelle strategie di pricing dei biglietti; in ambito finanziario per la stima del rischio di credito; in ambito pubblico per controllo del traffico e route-planning; in produzione in ambito manutenzione predittiva; nel retail per ottimizzare l'allocazione dello staff e migliorare la profilazione dei clienti; nello sport nel predire le performance future in fase di negoziazione di un acquisto; nell'HR per predire la probabilità di turnover e nel creare piani pay-performance; nello streaming video per predire quali contenuti l'utente potrà gradire e quindi suggerirne la visione; nel settore utilities per predire guasti ad impianti/attrezzature; nell'istruzione per predire le performance degli studenti e pianificare interventi di advising/coaching.

Vengono nelle Tabelle 2.7 presentate più in dettaglio le applicazioni dell'analytics predittiva a vari settori industriali.

In conclusione, il panorama Business Intelligence continua ad evolvere a grande velocità, spingendo verso soluzioni sempre più avanzate e flessibili. Non sempre è necessario un reboot completo dei precedenti investimenti IT (*Deloitte, 2018*): spesso è sufficiente integrarle con tool e tecnologie più moderne. Una Business Intelligence sempre più orientata verso gli utenti rende necessario adottare adeguati processi aziendali di change management: oltre al training tradizionale, possono essere utilizzati workshop, demo office-specific, campagne aziendali per promuovere sempre più una cultura organizzativa data-driven.

Tabella 2.7. Applicazioni Industriali Predictive Analytics (*M.Attaran, S.Attaran; 2018*)

Industry	Organizations	Applications
Banks, Financial Institutions & Insurance	<ul style="list-style-type: none"> Chase, Citigroup London Stock Exchange Capital Citizen Bank Rebellion Research Allstate Infinity Insurance PayPal 	<ul style="list-style-type: none"> Generate a credit score –assessing person’s credit worthiness. Analyze the probabilities of risk and default Predict which checks are fraudulent Application approval and denials Compliance and regulatory reporting Trade surveillance Predicting bodily injury liability Detect the misuse of credit and debit cards Protect users from fraud
Airlines	<ul style="list-style-type: none"> Southwest Airlines Alaska Airlines Continental Airlines 	<ul style="list-style-type: none"> Decide how many tickets to sell at each price for a flight and predict flight delay Decide which class of airplanes to buy Effectively drive customer loyalty programs
Retail	<ul style="list-style-type: none"> Target Tesco 	<ul style="list-style-type: none"> Determine customer responses or purchases and set up for upselling and cross selling opportunities. Merchandising and market basket analysis Predict trends, recommend new products – and boost profitability. Events and behavior-based targeting Market and consumer segmentations
Healthcare	<ul style="list-style-type: none"> Stanford University Sisters of Mercy Health Systems University of Pittsburgh Medical Center Pfizer Blue Cross Blue Shield of Tennessee 	<ul style="list-style-type: none"> Disease pattern and clinical trials data analysis Identify changes in patient and provider behavior due to newly introduced legislation or pharmaceuticals. Patient care quality and program analysis Provide a rapid and conclusive overview of competitors, pricing, and substitute products when negotiating procurement of pharmaceuticals for hospitals, integrated care networks, and health insurers. Drug discovery and development analysis
Marketing, Advertising & the Web	<ul style="list-style-type: none"> Harbor Sweets Target Harrah’s Las Vegas Cox Communications Elie Tahari Pandora Netflix Google Sun Microsystems 	<ul style="list-style-type: none"> Target lapsed customers to win them back Predict how much a customer will spend over a long term Predict propensity to buy Forecast demand for women’s fashion line products Recommend related songs based on 400 musical attributes Predict which new ads will get many bounces Improve the number of leads per phone contact

Tabella 2.7. Applicazioni Industriali Predictive Analytics, continua (*M.Attaran, S.Attaran; 2018*)

Industry	Organizations	Applications
Government, Nonprofit, and Education	<ul style="list-style-type: none"> Social Security Administration Internal Revenue Service U.S. Postal Service U.S. Armed Force U.S. Department of Defense University of Maryland University of Phoenix University of Melbourne Chicago Police Department 	<ul style="list-style-type: none"> Streamline operations while giving the agency a more holistic view of criminal activity. Improve traffic management & overcrowding administration. Predict suspected incidence of contract fraud Predict which students risk failing a course Predict Which applications for research grants will be approved Predict terrorist attacks and armed opposition group activities Predicted which workers’ compensation claims and payments are unwarranted.
Utilities	<ul style="list-style-type: none"> Con Edison BNSF Argonne National Laboratory Nokia Siemens Networks 	<ul style="list-style-type: none"> Predict energy distribution cable failure, and update risk levels Predict fault detection for safety and efficiency Predict broken train tracks Predict customer outage
Human Resources	<ul style="list-style-type: none"> Hewlett-Packard U.S. Special Forces Wikipedia Amazon.com 	<ul style="list-style-type: none"> Determine which employees are most likely to leave. Evaluate employees’ performance. Decide employee’s bonus. Predict which candidates will be successful Predict the appropriate security access code of employees
Social Networks	<ul style="list-style-type: none"> Match.com e-Harmony OkCupid Tinder Badoo Facebook 	<ul style="list-style-type: none"> Model and predict human attraction Improve the precision of suggested people you may know and wish to link to
Logistics	<ul style="list-style-type: none"> UPS DHL FedEx 	<ul style="list-style-type: none"> Determine the best routes to ship, the best suited time to deliver, the best mode of transport to choose Supply chain management and analytics

Per quanto la stessa analytics predittiva non possa considerarsi matura in termini di diffusione su larga scala, un ulteriore step evolutivo, con uno stato di diffusione ancora minore, è rappresentato dall'analytics prescrittiva. Essa mira a fornire il massimo supporto possibile al decision making aziendale: non soltanto mettere il decisore nelle condizioni di scegliere, ma bensì suggerire effettivamente la soluzione migliore. Essa spesso incorpora la stessa analytics predittiva, utilizzando i suoi output in sinergia con altre tecniche di ottimizzazione e intelligenza artificiale (Basu, 2013). Lepenioti et. al. (2020) hanno classificato in modo esaustivo le tecniche adottate per analytics predittiva e prescrittiva, che spesso vanno a ricongiungersi, poiché la prima come detto fornisce input alla seconda.

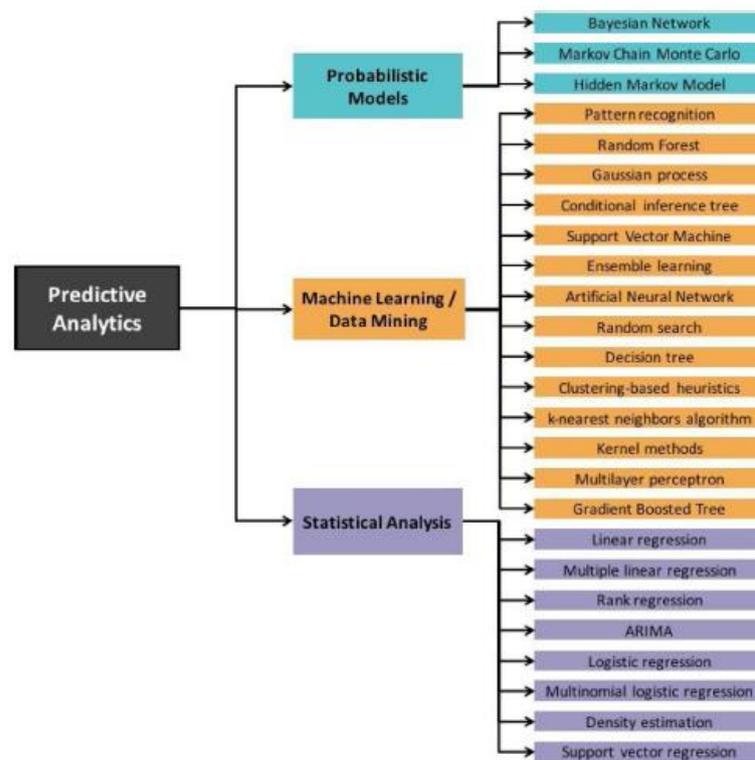


Figura 2.16. Classificazione dei metodi per Predictive Analytics (Lepenioti et. al.; 2020)

I modelli probabilistici rappresentano relazioni causali e sono utilizzati per calcolare la probabilità di determinati eventi. Il Machine learning costruisce un modello matematico dei dati al fine di effettuare previsioni o decisioni, senza un'esplicita programmazione. È un subset dell'Intelligenza Artificiale. Il Data Mining è il processo di scoperta di pattern in grandi dataset. Machine Learning e Data Mining sono fortemente correlati, per cui gli autori li considerano un'unica categoria. L'analisi statistica include tutti gli aspetti dalla pianificazione della raccolta dati tramite survey/sperimentazioni, al modello statistico del processo analizzato.

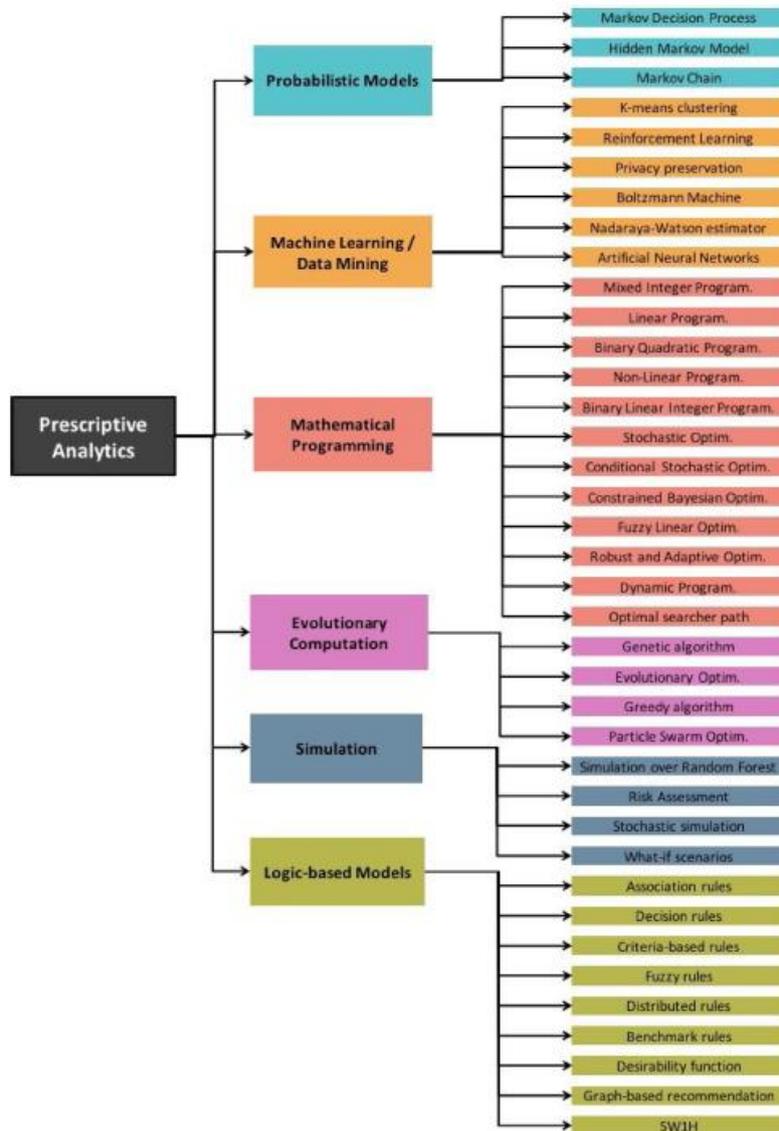


Figura 2.17. Classificazione dei metodi per Prescriptive Analytics (*Lepeniotti et. al.; 2020*)

La programmazione matematica si riferisce all’allocazione ottima di risorse limitate, sotto un set di vincoli imposto dal problema in esame. La computazione evolutiva è una famiglia di algoritmi per l’ottimizzazione globale ispirata a processi biologici. La simulazione consiste nel modellare un sistema complesso al fine di osservarne il comportamento in scenari di interesse. I modelli logic-based sono delle concettualizzazioni della catena di cause ed effetti che porta ad un output di interesse. Gli autori hanno poi effettuato una review di alcune applicazioni di tali tecniche a problemi decisionali (rivolta soprattutto all’analytics prescrittiva), di cui si riportano nel seguito alcuni estratti. La programmazione matematica è stata utilizzata per allocare sales team alle diverse opportunità di vendita, massimizzando i profitti (*Kawas et. al., 2013*), con un approccio prescrittivo che però integra data mining predittivo. La computazione evolutiva è stata utilizzata per ricercare la composizione ottima di un acciaio, al fine di ottenere determinate proprietà target (*Dey et. al, 2019*).

Per quanto riguarda la simulazione, *Wang et. al (2019)* hanno proposto un metodo basato sulla simulazione stocastica per il decision making basato sui KPI, che mira a superare il multi-criteria decision making. In ottica modelli logic-based, *Matyas et. al. (2017)* hanno proposto un approccio procedurale per la pianificazione della manutenzione prescrittiva, basato su regole matematiche per ogni componente macchina.

Spesso accade che le diverse tecniche siano utilizzate in sinergia a scopo prescrittivo. *Groger et. al. (2014)* hanno combinato Data Mining e regole derivanti da alberi decisionali (facenti parte della categoria Modelli Logic-based) nell'ambito dell'ottimizzazione dei processi, con un case study nel manufacturing dove vengono evidenziate performance superiori rispetto a tecniche alternative. *Gosh et. al. (2016)* hanno combinato Programmazione Matematica, Machine Learning e Modelli Logic-based al fine di definire, monitorare, ordinare e classificare un set di KPI che misura l'efficienza operativa dell'outsourcing di determinati processi.

Infine, *Lepeniotti et. al. (2020)* hanno sintetizzato le principali sfide e direzioni di sviluppo dell'analytics predittiva: la diffusione dell'IoT sta spingendo per sistemi predittivi che operino real-time ed online; incertezze legate ad accuratezza delle stime e qualità dei dati; ancora considerevole dipendenza dalla conoscenza (umana) del dominio; adattamento dinamico dei modelli al cambiamento di vincoli, requisiti o condizioni ambientali.

CAPITOLO 3

Impatti di Business Intelligence e tecnologie correlate su Supply Chain e performance

3.1 Introduzione

Le Supply Chain odierne operano in un contesto estremamente difficile: domanda dei clienti sempre più sofisticata, competizione crescente, operations portate avanti su scala globale, pressione sull'innovazione di prodotti e servizi, rapida evoluzione dell'ICT. Tutto ciò da un lato aggiunge complessità alla gestione complessiva, dall'altro crea i presupposti affinché il Supply Chain Management diventi sempre un fattore abilitante per conseguire vantaggio competitivo.

Rispetto al passato, il SCM odierno è sempre più orientato verso flessibilità ed agilità, piuttosto che pura efficienza (*Biswas e Sen, 2016*). Per supportare tale obiettivo, nell'odierno mondo digitale, costruire strategie information-driven diviene una prerogativa. Le imprese devono trovare nuovi modi per migliorare comunicazione e flussi informativi, facendo evolvere le SC in dei flessibili supply network real time (*Stefanovic, Milosevic; 2017*). In tale transizione, gli autori sostengono che i tre fattori abilitanti siano gestione della visibilità, velocità e variabilità, mentre le tre caratteristiche chiave dell'informazione siano qualità, tempismo e completezza/profondità.

L'ICT, in quello che può essere considerato un suo ruolo abbastanza consolidato nel SCM, è funzionale allo sharing delle informazioni tra attori della catena ed alla trasparenza nelle operations (*Salo e Karjaluoto, 2006*). I benefici di una maggiore sinergia tra partner di SC sono stati più volte rimarcati dalla ricerca e dall'industria, ad esempio in termini di riduzione dell'effetto bullwhip (fluttuazioni crescenti della domanda procedendo da valle verso monte in SC) (*Cheng et al., 2010*). Naturalmente l'ICT fornisce il supporto tecnico, ma affinché tale coordinamento/integrazione effettivamente si realizzi giocano un ruolo fondamentale tanti altri aspetti (distribuzione del potere contrattuale tra le parti, cultura e strategia aziendale, fiducia tra le parti, commitment nella relazione commerciale).

In ambito Performance Management lo sharing di informazioni si riferisce alla condivisione di Key Performance Indicator: ciò richiede un preventivo accordo sulla loro definizione, modalità e frequenza di calcolo, responsabilità in caso di scostamenti. Tutti aspetti non semplici, ma che denotano, già se soltanto affrontati, la presenza di una sottostante "logica di catena", sicuramente positiva per la Supply Chain. Le informazioni condivise devono essere accurate, rilevanti, precise e dotate del giusto tempismo (*Liker e Choi, 2004*).

La Business Intelligence, nei suoi tratti più consolidati, interviene in primo luogo sull'integrazione a livello IT: raccogliere e riunire dati da sistemi eterogenei (anche fuori dai propri confini organizzativi), creando quella che in gergo IT, ma con significato validissimo anche fuori da quei confini, è detta "single version of the truth". A quel punto i dati possono essere analizzati e soprattutto "sintetizzati" in indicatori, il cui monitoraggio è ritenuto significativo per il proprio business. Tuttavia, il panorama tecnologico odierno consente di fare un ulteriore passo in avanti rispetto all'analisi tradizionale (descrittiva), per quanto riuscire a monitorare set di indicatori real time con funzioni interattive (ad es. drill down per approfondire cause ed effetti) sia comunque qualcosa di innovativo e certamente non consolidato. La disponibilità di dati cresce in maniera esponenziale (l'IDC stima per il 2020 40 trilioni di gigabyte di dati digitali mondiali, comparati ai 2.8 del 2012). Sensori e dispositivi connessi vengono utilizzati sempre più frequentemente (es. nel tracking delle consegne e nel monitoraggio degli asset, *Deloitte 2017*). Nelle Supply Chain odierne potenzialmente ogni oggetto è in grado di essere connesso e generare dati, strutturati e non. L'analytics odierna consente di effettuare, a partire da essi, analisi sempre più predittive e prescrittive, incrementando l'efficacia del decision making in ambito supply chain.

3.2 Business Intelligence in Supply Chain e Supply Chain Performance Management

La Business Intelligence applicata alla gestione della Supply Chain sicuramente favorisce l'integrazione e la cooperazione strategica fra imprese della catena. Coordinando flussi fisici, informativi, finanziari e decision making la competitività dell'intera SC è accresciuta.

Luhao (2010) ha analizzato le applicazioni della BI nei confronti dell'integrazione di Supply Chain, identificando le seguenti aree applicative (l'autore le riporta nell'ottica integrazione, ma si tratta di applicazione al SCM di valenza generale):

- 1) **Supply - Demand Management.** La BI integra dati di vendita e acquisto, favorendo l'armonizzazione e il bilanciamento tra vendite/produzione/acquisti.
- 2) **Resource Selection Management.** Un portale web di BI può abilitare la negoziazione di tempi e prezzi di fornitura. Possono essere monitorati costi, qualità, performance sulle consegne, analisi di tempo ciclo, cash flow ed altri key performance indicator.
- 3) **Product Definition.** La BI può supportare la razionalizzazione delle categorie prodotto, semplificando la pianificazione degli approvvigionamenti.
- 4) **Production Management.** La BI può supportare la gestione della produzione tramite informazioni quali forza lavoro, materiali e attrezzature disponibili. Può consentire analisi sui

cicli di produzione, sull'efficienza e sul controllo qualità. Tramite previsioni delle vendite può supportare dinamicamente la pianificazione/schedulazione della produzione. Può inoltre essere supportare analisi di marginalità sulla base di prezzo dei prodotti, costi materie e prime e costi di processamento interno.

- 5) **Inventory Management.** La BI può integrare in maniera organica i dati sulle scorte, fornendo visibilità real time e abilitando analisi economiche sui costi di stoccaggio.
- 6) **Sales Management.** Il Sales Management include strategia, analisi dati, individuazione dei fattori che le influenzano e programmi di miglioramento. La BI può aiutare a creare un modello delle vendite utilizzando le informazioni nel data warehouse, e con le analisi dimensionali OLAP si possono effettuare drill down dei modelli su base regionale/dipartimentale. Tramite l'analisi dati la BI può consentire l'investigazione dei fattori che influenzano le vendite, consentendo il miglioramento del modello previsionale.
- 7) **Relationship Management.** Si riferisce sia al Customer Relationship Management che al Supplier Relationship Management. Per quanto riguarda il primo, i sistemi BI, tramite Data Mining, possono classificare i clienti, implementare fraud detection e customer loss management. Lato supplier può abilitare un efficace sharing delle informazioni (anche della domanda), facilitare una pianificazione congiunta e velocizzare le comunicazioni.
- 8) **Decision Making Analysis.** Lo scopo base della BI è quello di supportare il decision making tramite analisi dati. La BI migliora il forecast della domanda, supporta la selezione fornitori tramite valutazioni real time delle loro performance, garantisce visibilità su tutti i processi operativi.

Ranjan (2009) ha delineato il ruolo della BI nel SCM, fornendo degli esempi sulla sua applicazione. Viene indicato come la BI migliori la visibilità e l'accuratezza del forecast. La BI viene utilizzata per implementare e condividere vendor scorecard e metriche sul customer service, per fornire visibilità a fornitori e 3PL sullo status di ordini, inventari, delivery performance e altri parametri chiave. Le applicazioni BI nell'ambito inventory control includono modelli di stima dei costi di stoccaggio. L'autore evidenzia i limiti dei sistemi transazionali ERP, CRM e SCM nell'ambito reporting e analytics, indicando la BI come una necessità in tal senso. La BI fornisce una vista unica lungo tutta la SC, include set di KPI sia preconfigurati che (non sempre) customizzabili, inerenti ad esempio performance fornitori, efficienza in produzione, performance di delivery, analisi vendite. Consente rispetto a software che operano su uno specifico dominio/modulo di avere una visione cross-funzionale di processo, integrando più piattaforme. Tra gli esempi riportati viene citato il caso di una drug retail chain e di un distributore di prodotti farmaceutici e dispositivi medici statunitense: la Business Intelligence è stata funzionale alla condivisione dei dati di punto vendita, al fine di

consentire una migliore gestione delle promozioni con annessa pianificazione degli inventari. Le parti hanno implementato un replenishment collaborativo, con possibilità di monitorare il livello di servizio. Altro esempio citato è quello di un produttore di prodotti chimici che ha implementato con suo fornitore un sistema BI per indicare il proprio fabbisogno su base real-time, superando i problemi che avevano con cambiamenti non schedulati agli ordini utilizzando Electronic Data Interchange transmission. Nelle conclusioni viene rimarcata l'uso della BI in SC per implementare scorecard, reporting predefiniti o ad hoc e dashboard sui KPI, integrando dati da fonti multiple.

Dalmolen et. al. (2013) hanno proposto un'interessante applicazione della BI in ambito misura delle performance per i 3PL, che trae ispirazione dal noto indicatore di produzione OEE (Overall Equipment Effectiveness) e ne propone l'estensione all'ambito trasporti con la denominazione OTE (Overall Transportation Effectiveness).

Gli autori nella review iniziale hanno discusso le applicazioni della BI alle attività logistiche. Le aree applicative indicate sono: Transportation Management, Warehouse Management, Value Added Services, IT services. Nel Transportation Management la BI può essere utilizzata per monitorare le performance dei corrieri, per capacity planning, routing e scheduling. La BI può inoltre aiutare l'analisi del costo opportunità sostenuto per carenze di capacità, in fase di valutazione di suoi incrementi. Fornisce la possibilità di ridurre il numero di km percorsi dai truck senza carico tramite analisi real time, che migliorano routing e scheduling. Ogni KPI monitorato dovrebbe avere dei target di riferimento, con possibilità di alert in caso di "superamento" di tale soglia (da intendersi sia in aumento che diminuzione, dipende dalla logica con cui l'indicatore è costruito).

Una sintesi delle applicazioni BI alla Logistica proposte dagli autori è mostrata in Figura.



Figura 3.1. Applicazione della BI alla Logistica (Dalmolen et. al., 2013)

Nel seguito gli autori descrivono in dettaglio come è strutturato il modello OTE per il monitoraggio dell'efficienza dei trasporti, e propongono una sua implementazione in una dashboard BI, sviluppata su software Qlikview (azienda leader in ambito soluzioni BI/analytics).

Nello specifico vengono utilizzate le seguenti definizioni:

- (T) *Total Time*: periodo di tempo selezionato (es. 1 settimana, ma comunque espresso in ore), moltiplicato per il numero di truck.
- (C) *Company Open Time*: tempo di “apertura” dell’impresa (es. no weekend, turni notturni, festivi etc.)
- (U) *Used Time*: tempo in cui gli ordini possono essere schedulati ed eseguiti. Le perdite in questa categoria si riferiscono all’assenza di ordini.
- (O) *Operational Time*: tempo di spedizioni ordini. Perdite in questa categoria si riferiscono a manutenzioni programmate, training dei driver, revisioni.
- (P) *Production Time*: tempo “produttivo”. Perdite si riferiscono a pause caffè, dock waiting time.
- (R) *Running Time*: tempo di guida (esclude carico/scarico dei mezzi).
- (F) *Real Running Time*: tempo effettivo di guida (esclude guasti tecnici a motore, pneumatici etc.).
- (S) *Real Operation Time*: include perdite legate a velocità inferiore al limite consentito (es. traffico).
- (E) *Effective Time*: include le “on-time losses”, cioè sostanzialmente i casi in cui il truck arriva oltre il suo timeslot.

Il tutto è sintetizzato nella seguente Figura.

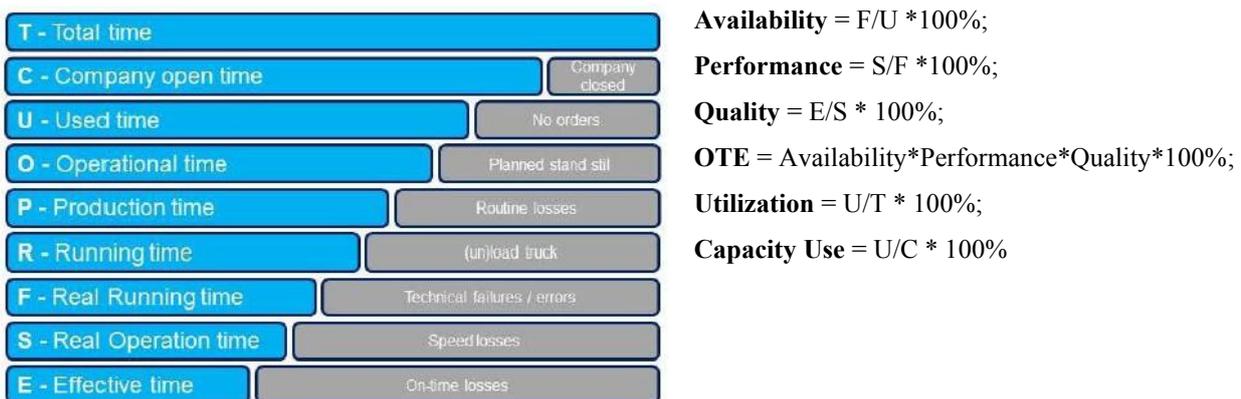


Figura 3.2. OTE Framework (Dalmolen et. al., 2013)

Infine, gli autori hanno trasformato il modello in una dashboard BI (Figura 3.3), utilizzando il software Qlikview. Le fonti dati utilizzate dalla dashboard sono il Transportation Management System (TMS) del 3PL (non indicato esplicitamente, ma proposto come uno dei principali europei, con l’analisi riferita al suo branch tedesco) e le unità installate on-board sui truck (arricchite con la posizione GPS ricavata con API Google Maps per migliorare la qualità dei dati).



Figura 3.3. Dashboard OTE prototipo (Dalmolen et. al., 2013)

Biswas e Sen (2016) hanno proposto l'utilizzo della BI real-time in ambito SC per l'analisi della perdita dei clienti (customer churn), manutenzione predittiva e tracking dei trasporti.

Morley (2017) ha parlato dell'importanza di combinare dati da più sistemi nella BI di SC (processo di data blending), ed indicato alcune caratteristiche che le informazioni ricavate da un sistema BI in SC devono avere. Nello specifico:

- **Tempismo:** le decisioni devono oggi essere basate su info real-time o near real-time.
- **Accuratezza:** i dati in input nel sistema devono possedere adeguata Data Quality.
- **Rilevanza:** misurare qualsiasi aspetto porta esclusivamente ad overload informativo. Vanno monitorati gli aspetti chiavi, con possibilità di “zoom” per evidenziare problematiche più specifiche.
- **Integrazione:** è impossibile ricavare insight significativi da un unico dataset. La BI deve fornire un quadro completo combinando fonti multiple.
- **User-friendly:** va posta molta enfasi sulla qualità della visualizzazione delle informazioni. Quanto più è semplice, tanto più saranno comprese e quindi utilizzate.

L'autore nel seguito indica alcuni dei benefici conseguibili tramite BI in SC. A rigore, parla in termini generici di analytics: come anticipato nel capitolo precedente, l'analytics è un dominio più ampio rispetto alla BI, la quale di fatto coincide (seppur non esattamente) con la descriptive analytics. Nella presente trattazione l'analytics di SC (focalizzata su predictive/prescriptive e legata ai Big Data) verrà descritta in un paragrafo successivo.

Si riportano pertanto soltanto gli aspetti ritenuti afferenti al concetto base di BI:

- **Miglioramento della Pianificazione/Schedulazione:** facilitato dalla visibilità (near) real time degli inventari nei diversi nodi della rete.

- **Order Optimization:** ottimizzazione del processo di approvvigionamento monitorando costi di acquisto e stoccaggio.
- **Real time supply chain execution:** visibilità completa sui processi e alert automatici all'insorgere di problematiche.
- **Inventory management e replenishment planning:** monitoraggio di metriche rilevanti sulle scorte come tassi di consumo e livelli rispetto al target, eventualmente se i sistemi lo consentono visibilità anche sugli inventari dei partner di supply chain.
- **Supplier Performance:** monitoraggio delle performance dei fornitori, funzionale a meglio definire la relazione contrattuale e la negoziazione sui prezzi.

L'autore parla della BI nell'ambito delle tecnologie di integrazione B2B, vista come la piattaforma su cui si fonda il concetto di Supply Chain digitale. L'integrazione B2B garantisce un'unica fonte dati per le analisi di SC, riunendo un range di applicativi back-end e middle-end quali ERP, CRM, WMS, TMS ed anche fonti esterne. L'analytics engine integra tali sorgenti tramite data-blending, li processa e ne presenta una visualizzazione chiara e coerente.

Tra le funzionalità di una soluzione BI riportate vi sono: Data Capture, Data Modeling, Data Reporting, Data Visualization, Intuitive Dashboards (metriche pre-configurate ma anche customizzabili sulla base delle necessità).

Tabella 3.1. Come l'analytics impatta positivamente sull'Inventory Visibility (Morley, 2017)

Business Benefit from Applying Analytics	Data Owner	Data Sources	Example Metrics
Improve inventory visibility	Procurement Buying director Manager	B2B integration platform	ASN timeliness
Improve supplier management	Operations director Manager	ERP	Delivery timeliness
Improve inventory management	Transportation Logistics director Manager	Accounts payable/ receivable	Quantity variance
Implement vendor managed inventory	CFO Financial director	Warehouse management system (WMS)	Delivery count and frequency by trading partner
Reduce logistics costs	Operations Logistics	Transportation Management System (TMS)	Count of nodes by SKU/order
Reduce LWOE write-offs	Operations Logistics	ERP/MRP	Percentage of units wasted due to expiration
Reduce warehouse/distribution center carry costs	Operations Logistics	ERP/WMS/TMS	Total logistics cost per SKU/RMC

Infine, l'autore approfondisce come casi d'uso l'impatto della BI e dell'analytics su specifici processi di SC (Demand Forecasting, Invoice Reporting, Inventory Visibility, Supplier Performance Reporting, Procurement Reporting). A titolo esemplificativo si riporta la tabella che sintetizza l'analisi sull'Inventory Visibility.

Le implementazioni aziendali della BI spesso non sono sistematiche. Singoli dipartimenti e divisioni sviluppano propri data warehouse o data mart, BI tool specifici, progettano applicazioni e definiscono metriche di processo (*Isik et. al., 2013*). Per cui, anche se il livello complessivo di utilizzo della BI cresce, spesso tali applicazioni restano “isolate” e disconnesse.

L'opposto di tale modello è rappresentato dalla BI pervasiva; tipicamente interattiva, intuitiva, accessibile per un numero maggiore di utenti, in grado di fornire analisi senza l'ausilio di personale IT (*Lim et. al., 2013*).

L'applicazione della BI pervasiva in SC nella comunicazione/coordinamento con fornitori e clienti è ancora per larghi tratti inesplorata (*Stefanovic, Milosevic; 2017*). Gli autori hanno sviluppato un Supply Chain Intelligence Model, assieme alla sua implementazione attraverso un portale web per coordinamento, analisi e monitoraggio. Integra tool e tecnologie precedentemente separate, ed i suoi elementi principali sono modello di processo (con metriche), data warehouse e SCI web portal.

Il metodo di modellazione dei processi e l'approccio usato nel design del data warehouse lo rendono flessibile, di facile implementazione, customizzabile.

La sua struttura complessiva è mostrata in Figura 3.4.

Unifica processi, metriche, metodologie e tool in un'unica business solution. Per processi e metriche fa ricorso alla standardizzazione offerta dallo SCOR Model.

L'Unified Dimensional Model (UDM) è un layer extra che unifica a livello logico le diverse data source (database relazionali, data mart, spreadsheets, web services, etc.). A differenza di altri approcci, consente elaborazioni complesse, la definizione di gerarchie e KPI. La definizione server-based dei KPI offre un metadata management centralizzato e abilita la creazione di varie applicazioni front-end di BI e analytics. Il data warehouse agisce come fonte integrata per elementi BI come planning model, performance monitoring system, reporting & data mining model.

Gli autori propongono molti dettagli tecnici sull'architettura IT e su come essa faciliti la collaborazione e risolva problematiche legate alla gestione dati di Supply Chain.

SCI EXCELLENCE MODEL

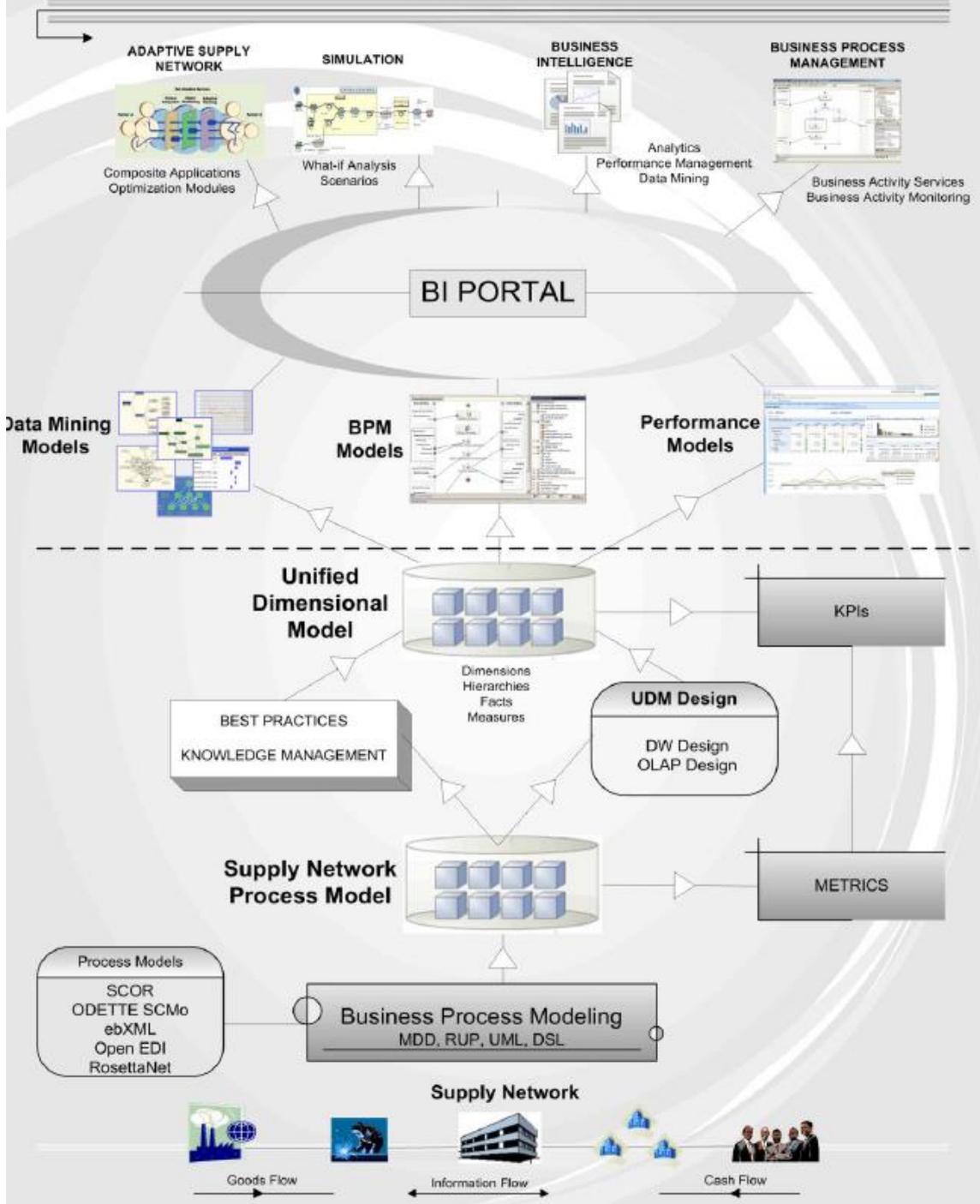


Figura 3.4. Supply Chain Intelligence Model (Stefanovic, Milosevic, 2017)

Il SCI Model introduce inoltre un web portal per analytics, monitoring, planning, data mining e simulazioni. Include KPI, dashboard, scorecard, report, etc., mantenendo un grande livello di personalizzazione potenziale per gli utenti e facilitando il decision making collaborativo.

In Figura viene mostrata una dashboard del sistema una volta implementato.

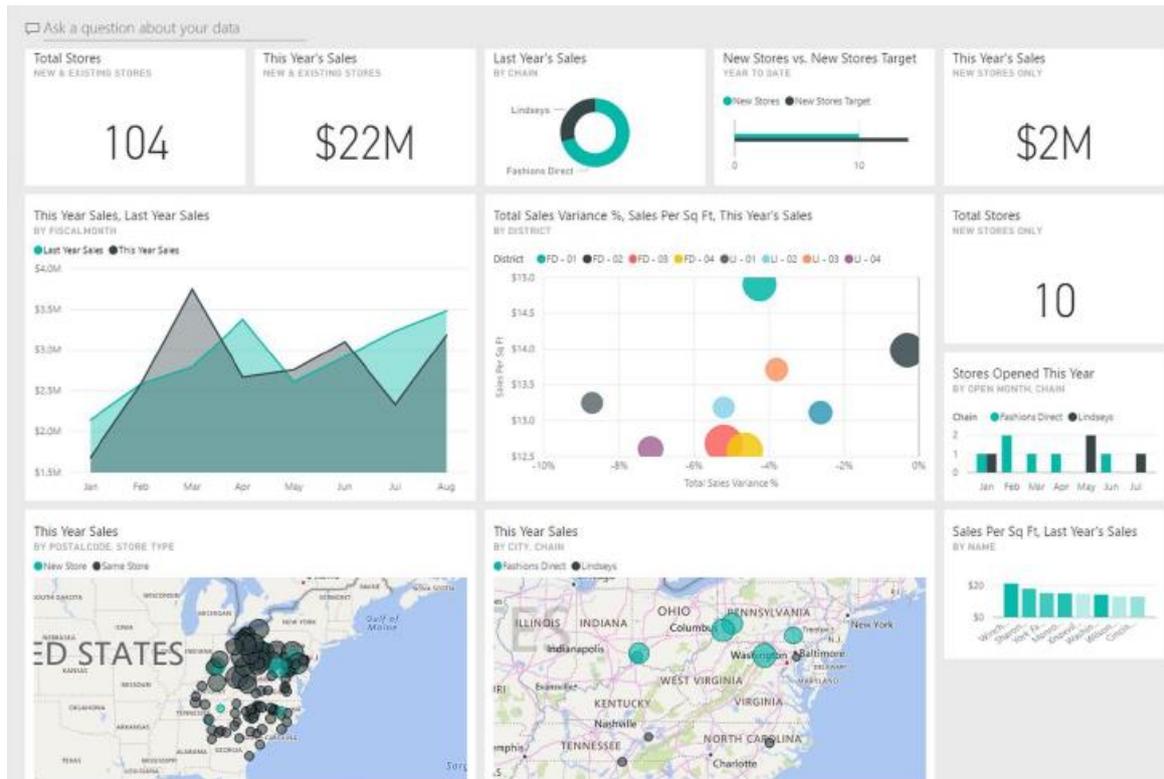


Figura 3.5. Supply Chain Intelligence dashboard (Stefanovic, Milosevic, 2017)

Per come il sistema è progettato, abiliterebbe la creazione non soltanto del portale BI a livello supply network globale, ma anche “sotto-portali” BI a livello impresa o divisione.

Il concetto di Supply Chain Intelligence nell’ambito del decision making collaborativo è stato affrontato anche da altri autori (*Batori, 2010*). Mentre le tecnologie SCM sono principalmente focalizzato sull’efficienza operativa e transazionale in aree quali sourcing, produzione e distribuzione, l’integrazione della BI con tali sistemi (da cui Supply Chain Intelligence) mira ad ottenere concreti insight che supportino le decisioni, integrando dati dai sistemi informativi di fornitori e clienti. L’autore indica come aree applicative della Supply Chain Intelligence:

- **Sales/marketing:** analizzare vendite e caratteristiche dei clienti;
- **Forecasting:** miglioramento del forecast della domanda facendo leva sulla mole di dati, e sfruttarla per definire in modo più accurato i target di stock;
- **Ordering/replenishment:** miglioramento delle strategie di approvvigionamento in termini di tempi e quantità;
- **Vendor Analysis:** analisi delle performance dei fornitori;
- **Distribution/Logistics:** miglior consolidamento dell’inbound e outbound;

- **Transportation Management:** sviluppo di migliori piani di consolidamento dei trasporti e routing schedule;
- **Inventory Planning:** maggior accuratezza nella definizione degli stock target di ogni item, per conseguire un prefissato livello di servizio;
- **Finished good deployment:** bilanciamento domanda/offerta e capacità di determinare come allocare al meglio quantità limitate di prodotti finiti.

La nota società di consulenza *McKinsey (2016)* ha offerto un'interessante panoramica sulla Supply Chain 4.0, nella quale sono state trattate le tematiche della Business Intelligence, (Big) Data Analytics ed altri aspetti innovativi.

Viene rimarcato il cambio di focus del SCM verso processi di pianificazione avanzata come analytical demand planning e S&OP integrato, esternalizzando la logistica operativa a 3PL.

Le SC odierne sono più veloci attraverso analisi predittive (domanda, trend di mercato), monitoraggio real-time dello stato degli impianti per ottimizzare l'approvvigionamento dei ricambi, forecast condotti su base settimanale (e non più mensile) o addirittura giornaliera per i prodotti a maggiore rotazione. In futuro si assisterà al "predictive shipping", brevettato da Amazon, in cui gli ordini cliente vengono ex-post associati ad una spedizione già nel network (in viaggio verso la regione del cliente), con un re-routing dinamico verso l'esatta destinazione.

Le SC moderne attraverso BI e tecnologie correlate saranno più flessibili, tramite ad hoc e real-time planning. La pianificazione minimizzerà i "frozen period", diventando un processo continuo in grado di adattarsi dinamicamente ai cambiamenti di requisiti e vincoli (es. feedback real-time sulla capacità produttiva dagli impianti). Saranno inoltre più accurate: i Performance Management System di nuova generazione forniscono trasparenza end to-end real-time lungo tutta la SC. Lo span delle informazioni va da KPI di sintesi come il livello di servizio complessivo, sino all'esatta posizione dei truck nel network. L'integrazione dei dati di fornitori e 3PL in un "SC cloud" garantisce allineamento tra tutti gli stakeholder. I PMS dispongono inoltre di algoritmi per settare in automatico i target ed addirittura per adattarli a livelli più realistici al verificarsi di determinati eventi. Sono in grado di "apprendere" a identificare in modo automatico rischi ed eccezioni cambiando parametri di SC, in un approccio closed-loop per la loro mitigazione. Possono gestire un ampio spettro di eccezioni senza il coinvolgimento umano.

Al fine di uniformare il carico di lavoro nella SC, vari approcci di trasparenza e pianificazione dinamica sono utilizzati per attività di demand shaping (es. offerte per delivery time slot con truck a basso utilizzo).

L'articolo procede sostenendo che Nelle Supply Chain moderne possono ancora essere identificate fonti di “digital waste”. In particolare:

- 1) *Data capturing e management*. Spesso i dati disponibili sono comunque eccessivamente manipolati manualmente e non aggiornati frequentemente (es. il master data sul supplier lead time, inserito una volta e spesso non modificato per anni). Se il lead time dei fornitori aumenta continuamente devono essere prodotti alert automatici immediati per affrontare il problema. Non è sufficiente riscontrarlo nel report a fine mese sul livello di servizio di fornitura. La BI real-time lo consente.
- 2) *Integrated process optimization*. Le aziende stanno iniziando ad adottare processi di pianificazione integrata, ma spesso ancora eseguiti in silos e senza far leva su tutte le informazioni possibili. Le pianificazioni o forecast calcolati in automatico sono spesso comunque sovrascritte manualmente. Soprattutto per gli item ad alta rotazione, ciò ha spesso impatti negativi sull'accuratezza del forecast. Oltre all'ottimizzazione intra-company, quella tra imprese ha ancora grandi margini di miglioramento tramite una migliore trasparenza.
- 3) *Physical process execution*. Le attività operative di magazzino, il replenishment della linea, il transport management sono ancora effettuati senza far leva al 100% sui dati a disposizione. Le operations di magazzino sono gestite in lotti da una o due ore, non consentendo l'allocazione real time di nuovi ordini e il routing dinamico.

Viene inoltre proposta una schematizzazione (McKinsey Digital Supply Chain Compass, Figura 3.6) sulle principali leve di miglioramento della SC 4.0, strutturata su sei principali value driver: tra di essi vi è il performance management.

In riferimento ad esso, viene indicato come in passato la generazione di KPI dashboard era un task molto complesso ed essi fossero disponibili solo ad un livello molto aggregato. Oggi dati molto più granulari sono disponibili real-time da fonti interne ed esterne. Ciò sposta il performance management da un processo periodico (in genere mensile) ad un processo operativo, orientato al miglioramento continuo.



Figura 3.6. McKinsey Digital SC Compass (McKinsey, 2016)

I sistemi odierni di Performance Management possono gestire in modo autonomo le eccezioni minori e proporre soluzioni potenziali per quelle più significative.

La root-cause analyses automatica è uno degli approcci appunto utilizzati per la gestione delle eccezioni: il sistema di Performance Management è in grado di identificare la root-cause di un'eccezione comparandola ad un set predefinito di indicatori o tramite analisi big data, con tool di data mining e machine learning. Sulla base della root-cause identificata, il sistema in automatica adotta contromisure, come l'attivazione di un replenishment o cambio dei parametri settati nel sistema di pianificazione (ad esempio le scorte di sicurezza).

In riferimento al miglioramento dell'order management, vengono citati il no-touch order processing e il real time re-planning. Il primo si riferisce ad una completa automazione del processo di gestione degli ordini, ovvero senza alcun intervento manuale; il secondo si riferisce al re-planning istantaneo dello schedule di produzione e dei piani di replenishment, che abilita la conferma delle date di consegna.

In riferimento alla Collaborazione, vengono proposte le piattaforme cloud di SC, utili per la pianificazione congiunta e lo sharing di dati coi partner, riuscendo ad esempio a ridurre significativamente le scorte lungo la catena.

Gli approcci tradizionali al PM di SC sono messi in discussione dalle richieste sempre più sofisticate dei clienti, dai passi avanti della tecnologia e della complessità delle SC odierne (Deloitte, 2017).

Nel report appena citato il SC performance management viene definito come un approccio unificato per il miglioramento di efficienza ed efficacia dei processi di SC.

Gli elementi chiave da considerare sono: Strategia di SC, Organizzazione, Planning, Management e Attività di Controllo; e la combinazione di questi elementi colma il gap tra i decisori e i sistemi IT per la misura delle performance, dotati di tool di reporting e funzionalità per gestire dati di diversa struttura. La società di consulenza propone un modello per il Performance Management Integrato in Supply Chain, mostrato in Figura.

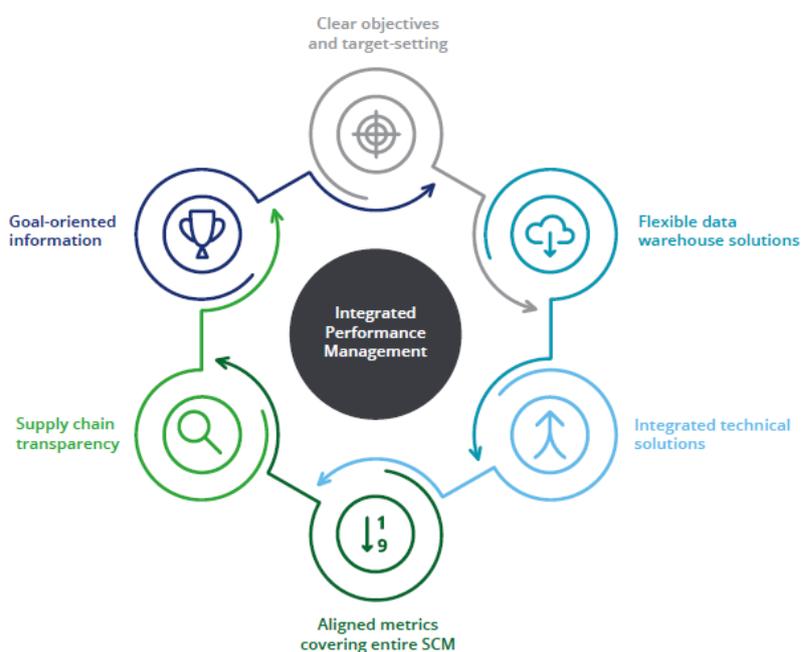


Figura 3.7. Integrated SC Performance Management Framework (Deloitte, 2017)

Il performance management integrato in SC è focalizzato su:

- Condivisione di obiettivi e delle metodologie per settare i target;
- Informazione sul conseguimento dei target fornita a tutti gli stakeholder rilevanti;
- Trasparenza di SC e allineamento tra processi, tecnologia e struttura organizzativa;
- Accordo su quali metriche adottare, e loro capacità di essere utilizzate per root-cause analysis in caso di scostamenti riscontrati;
- Soluzioni tecniche integrate per raccolta dei dati e distribuzione dell'informazione;
- Un data warehouse aziendale flessibile, con adattabilità per metriche, report e layout.

Molte imprese hanno implementato PMS in SC sulla base di considerazioni molto limitate. Tali sistemi sono isolati, statici, con metriche retrospettive e non olistici. L'analisi root-cause è limitata dall'aggregazione dei dati, o semplicemente non possibile per mancanza di informazioni. Manca la prospettiva end-to-end e un performance management davvero integrato.

I quattro elementi che fanno la differenza nel SC Performance Management proposti sono:

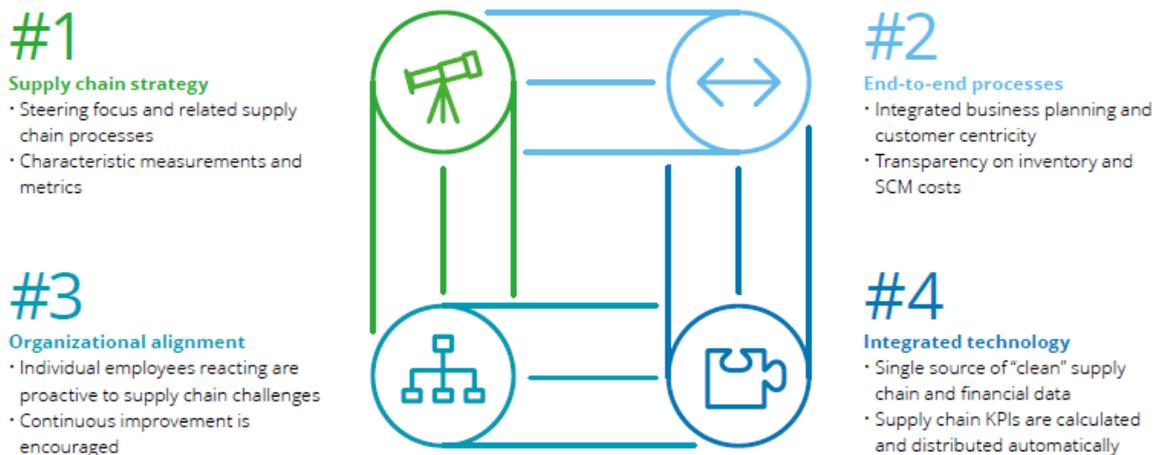


Figura 3.8. The four differentiators in SC Performance Management (Deloitte, 2017)

Tra di essi, sicuramente i punti 2 e 4 hanno maggiore attinenza con la sfera tecnologica e la BI.

La tecnologia è descritta come un "key enabler" per un world class SC reporting & performance management. Le imprese leader operano con un enterprise data warehouse come singola fonte di "clean" data per l'analisi. I sistemi in-house sorgente forniscono dati in input nello scenario migliore in real-time, con di pari passo anche integrazione delle fonti dati esterne.

Le dashboard BI creano un overview delle metriche rilevanti su più dimensioni (brand, prodotti, aree geografiche, clienti), e i KPI misurati sono nell'ambito del reporting distribuiti in automatico agli stakeholder rilevanti. Gli algoritmi predittivi in tale contesto sono utilizzati, ma la maturità di queste soluzioni non è ancora consolidata.

Tra i trend evolutivi del SC Performance Management Deloitte indica:

- Shift verso dati real time, abilitato da sensori per geolocalizzazione e condizioni come temperatura e pressione;
- Digitalizzazione della SC, con conseguente crescita esponenziale della mole di dati da dispositivi connessi;
- Nuovi modi per visualizzare gli insight di SCM e maggiore ricorso all'analisi predittiva;
- Più facile integrazione dei dati di SC interni con le fonti esterne (anche dati su traffico e meteorologici);

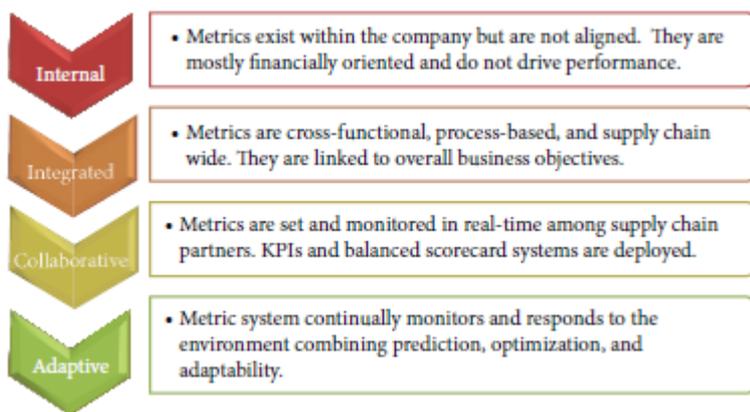
- Miglioramento delle capabilities di analytics, con analisi sempre più veloci ed efficaci.

Il reporting sta completando il suo shift dal periodico verso un processo continuo 24/7 di informazioni real-time, il decision making diviene più collaborativo ed interattivo, in uno scenario caratterizzato da una cultura aziendale performance-based sempre più condivisa.

Il Performance Management complementa la BI, collegando persone, strategie, processi e tecnologia (Stefanovic 2014). L'autore indica come principali problematiche dei Performance Measurement System di SC in primo luogo la presenza di dati distribuiti ed eterogenei, con conseguenti sfide legate alla loro integrazione, ed in secondo il fatto che i KPI siano tipicamente retrospettivi (es. lo stock dello scorso mese comparato allo stock target). Oggi tecnologie come il data mining consentono di analizzare i KPI in modo predittivo, consentendo una gestione sempre più proattiva.

Poche imprese leader adottano PMS realmente estesi (siano essi sviluppati in house o tramite software Performance Management di terzi), cioè che non solo misurino le performance aziendali, ma bensì quelle di SC. Buona parte delle imprese si trova ancora allo stadio "internal" o "integrated" del Maturity Model indicato in Figura 3.9.

Figura 3.9. SC Performance Measurement Maturity Model (N.Stefanovic, D.Stefanovic; 2009)



L'implementazione del PMS richiede estrazione, trasformazione e caricamento di tutti i dati rilevanti in un'unica e integrata data source, che l'autore definisce Collaborative and Intelligent Web Information System.

Al maturare dei PMS e delle soluzioni BI, queste saranno sempre

più dipendenti da analisi predittive. Degli studi hanno evidenziato che il ROI di un'applicazione predittiva è fino a cinque volte superiore rispetto alle applicazioni BI basate sull'analisi descrittiva (Eckerson, 2006).

Per quanto posseda grandi risvolti pratici, il performance management predittivo in Supply Chain non ha ricevuto grande attenzione da parte della ricerca, con inoltre in molti casi un forte focus su aspetti specifici, a scapito di un più utile approccio globale (Stefanovic, 2014).

Maleki e Machado (2013) ad esempio hanno proposto framework per lo sviluppo di data mining models basati su reti Bayesiane che tiene conto di incertezza e mutua dipendenza tra gli indicatori di performance di SC.

Sono necessari sistemi Performance Management di SC in grado di collezionare, integrare e consolidare tutti i dati rilevanti, utilizzare BI tool come data warehousing e data mining per identificare trend e pattern nella grande mole di dati, ed infine presentare gli insight agli utenti tramite portali web. Identificato tale gap, *Stefanovic (2014)* ha proposto un modello e soluzione software di PM di SC, la cui struttura e principali elementi sono mostrati in Figura 3.10.

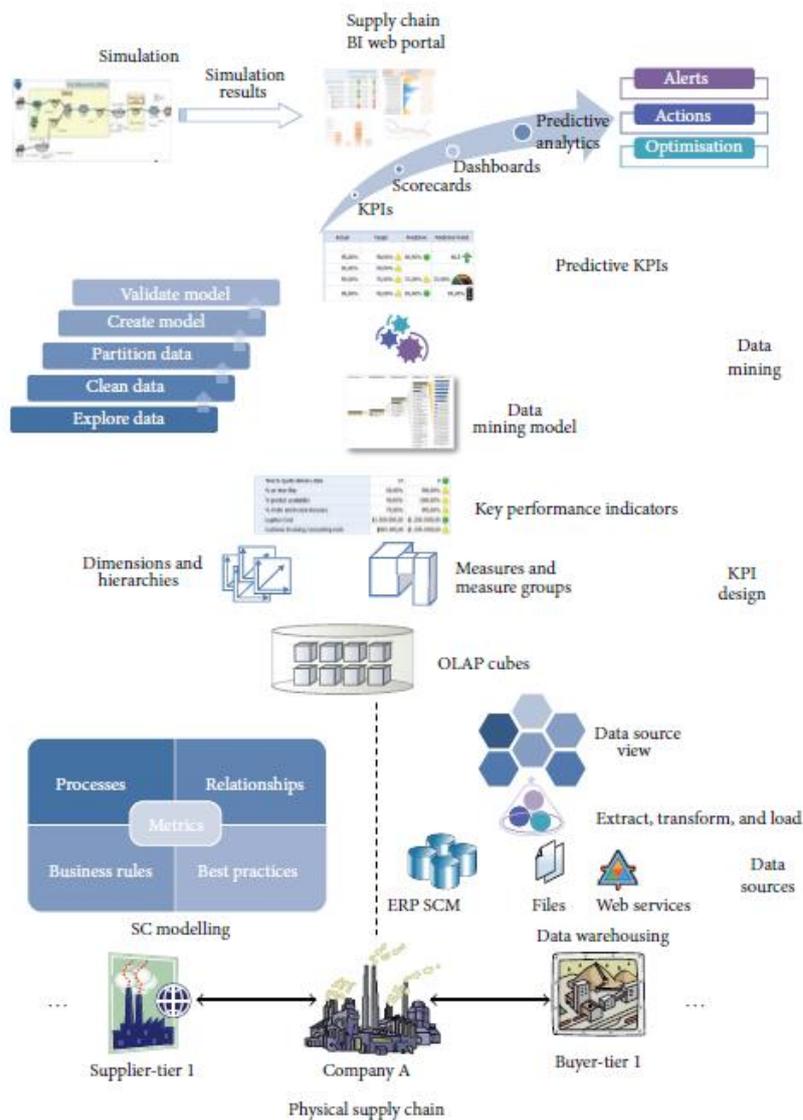


FIGURE 2: Predictive supply chain performance management model.

Figura 3.10. Predictive SC Performance Management Model (Stefanovic, 2014)

La base del modello è la modellazione di processi, relazioni, metriche, best practice e altri elementi rilevanti. Per fare ciò l'autore fa riferimento allo SCOR Model nella creazione del meta-modello (cioè essenzialmente il diagramma delle classi) di SC.

L'output di questo stage è un Supply Chain Process Model che serve da input per il design del data warehouse. Sulla base di questo modello di processo, dati da varie fonti sono estratti, "puliti" e

trasformati al fine di soddisfare i requisiti per KPI design, analisi multidimensionale e data mining model.

Lo step successivo è la costruzione di cubi OLAP con adeguate dimensioni e misure. Lo schema OLAP rappresenta la base per il design dei KPI, dei quali viene mostrata una rappresentazione visuale di andamento nel tempo.

Lo step successivo include il data mining, aspetto chiave per il predictive performance management. In tale step i dati storici sui KPI sono utilizzati per predire le performance future. Per tale scopo possono essere utilizzate diverse tecniche e algoritmi di Data Mining, sulla base di obiettivi e condizioni specifiche.

Tra di essi, l'autore cita:

- *Classification algorithms* (come gli alberi decisionali): predicono una o più variabili discrete sulla base degli altri attributi nel dataset;
- *Regression algorithms*: predicono una o più variabili continue, sulla base degli altri attributi nel dataset;
- *Time series algorithms*: predicono il pattern sulla base dello storico (variabile continua);
- *Association algorithms*: identificano correlazioni tra diversi attributi in un dataset. La loro applicazione più nota è la creazione di regole di associazione (usate ad esempio in market basket analysis oltre che in analisi KPI).

La scelta dell'algoritmo più idoneo non è semplice. Nel caso di previsione su variabili discrete (es. l'out of stock) possono essere usati classificatori bayesiani, alberi decisionali e reti neurali; per variabili continue (es. le vendite) può essere usato un algoritmo su serie temporali.

Il vantaggio di usare KPI OLAP-based è che la loro definizione è server-based, cioè ogni client lungo la SC accede ad una "single version of the truth", facilitando il coordinamento tra le parti.

La validazione del Data Mining Prediction Model può essere effettuata tramite tecniche statistiche, coinvolgendo esperti del dominio SC, utilizzando la tecnica del training set. Tali approcci non sono fra loro mutuamente esclusivi: possono essere combinati durante le fasi di design e testing per raffinare il modello in modo iterativo.

In Figura è mostrato un esempio di previsione prodotta dal modello.

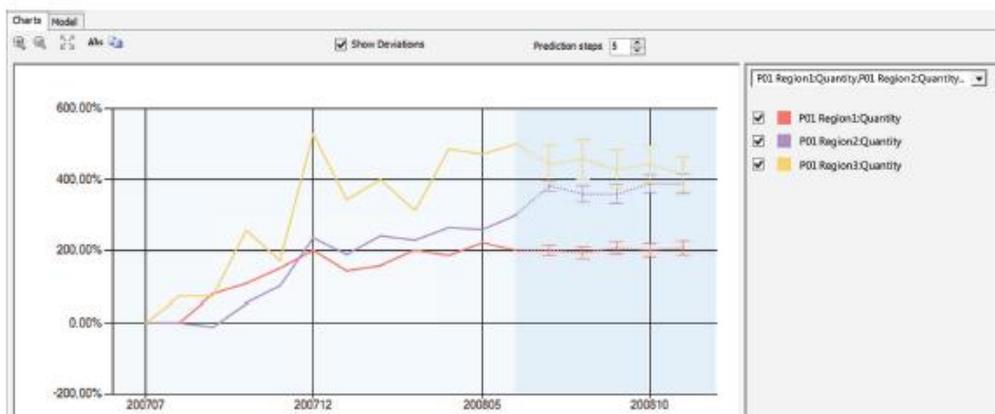


Figura 3.11. Forecasting Data, con deviazioni (Stefanovic, 2014)

La validazione include misure relative ad accuratezza, affidabilità ed utilità del modello predittivo. La prima si riferisce a quanto bene il modello riproduce gli attributi del dataset, la seconda si riferisce a quanto bene si adatta a diversi dataset (utile per SC di aziende con molte divisioni/Business Unit, che possono avere dataset diversi), e infine l'utilità si riferisce a quanto il modello supporta il processo decisionale.

La definizione OLAP-based dei KPI consente agli utenti di effettuare analisi su molte dimensioni gerarchiche (anno, trimestre, nazione, prodotto/Business Unit etc.).

In generale, la BI collaborativa mira ad estendere il processo di decision making oltre i confini della singola organizzazione, verso l'intera SC (Berthold et. al., 2010). È pervasiva, flessibile, user-friendly, orientata a collaborazione e miglioramento dei processi.

Nel caso specifico, le informazioni sono veicolate agli utenti tramite un BI web-portal, sottoforma di report, chart, scorecard, dashboard e notifiche. Una BI pervasiva ed intuitiva abilita il self-service data mining per gli utenti. Il portale web rappresenta un punto unico di accesso per tutte le informazioni rilevanti per il Performance Management (KPI, dashboard, scorecard, strategy map, report etc.). Tali elementi possono essere definiti nel portale o importati anche da fonti esterne (altre applicazioni, spreadsheet). Il sistema utilizza principalmente metriche standard (le metriche SCOR), ma è consentita la creazione di metriche custom company-specific o industry-specific. Gli utenti possono effettuare analisi drill-down secondo la gerarchia SCOR e realizzare dashboard personalizzate in cui inserire le metriche di interesse. Sono inoltre presenti funzionalità per la collaborazione con altri utenti.

Lo step finale è quello di prendere azioni concrete sulla base degli insight ottenuti.

Il modello e la soluzione software sono stati implementati con successo in un'azienda automotive.

Una dei processi di Supply Chain in cui la Business Intelligence e l'Analytics sono utilizzati maggiormente è l'Inventory Management. Esso rappresenta uno dei processi chiave del SCM, in quanto i costi associati alle scorte rappresentano una porzione significativa del costo totale di SC. Incorporare analytics predittive nell'inventary management può portare ad ottimizzare le strategie di approvvigionamento, migliorare il livello di servizio, ridurre costi di stoccaggio e cash-to-cash cycle time, aumentare la profittabilità (*IBM, 2012*).

Una delle primissime applicazioni in tal senso è rappresentata da un expert system chiamato Inventory Management Assistant (IMA), progettato per aiutare l'US Air Force Logistics Command nel replenishment di parti di ricambio dei velivoli e nella riduzione delle scorte di sicurezza (*Allen, 1986*). *Dhond et. al. (2000)* hanno applicato tecniche basate sulle reti neurali per l'ottimizzazione degli inventari nella distribuzione di dispositivi medici, con riduzioni nei livelli di stock nell'ordine quasi del 50%. Un expert system può essere incorporato in un sistema MRP, acquisendo dati su master production schedule, bill of material, order pattern ed utilizzarlo per sviluppare regole sistematiche di lot-sizing per ottimizzare il replenishment (*Min, 2010*).

Una parte significativa della ricerca è focalizzata su specifici aspetti delle soluzioni BI/analytics (es. l'algoritmo previsionale), senza un approccio globale che comprenda altri elementi importanti per il successo della soluzione, quali data extraction, transformation e loading, modellazione dimensionale, delivery delle informazioni (*Aruldoss et. al., 2014*).

Lo stesso autore del ricco modello esposto in precedenza, in un lavoro successivo (*Stefanovic, 2015*) ha proposto una soluzione BI per la SC automotive che utilizza data warehouse e data mining per ottimizzare l'inventary management delle parti di ricambio, fornendo previsioni sugli out-of stock a livello nodo di SC/prodotto. La soluzione proposta utilizza un BI semantic model sviluppato ad hoc, che garantisce integrazione, flessibilità e scalabilità.

La prima fase consiste nel design del data warehouse. Al fine di integrare dati da fonti distribuite, è necessario estrarre, "pulire", trasformare e caricare i dati nel datawarehouse (che nel caso specifico integrerà 36 retail store su dati relativi a circa 3000 parti di ricambio).

I dati utilizzati per la modellazione predittiva degli out of stock sono nello specifico: (i) Vendite (aggregate per store, prodotto, giornata), (ii) Inventari (aggregati per store, prodotto, giornata), (iii) Prodotti (con informazioni quali product code, descrizione, prezzo e categoria di appartenenza), (iv) Store (con informazioni come regione, distretto, città, capacità, descrizione).

Lo step successivo consiste nell'applicazione delle tecniche di data mining. Esso si articola in due fasi: clustering degli store sulla base dei pattern di vendita, e successivamente applicazione degli algoritmi per predire gli out-of-stock a livello store/prodotto (alberi decisionali e reti neurali).

L'effettiva significatività dei pattern individuati nella fase 1 è stata valutata anche discutendone con analisti ed altri esperti di dominio dell'azienda automotive.

Talvolta il modello di mining non contiene pattern utili. Ciò può accadere per due ragioni: i dati sono completamente random, oppure il set di variabili del modello non è il più idoneo. In quest'ultimo caso vanno ripetute le fasi di data cleaning e transformation, in un processo ciclico che porta allo sviluppo del modello finale in genere in alcune iterazioni.

Nella previsione degli out-of-stock è stata usata per la preparazione dei dati la tecnica *sliding window*, adatta ai casi in cui si prevedono valori futuri di una variabile discreta.

Per valutare l'accuratezza del modello si è soliti separare un subset dei dati (*testing set*). Il modello è costruito sul restante *training set*, e le previsioni prodotte vengono comparate con i valori effettivi del testing set. I risultati della valutazione sull'accuratezza delle previsioni hanno evidenziato valori medi del 98.78% per gli out of stock ad 1 settimana (di un certo prodotto in un certo store) e 92.46% a 2 settimane.

Le previsioni sugli out of stock sono inoltre state utilizzate per creare un modello che stimi il costo opportunità legato alle mancate vendite.

Infine, per aumentare la pervasività della soluzione BI facilitando l'accesso alle informazioni, è stato sviluppato un portale web sulla piattaforma SharePoint. È abilitata la self-service BI, consentendo agli utenti di creare report, query e viste personalizzate senza l'ausilio di staff IT.

Prima di proseguire con il paragrafo successivo, viene nel seguito presentato un case study legato a Business Intelligence e Performance Management a cui lo scrivente ha preso parte durante l'attività di Tirocinio, svolto presso l'azienda di consulenza IT Reply, e nello specifico nella divisione che si occupa di software in ambito Supply Chain Management (Reply Logistics).

Il progetto ha riguardato lo sviluppo di un Proof of Concept della soluzione Labor Management per un'azienda manifatturiera di primissima importanza.

Il Labor Management System Reply si colloca nella più ampia Suite di prodotti Click Reply, che oggi sta vivendo un'importante transizione verso il modello Cloud Software as a Service.

La visione complessiva della Suite, con tutti i software ambito SC che la compongono è mostrata in Figura 3.12.



Figura 3.12. Click Reply Overview

Il Labor Management System è la soluzione rivolta al monitoraggio (e miglioramento) delle performance della forza lavoro di magazzino. Esso presenta una struttura modulare.

Il Proof of Concept non ha coperto integralmente tutti i moduli del sistema, trattandosi soltanto di una versione “prototipale”, utile al cliente per selezionare il fornitore tra appunto Reply e altri due competitors. Ci si è pertanto focalizzati sulle funzionalità chiave, tenendo conto dei requisiti espressi dal cliente (seppur non formalizzati in modo strutturato).

Nello specifico i moduli facenti parte del sistema sono:

- **Team & Shift:** tale modulo, opportunamente integrato con il Manpower Planning e il T&A, rappresenta un utile strumento di monitoraggio dell’andamento giornaliero in termini di risorse (numero di operatori ed ore di lavoro) pianificate, schedate e disponibili, allertando sulla loro scarsità o viceversa eccesso.
- **Task & Work:** è il modulo di configurazione dei processi logistici che si andranno a monitorare, in termini di singoli Task che li compongono oltre che modalità con cui verranno svolti (e.g. carta/Radio Frequenza). È il punto di partenza per il calcolo delle misure di efficienza, che si basano sul confronto del tempo effettivo (misurato) con il tempo standard previsto per quel task (e quindi processo per aggregazione).
- **Physical Map:** modulo di configurazione della mappa di magazzino, in termini di dimensioni delle corsie, altezza scaffali, sensi di percorrenza, velocità dei mezzi, etc.

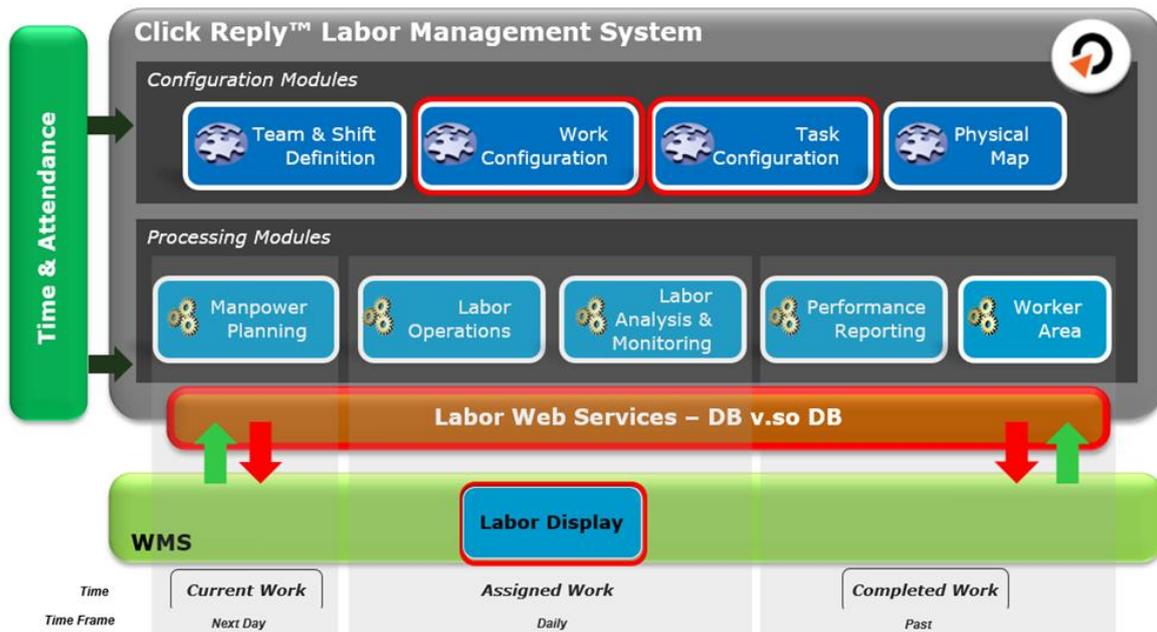
Ciò è utile al fine di calcolare il tempo standard degli spostamenti, che concorre alla misura dell’efficienza di operatori/Team di lavoro.

Il sistema (disponendo di codifiche adeguate per corsie, locazioni, aree, scaffali) consente di avere una rappresentazione 2D della mappa, interrogabile per ottenere la distanza tra due locazioni ed anche mostrare il percorso tra esse.

- **Manpower Planning:** modulo che consente il calcolo del fabbisogno di risorse (in ore di lavoro) per espletare il piano di lavoro previsto, se opportunamente integrato con il WMS per la ricezione del piano operativo. In assenza di quest'ultima condizione, come nell'ambito del PoC sviluppato, è possibile l'inserimento manuale direttamente sul LMS.
- **Operations:** modulo che include ad esempio la funzionalità di registrazione dei Task indiretti a consuntivo se non ricevuti in automatico da sistemi esterni (T&A), fornisce al supervisor visibilità di tutti gli Assignments in corso con annesse informazioni di interesse, gestisce notifiche push verso gli operatori.
- **Analysis & Monitoring:** modulo di monitoraggio real-time delle performance di operatori e Team. Include dashboard su Efficienza, incidenza dei diversi processi sul tempo totale e dei diversi task sul singolo processo, tempo effettivo di lavoro, incidenza di attività dirette/indirette.
- **Performance Reporting:** modulo per l'analisi storica delle performance di magazzino. Molte delle dashboard disponibili sono le medesime del modulo di Monitoring, in questo caso però è possibile osservare trend temporali selezionando l'intervallo di date di interesse.
Tra i grafici a disposizione vi sono: Performance (efficienza) globale giornaliera (o mensile), ranking dei team per efficienza, performance sui singoli processi, Incidenza del lavoro Diretto/Indiretto, Incidenza dei diversi processi logistici sul tempo (diretto) totale, Produttività di lavoratori e team (globale e sui singoli processi).

Tra i moduli presentati, Operations e Manpower Planning non sono rientrati nell'ambito del PoC, seppur il funzionamento di quest'ultimo è comunque stato mostrato al cliente in fase di presentazione dei risultati. Tutti gli altri, seppur con semplificazioni dettate dal trattarsi di una demo e soprattutto dalla quantità/qualità dei dati ricevuti dal cliente, sono rientrati nello scope di progetto.

Figura 3.13. Labor Management System Reply



Il Labor Management System consente il monitoraggio di tutti i processi logistici di interesse, se opportunamente configurati. La molteplicità dei processi consente inoltre anche di analizzare quali di essi impattano maggiormente in termini di tempo impiegato, punto di partenza per prioritizzare interventi di miglioramento. Tuttavia, trattandosi di una versione prototipale, si è deciso in accordo col cliente di focalizzarla sul processo ritenuto più rilevante, Il Picking.

Per fornire un ordine di grandezza, un significativo cliente Reply oggi utilizza circa 15 processi, tra cui Putaway, Replenishment, Sorting, Packing, Shipping, oltre appunto al Picking.

La prima fase del progetto è stata incentrata sulla mappatura del processo allo stato attuale (in termini di flowchart con rappresentazione dei punti di misurazione a disposizione, cioè delle interazioni dell'operatore con i sistemi).

Successivamente vi è stata la fase di raccolta dati dai sistemi WMS e T&A del cliente, caratterizzata da molte problematiche IT, legate sostanzialmente alla difficile integrazione tra questi sistemi preesistenti del cliente (forniti da altri vendor IT) e il Labor Management System Reply.

Sono successivamente state condotte le configurazioni relative ai moduli Team&Shift e Physical Map, con grandi difficoltà per la seconda avendo il WMS del cliente un sistema di codifica di corsie, locazioni etc. poco dettagliato. Essa è molto importante perché utilizzata dal sistema per calcolare il "Goal Time" degli spostamenti degli operatori, il quale prende parte alla misura della loro Performance.

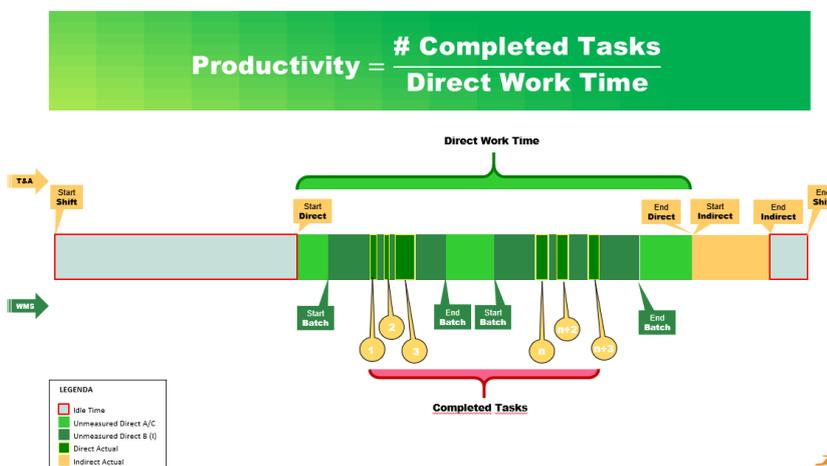
Tutti i dettagli su tali fasi, qui presentate in modo sintetico, sono stati esposti nella relazione di fine Tirocinio.

Il focus di un Labor Management System è rappresentato dalla possibilità di monitorare, real-time o con analisi storiche, le performance della forza lavoro di magazzino.

In magazzini non molto automatizzati la forza lavoro è ancora ampiamente la più significativa voce di costo, per questo motivo incrementi di produttività apparentemente contenuti (nell'ordine del 5%) possono comunque tradursi in savings per l'azienda consistenti. È il fattore su cui si basa il ritorno dell'investimento in un software di questo tipo, talvolta addirittura inferiore ad un anno.

Le due più rilevanti misure di performance, richieste dal cliente ed offerte dal LMS Reply, sono gli Indicatori di Produttività ed Efficienza.

Figura 3.14. Produttività LMS



La produttività è calcolata come:

$$Productivity = \frac{\#Prelevi}{Tempo Diretto}$$

Unità di misura OPH (Operation per Hour, ovvero Prelievi per Ora).

Un “Operation” rappresenta il prelievo da parte di un operatore

di un certo Item in una certa Locazione, nella quantità a lui indicata dal dispositivo RF.

Il tempo Diretto a denominatore rappresenta il tempo “lordo” che l’operatore impiega nelle attività operative in magazzino: se ad esempio vi è una riunione del team o un corso di formazione questo tempo non verrà incluso, trattandosi appunto di Tempo Indiretto. La dicitura tempo diretto tuttavia non significa che effettivamente l’operatore è “attivo” durante tutta la sua durata: potrebbe ad esempio fare una pausa non prevista tra un lotto di prelievi e l’altro; tale tempo verrebbe incluso nel valore a denominatore, peggiorando la misura di Produttività.

La misura di Produttività presentata si riferisce al processo di Picking, unico processo in scope nel progetto in questione, tuttavia con una logica analoga possono essere definite misure riferite ad altri processi.

Al fine di ottenere una misura di Produttività Globale (ad esempio la Produttività giornaliera o mensile di un certo operatore o Team) si effettua una normalizzazione della misura in OPH comparandola ad un valore Target opportunamente settato (nel caso specifico ricavato manipolando

opportunamente i dati storici WMS e settato pari al valor medio degli operatori). In questo modo si ottiene una misura %, e si può effettuare una media pesata della Produttività nei diversi processi utilizzando come pesi il tempo dedicato ad essi.

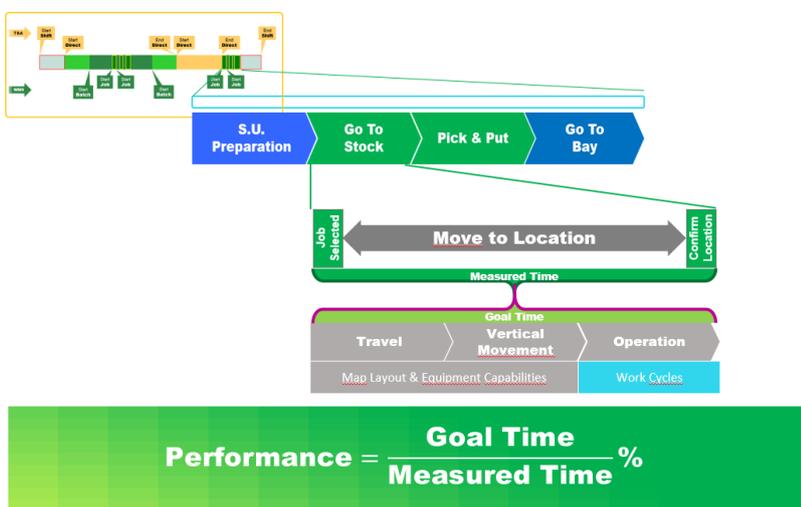
Nel progetto seguito durante l'attività di Tirocinio l'unico processo presente è il Picking, tuttavia è comunque stata fornita al cliente una misura % della Produttività, al fine di renderla più facilmente interpretabile:

$$Productivity (\%) = \frac{Productivity\ Actual\ (OPH)}{Productivity\ Target\ (OPH)}$$

In sintesi, la misura di Produttività può riferirsi a diversi intervalli di tempo (giornaliera, mensile o comunque dello slot di giorni di interesse), può essere riferita ad un singolo Operatore oppure ad un Team di lavoro e può riferirsi ad uno specifico processo (OPH oppure %) oppure essere un valore globale (%).

Il secondo indicatore di rilievo richiesto dal cliente e messo a disposizione dal Labor Management System è l'Efficienza (l'interfaccia inglese del LMS lo denomina Performance): essa si basa sul confronto tra il tempo effettivo impiegato nell'esecuzione di un Task ed il tempo standard in cui esso andrebbe completato (anche detto Goal Time), calcolato in modo automatico dal sistema (dettagli sulle modalità di calcolo esposti nella relazione di Tirocinio).

Figura 3.15. Efficienza LMS



L'indicatore così ottenuto è pertanto espresso in termini %. In questo caso la misura Actual è a numeratore e quella standard a denominatore perché l'indicatore migliora se il tempo misurato diminuisce.

L'indicatore si riferisce ad uno specifico Task, ma per come è

definito si presta anche ad ottenere misure globali (giornaliere o mensili ad esempio, per un certo operatore o Team) aggregando i Goal Time e i Measured Time di tutti i Task eseguiti.

Produttività e Performance rappresentano misure apparentemente simili: per quanto siano sicuramente positivamente correlate, si tratta in realtà di misure complementari.

Un operatore potrebbe svolgere pochi prelievi durante il turno (perché ad esempio effettua molte pause non previste), ma quei pochi svolgerli in modo molto rapido: la produttività sarà bassa,

l'efficienza sarà elevata. Naturalmente un operatore con un'elevata efficienza è più probabile abbia anche un'elevata produttività.

Una volta completata la fase di configurazione e di caricamento a sistema dei dati, il LMS è pronto per essere interrogato sulle diverse Tabelle/Grafici/Dashboard che è in grado di mostrare.

Vengono nel seguito riportati alcuni degli output generati e mostrati al cliente in fase di presentazione del prodotto.

CURRENT PERFORMANCE

Analysis on the average daily performance aggregated by day, shift and work team

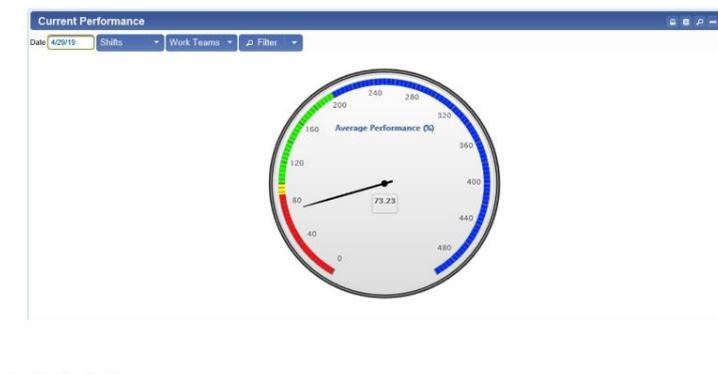


Figura 3.16. Performance attuale LMS

Analysis of:

- Trend of peaks in the workload during the day
- Performance trend during selected shifts



Figura 3.17. Trend Carico di Lavoro ed Efficienza

Tale cruscotto fornisce una rappresentazione immediata del livello di Performance % (cioè l'Efficienza) della giornata corrente.

Possono essere selezionati come filtri il Turno e il Team di lavoro (questi ultimi non configurati nel PoC).

Il diagramma a sinistra consente di osservare il trend durante il turno del carico di lavoro (in termini di Tempo Effettivo impiegato in Attività operative) e soprattutto dell'efficienza degli operatori (eventualmente si può filtrare il risultato per Work Team e Turni).

MY DASHBOARD

Possibility to group in one view multiple monitors selected by user



Figura 3.18. Creazione Dashboard personalizzate

WORKER PRODUCTIVITY

Analysis of daily trend and average value of productivity related to a specific worker



Figura 3.19. Worker Productivity LMS

A valle degli studi condotti per tale lavoro di tesi (posteriori rispetto al progetto di Tirocinio), emergono in modo più chiaro alcuni punti di forza ma anche di debolezza della soluzione descritta.

Il pregio principale è quello di poter effettuare analisi sia storiche che real-time, con una latenza praticamente nulla. Il sistema ha ottime capacità nel fornire viste sintetiche ad aggregate, ma è anche in grado di abilitare analisi più dettagliate, spesso in forma Tabellare e non più grafica.

Tra i principali limiti del sistema vi sono la complessa customizzazione: il set di indicatori/grafici/tabelle è di fatto predefinito, introdurne di nuovi o modificarne le modalità di calcolo e presentazione è molto articolato. Inoltre, è carente su un punto molto importante per le soluzioni BI: l'integrazione con le fonti dati. È in grado di ricevere dati soltanto da WMS e T&A, peraltro con molte difficoltà se si tratta di sistemi sviluppati da terzi. Ciò porta ad un sistema "miope" per certi versi, un silos funzionale che non comunica e non è inserito in un framework di Performance

La Dashboard a sinistra mostra la possibilità da parte dell'utilizzatore di selezionare i monitor di interesse e creare un'interfaccia personalizzata, per avere una rapida visione d'insieme degli aspetti ritenuti più rilevanti.



Infine, in tale diagramma è possibile osservare il trend giornaliero della Produttività % per un dato operatore, con l'indicazione del suo valor medio nel periodo di tempo selezionato.

Management più ampio che coinvolga quanto meno, se non l'intera organizzazione, l'intero ambito Logistico/Supply Chain.

3.3 Fonti dati innovative: IoT e cenni sull'utilizzo dei Social Media

3.3.1 IoT nel Supply Chain Management

L'IT è stato, e continua ad essere, un fattore abilitante per un efficace SCM (Ross, 2016). Ha avuto un impatto significativo su struttura e natura delle SC, grazie alla sua capacità di consentire integrazione interna tra processi ed esterna con fornitori e clienti.

L'IoT rappresenta uno degli sviluppi più recenti in ambito IT, con risvolti importanti anche per il SCM. Agisce sulla visibilità e trasparenza di SC, migliorando l'agilità della catena. I dati raccolti da sensori e dispositivi connessi, quando collezionati ed analizzati in modo efficace, consentono di ottenere insight significativi per anticipare problematiche ed affrontarle proattivamente (Ellis et. al., 2015). L'IoT (assieme alla BI) consente la riduzione del tempo tra data capture e decision making, consentendo alla SC di reagire real-time e garantendo una responsività prima impensabile.

Uno dei precursori dell'IoT sono i tag RFID, le cui prime applicazioni alle SC risalgono agli anni 80' (Xu et. al., 2014). L'IoT è una delle tecnologie alla base di Industry 4.0. Oltre ad essa, si riscontrano ad esempio cyber-physical system (CPS) e cloud manufacturing (CM). La prima si riferisce a macchine, sistemi di storage e attrezzature di produzione in grado di scambiare autonomamente informazioni, attuare monitoraggio ed innescare azioni. L'IoT fornisce la piattaforma per connettere i CPS utilizzando un network di sensori e dispositivi. Utilizza capabilities cloud computing su data center esterni, che portano al concetto di cloud manufacturing nell'ambito Industry 4.0 (Ben-Daya et.al., 2019). Tali autori hanno proposto una definizione dell'IoT non di carattere generale, ma bensì legata al SCM, proposta di seguito:

“L'IoT è un network di oggetti fisici connessi in modo digitale per raccolta dati, monitoraggio ed interazioni interne all'impresa e tra l'impresa e suoi partner di SC. Abilita agilità, visibilità, tracking ed information sharing, per facilitare planning, control, e coordinamento dei processi di SC”.

Lee (2015) ha definito cinque tecnologie chiave IoT:

- **Radio-frequency identification (RFID):** consente l'identificazione, tracking e trasmissione di informazioni. Possono essere classificati in cinque classi sulla base di funzionalità ed “intelligenza”. Quelli di classe cinque sono in grado di attivare altri tag ed essere connessi direttamente a back-end network.
- **Wireless sensor network (WSN):** set di sensori per il monitoraggio e track dello status di diversi dispositivi, in termini ad esempio di posizione, movimenti e temperatura. Più in

generale i sensori possono essere utilizzati per monitoraggio di temperatura, pressione, volume, rumore, inquinamento, umidità e velocità (*Rayes e Salam, 2016*). Possono comunicare con tag RFID.

- **Middleware:** è un service-oriented software layer che consente agli sviluppatori software di implementare la possibilità di comunicare con tag, sensori etc.
- **Cloud Computing:** è un Internet-based computing platform dove un pool di risorse computazionali (computer, network, storage, software, etc.) è accessibile on demand. Il grande volume di dati generato dall'IoT va analizzato rapidamente per consentire analisi real time, e ciò richiede adeguata potenza di calcolo. Le IoT cloud platform mettono in comunicazione i device con le applicazioni IoT. Aiutano a trasmettere real-time (e mettere in sicurezza) dati dai dispositivi IoT verso ERP e BI software. Tra gli esempi industriali più noti vi sono Amazon Web Services, IBM Watson, Oracle IoT e SAP Leonardo. L'alternativa al Cloud è il modello on-premise. Esistono anche sistemi ibridi (fog computing) che ben si adattano a caratteristiche IoT come la distribuzione geografica e la bassa latenza (*Bonomi et. al., 2012*).
- **IoT applications:** abilitano interazioni device to device e human to device. Rappresentano di fatto l'interfaccia utente-device, e devono presentare i dati in modo quanto più possibile intuitivo.

L'utilizzo della tecnologia per tracciare prodotti è un concetto consolidato e portato avanti nel tempo con varie di tecnologie ICT. L'IoT in quest'ottica può essere visto come una naturale prosecuzione. In ambito produzione le radici dell'IoT risalgono invece a robotica, automazione, computer integrated manufacturing. Ciò che era computer-based oggi è web-based, con oggetti smart in grado di comunicare fra loro.

L'IoT in sinergia con la Business Intelligence, o per meglio dire con l'analytics in senso lato, può realmente fornire insight e creare valore.

In ambito accademico e industriale si parla in tal senso di IoT analytics.

In termini intuitivi, l'IoT può collezionare grandi volumi di dati dai dispositivi connessi, la BI può utilizzarli per effettuare analisi e previsioni.

Supponiamo di considerare un impianto di produzione in cui le priorità siano prevenire guasti e mantenere le attrezzature al minimo costo. L'IoT connette linee di assemblaggio, motori etc. alla rete; i sensori inviano dati sulle performance dei macchinari real-time al sistema centrale. I sistemi BI integrano ed analizzano tali dati per produrre previsioni sui tempi di guasto, utilizzabili per ridurre i down-time e ottimizzare la strategia di manutenzione (riducendone i costi). Un'applicazione

prescrittiva anziché predittiva nello stesso contesto potrebbe prevedere il suggerire il cambio di un componente o anche l'acquisto di un nuovo macchinario.

Alcune opportunità fornite dalla sinergia BI-IoT sono (<https://smartym.pro/blog/internet-of-things-in-business-connecting-iot-and-business-intelligence/>):

- Detection delle anomalie. In tale ambito nelle applicazioni più sofisticate viene utilizzato anche il Machine Learning.
- I dati IoT forniscono la possibilità di monitorare (real-time) indicatori (spesso definiti in modo custom) che utilizzando la sola BI e i tradizionali sistemi informativi aziendali non si riuscirebbe a misurare.
- Supporta significativamente la tracciabilità degli inventari, migliorando tutti i processi ad essa correlati.

Ben-Daya et. al. (2019) hanno condotto una review molto estesa delle applicazioni IoT al SCM, strutturata secondo la visione per processi dello SCOR Model, di cui nel seguito si riportano le parti ritenute più significative.

IT ENABLERS

Le tecnologie abilitanti per l'IoT sono composte da quattro layer: (i) data collection layer, utilizzando RFID e sensori; (ii) transmission layer, quali network fissi e mobili; (iii) service layer; (iv) interface layer. Il terzo ed il quarto sono a volte uniti in un unico layer. *Ferreira et. al. (2010)* hanno definito le funzionalità logistiche in ambito IoT, in termini di identificazione, track and tracing, monitoring, real time responsiveness ed ottimizzazione. *Yuvaraj e Sangeetha (2016)* hanno combinato RFID tag per il tracking dei prodotti indoor con tecnologie GPS per quello outdoor. *Tao et. al. (2014)* hanno progettato un IoT-based framework per supportare il cloud manufacturing. *Gnimieba et. al. (2015)* hanno sviluppato un modello per il SCM collaborativo che utilizza data storage e real time event-processing con piattaforma cloud. *Sund et al. (2011)* hanno presentato il concetto di “bene intelligente” nel trasporto intermodale, che include tecnologie per identificazione, sensori per il monitoring del loro stato, embedded logic e network di comunicazione. *Shi e Wang (2016)* hanno sviluppato un indicatore tempo temperatura (time-temperature indicator, TTI) per la filiera del freddo, utilizzando per la sua implementazione un'architettura IoT. Altri autori hanno analizzato problematiche e sfide in questo ambito, tra cui security, privacy, governance e trust.

In generale molta enfasi della ricerca è posta sui tag RFID. *Chang et. al. (2010)* hanno proposto un approccio innovativo per il loro deployment ottimale nel network di SC. *Zelbst et. al. (2012)* ne hanno analizzato l'impatto su efficienza di SC e manufacturing.

SOURCE

Il processo di sourcing include aspetti come scelte in-house/outsourcing, supplier selection e gestione della spesa. Incentivi e programmi di partnership rientrano nell'ambito sourcing.

Per quanto riguarda l'IoT, *Ng et. al. (2015)* hanno proposto un modello per integrare i dati raccolti tramite IoT nel processo di pianificazione strategica, con enfasi sulla possibilità di "posticipare" quanto più possibile la differenziazione. *Yu et. al. (2015)* hanno analizzato l'impatto dell'IoT sulla selezione dei fornitori, suggerendo un riscontrato aumento di flessibilità.

L'applicazione più evidente rimane la real-time visibility sui flussi di approvvigionamento.

MAKE

Le tecnologie in grado di raccogliere, memorizzare e analizzare dati (sensori, software di analytics, big data, cloud computing) offrono opportunità senza precedenti per lo smart manufacturing.

Le applicazioni IoT proposte dalla ricerca riguardano aree quali Factory visibility, Connected SC, Production Planning and scheduling, Proactive Maintenance, Quality beyond the factory, Sustainability. Alcuni esempi specifici sono:

- **Factory visibility:** Visibilità e tracciabilità (*Wang et. al, 2016*), Ubiquitous manufacturing (Chen e Tsai, 2017);
- **Connected SC:** meccanismi di collaborazione (*Schuh et. al., 2014*), gestione di production network innovativi (*Veza et. al., 2015*);
- **Production Planning and scheduling:** IoT-based production performance measurement system (*Hwang et al., 2016*), real-time production performance analysis (*Zhang et. al., 2016*), Supply Chain Performance measurement approach (*Dweekat et. al., 2017*), predictive manufacturing system (*Lee et. al., 2013*);
- **Proactive maintenance:** predictive maintenance utilizzando data mining (*Kwon et. al, 2016*), impatto IoT su Product-service system (*Bokrantz et. al., 2017*), monitoring e diagnostica in remoto real-time per impianti (*Chukwuekwe et. al., 2016*);
- **Quality beyond the factory:** Quality management nel product recovery usando l'IoT (*Ondemir e Gupta, 2014*), smart objects e quality management (*Putnik et. al, 2015*);
- **Sustainability:** IoT-enabled system nelle green Supply Chain (*Chen, 2015*).

DELIVER

Rientrano in tale processo warehousing, order e inventory management e transportation. Il focus maggiore della ricerca sull'applicazione IoT a tali attività è stato rivolto al trasporto, con inventory management e warehousing a seguire.

Un'area indentificata come un gap promettente è quella della “quality-controlled logistics”: controllo qualità dinamico e real-time dei prodotti durante i loro flussi nella Supply Chain.

Bowman et. al. (2009) hanno evidenziato il problema della compatibilità dei sistemi IoT tra partner di SC, e della possibilità, se l'integrazione ha successo, di condurre modellazione predittiva. *Sund et. al. (2011)* hanno proposto un'applicazione IoT allo shipping intermodale, evidenziando la facilitazione dell'Information sharing tra le diverse modalità di trasporto. *Qiu et. al. (2015)* hanno discusso come l'IoT tramite Information Sharing faciliti la sincronizzazione tra produzione e trasporti.

Vengono riportati in Tabella 3.2 nel dettaglio gli impatti IoT sul Delivery di SC proposti dagli autori.

Tabella 3.2. Impatto IoT sul Delivery in SC (Ben-Daya et. al., 2019)

Delivery function	IoT impact	IoT technology
Warehousing	Enabler of Joint Ordering Time savings in the order of 81 to 99%	Smart things RFID tags
	More than 1000% savings in processing times	RFID Tags and Temperature sensors
	Collaborative warehousing	Smart things and multi-agent systems
	Warehouse and yard management	Smart things
Order management	Safety and security	Smart things and multi-agents
	Information sharing	EPCglobal
Inventory Management	Enabler of VMI through real time visibility	Smart things
	Inventory shrinkage	RFID tags
	Inventory misplacement	RFID tags
	Shelf replenishment	RFID tags
Transportation	Inventory accuracy and out-of-stocks	RFID tags
	Positive benefits to shipper, receiver and customer, with higher benefits going to shipper	Wireless networks
	Autonomous decision-making	Sensor Networks
	Product condition	Sensor-enabled RFID tags
	Quality monitoring, real-time responsiveness and price optimisation	Sensor Networks
	Visibility, theft reduction	Smart items, multi-agent systems
	Real-time visibility and joint shipping	Smart things
	Intermodal shipping	Smart containers
	Rerouting based on quality level	Sensors, information fusion and cloud computing
	Accurate and timely delivery	Sensor-enabled RFID networks
More than 300% savings in scanning and recording times	RFID tags and smartphones	
Fleet management, dynamic route optimisation	Smart things	
Quality control	Time-Temperature Indicator wireless sensor	
Quality-controlled logistics	Smart packaging	

RETURN

Le prime applicazioni IoT in ambito Return riguardano l'RFID nella reverse logistics.

Esempi di applicazioni più moderne sono:

- *Parry et. al (2016)* hanno condotto uno studio per dimostrare come l'IoT può essere impiegato per raccogliere dati sull'uso dei prodotti da parte dei consumatori e hanno delineato le implicazioni per la reverse supply chain;
- *Fang et. al. (2016)* hanno proposto un modello integrato a tre stadi basato sulla tecnologia IoT per l'ottimizzazione del product recovery e della strategia di acquisizione dei ritorni;
- *Thurer et. al. (2016)* hanno proposto un sistema Kanban IoT-driven per la raccolta rifiuti, in grado di superare i limiti legati alle distanze e all'elevato numero di punti di raccolta.

Infine, gli autori della review propongono un'utile Tabella riassuntiva del ruolo IoT sul SCM, che aggrega i singoli processi SCOR.

Tabella 3.3. Ruolo IoT nel SCM (Ben-Daya et. al., 2019)

Process	Role of IoT	Impact
Source	Link with sub-tier vendors	More visibility in supply chain, improve quality and reduce lead time
	Real-time progress and inspection data from vendor	Better quality at lower cost
	Supply chain data collection	Strategic planning for suppliers selection and product assortment and differentiation
Make	Visibility on more parts and raw materials	Reduce lead time and costs
	Combine product and after sales service	Increase revenue
	Real-time quality and maintenance data from customer	Improve product design and time to market
	Remote preventative maintenance	Increase product life and customer satisfaction
Deliver	Inventory tracking, information sharing and joint ordering	Significant time savings and real-time visibility; efficient use of space and resources; collaborative warehousing; timely delivery, increase inventory accuracy and reduce shrinkage and misplacement
	Autonomous decision-making	Saves time, space and money
	Quality monitoring and quality-controlled logistics	Improve quality standards and reduce waste
Return	Enhances reverse logistics	Reduce costs
	More traceability	Reduce lead time
	Capturing product data while in use	Reduce costs
		Increase customer satisfaction

Dweekat et. al. (2016) hanno proposto un IoT-enabled Supply Chain Performance Measurement System Model (mostrato in Figura 3.20), utilizzabile per il real time performance management di SC. Include riferimenti allo SCOR Model e agli standard GS1. Esso tuttavia è molto focalizzato su aspetti legati all'architettura IT.

Il ruolo delineato dell'IoT è quello di consentire la collezione dati real-time; incrementare l'efficienza di storage, accesso, filtro e sharing dei dati; abilitare la comunicazione real-time tra entità di SC.

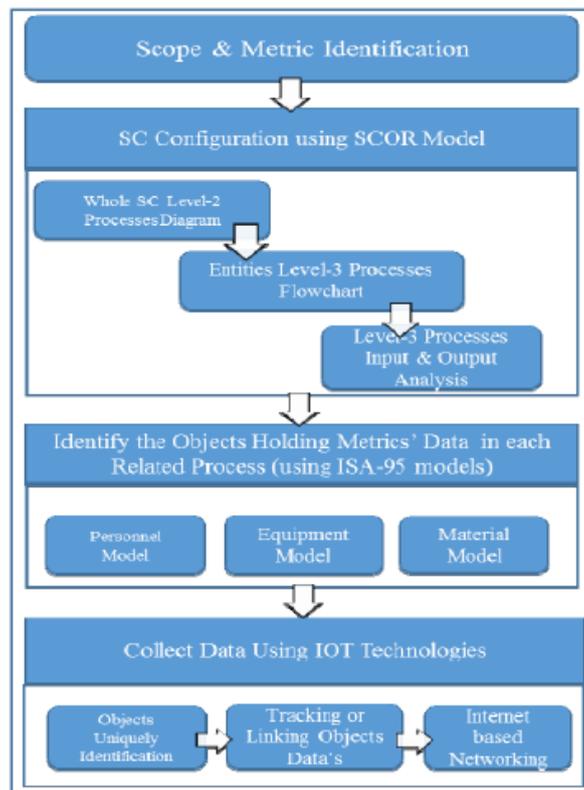


Figura 3.20. IoT enabled SC PMS (Dweekat et. al., 2016)

KPMG (2018) in un suo report sull'utilizzo dei Big Data in SC ha parlato anche di IoT.

Tra le applicazioni proposte, oltre all'usuale utilizzo in produzione in ambito manutenzione predittiva, viene citata anche l'analisi del comportamento d'acquisto dei clienti ed annessa ottimizzazione dei livelli di inventario.

Viene riportato in tal senso l'esempio Amazon Go: supermercato che utilizza sensori sugli scaffali per individuare i prodotti acquistati dai clienti, aggiungerli alla loro carta virtuale ed addebitargli l'importo all'uscita senza alcuna cassa fisica. Tale soluzione IoT e deep learning fornisce dataset customizzati sui clienti e loro preferenze d'acquisto, utili in ambito demand planning.

In merito ai tag RFID, oltre all'utilizzo usuale per il tracking degli item, si parla di una loro applicazione nei conveyor robot di magazzino, per sincronizzarne i movimenti ed anche ottimizzarne l'uso tramite analisi up time/down time. In ambito trasporti le applicazioni riguardano sempre

tracking/visibilità, ma anche l'uso di tali dati raccolti da GPS ed RFID per prevedere tempi di arrivo ed ottimizzare dinamicamente il routing (anche integrando dati meteorologici), oltre che monitoraggio di parametri come temperatura, umidità etc. rilevanti per la qualità dei prodotti.

L'integrazione con l'analytics e il Machine Learning consente ad esempio, monitorando gli inventari, di predire quando un re-stocking sarà necessario; oppure in ambito trasporti la temperatura dei container può in automatico essere adattata alla temperatura esterna, al fine di preservare la qualità dei prodotti.

3.3.2 Cenni sull'utilizzo dei Social Media in ambito SCM

L'utilizzo dei Social Media per attività legate al marketing, brand management e customer engagement si sta imponendo sempre più nell'attuale era digitale. Tuttavia, il Supply Chain Management come disciplina non ha colto da subito le loro potenzialità, sia in ambito industriale che di ricerca (Chae, 2015). Il limitato utilizzo dei Social Media nel SCM (soprattutto nell'ambito ricerca) è stato rimarcato da altri autori (Lam et. al., 2016, Swain e Cao, 2019), rimarcando la necessità di investigazioni più approfondite.

L'utilizzo della data analytics in ambito SCM sta aumentando, ma con ancora un focus su fonti dati tradizionali (sistemi ERP, CRM, SCM, TMS), con un'ascesa dell'IoT.

I Social Media rappresenterebbero un ulteriore bacino da cui attingere per effettuare analisi ed ottenere insight. Un sondaggio oggi leggermente "datato" (Natoli, 2013) aveva riportato come la maggior parte di produttori, retailer e 3PL utilizzasse i dati a disposizione per attività di analytics, ma solo l'1% del campione di imprese ha dichiarato di utilizzare i social media in ambito SCM.

Citando testualmente uno degli esperti intervistati: *"Sappiamo che i Social Media trasformeranno i processi di SC, ma semplicemente non sappiamo come esattamente e da dove cominciare"*.

IBM (<https://www.ibm.com/it-it/supply-chain/supply-chain-analytics>) identifica tra le principali caratteristiche di cui la SC analytics deve disporre la capacità di accedere a dati non strutturati social media, strutturati e non da IoT, oltre agli strumenti di integrazione B2B tradizionali.

I dataset social media sono vasti, "noisy", distribuiti, non strutturati e dinamici per natura. Il costo legato a collezione e mining di questi dati, ricavandone informazioni utili, rimane una sfida (Swain e Cao, 2014).

All'aumentare dell'integrazione tra dati social e supply chain analytics, le SC miglioreranno in aree quali demand sensing, customer acquisition e customer retention (Morley, 2017).

Swain e Cao (2019) hanno esplorato, tramite evidenze empiriche, la relazione esistente tra utilizzo dei Social Media da parte delle organizzazioni e performance di SC (in particolare sull'inVENTORY turnover). È stata utilizzata dagli autori una sentiment analysis con un classificatore Naive bayesiano

come algoritmo machine learning per testare l'ipotesi proposta (a rigore splittata in due sotto-ipotesi legate a frequenza e volume di utilizzo dei social).

Gli autori inoltre sostengono che l'utilizzo di Social Media possa migliorare l'accuratezza della previsione della domanda. Combinati con altri data stream, possono fornire una comprensione completa dei trend di mercato e abilitare una BI real-time utilizzabile in operations, planning, produzione e processi di controllo lungo la SC (Swain e Cao, 2014).

Chae (2015) ha approfondito l'utilizzo di un Social Media specifico, Twitter, in ambito Supply Chain. La cosiddetta "Twitter Analytics" combina tre tipologie di analytics: descriptive analytics (DA), content analytics (CA), network analytics (NA).

I possibili ruoli per l'utilizzo di Twitter nelle pratiche di SC delineati dall'autore sono: stakeholder engagement, new product/service development, risk management, assunzione di professionisti.

Nella review iniziale l'autore descrive alcuni utilizzi dei dati di Twitter in altri ambiti, quali ad esempio stock forecasting (Arias et. al., 2014), real-time event e trend analysis utilizzando algoritmi di machine learning (Dickey, 2014), brand management (Malhotra et. al., 2012). Il loro utilizzo per analisi è complesso trattandosi di dati non strutturati (testi, espressioni informali) e molto "ricchi" a livello informativo (profili, follower, hashtag, URL) (Daniel et. al., 2010).

L'analisi descrittiva sui dati Twitter utilizza statistiche come numero di tweet, distribuzione dei tipi di tweet, numero di hashtag, word counts e altre metriche sugli utenti. La Content Analytics si riferisce al Natural Language Processing (NLP), trattandosi di dati non strutturati (appunto primariamente testi). Inoltre, i tweet contengono non solo informazioni, ma anche opinioni, per cui tecniche di text mining avanzate, come la sentiment analysis, si rendono necessarie. La content analytics è stata utilizzata in ambito SC (Seuring e Gold, 2012), ma mai in maniera completamente automatizzata come nella Twitter Analytics. La network analytics si basa sull'analisi delle interazioni tra utenti (reply, retweet), con metriche come ad esempio l'average path length.

Tra i topic più trattati nei tweet ambito SC analizzati dagli autori vi sono Corporate Social Responsibility, Sostenibilità, Manufacturing, SCM software e Logistics. La sentiment analysis condotta ha evidenziato un "sentiment" debole, spiegabile secondo gli autori dal fatto che la maggior parte dei tweet di SC riguarda eventi, news, report, jobs e advertisement; seppur in alcuni tweet è riscontrabile il disappunto degli utenti per scarsa qualità del servizio logistico, del customer care o altri aspetti (anche etici/ambientali).

Gli utilizzi potenziali di Twitter da parte di professionisti e organizzazioni proposti dagli autori sono sintetizzati in Tabella 3.4.

Tabella 3.4. Ruolo potenziale di Twitter per professionisti e organizzazioni (Chae, 2015)

	Examples
Professional use	
Learning	<ul style="list-style-type: none"> ● Following experts on the topics such as supply chain analytics ● Searching topics (or keywords)
Promoting	<ul style="list-style-type: none"> ● Tweeting/retweeting useful information and opinions on timely topics and issues
Networking	<ul style="list-style-type: none"> ● Using such Twitter features as @reply and follower/following
Organizational use	
Stakeholder engagement	<ul style="list-style-type: none"> ● Twitter as a communication platform ● Spreading positive images as socially responsible and successful companies ● Reaching out to a large public with success story through tweets and retweets
Hiring	<ul style="list-style-type: none"> ● Twitter as a hiring tool ● Tweeting job openings and descriptions ● Mining Twitter user timeline and identifying talented professionals using descriptive, content, and network analytics
Demand shaping and sales	<ul style="list-style-type: none"> ● Twitter as a sales channel ● Tweeting production information and encouraging followers to retweet ● Creating customer demands by tweeting coupons and discounts
Market sensing and new product/service development	<ul style="list-style-type: none"> ● Twitter as a market sensor ● Extracting demand signals from customers and markets using sentiment analysis ● Getting customers' ideas and feedback about products, quality, and service
Risk management	<ul style="list-style-type: none"> ● Twitter as an event monitoring and collaboration tool ● Sensing supply-chain related events, disruptions, and other news in real time ● Broadcasting supply chain events and risks in real time to supply chain partners and helping collaboration

La data e content analytics evidenziano un forte uso da parte delle organizzazioni (3PL, produttori, retailer) di Twitter per lo stakeholder engagement, soprattutto per diffondere un'immagine positiva in ambito SC di impresa socialmente responsabile (es. attività/progetti legati alla sostenibilità).

Altro ambito di utilizzo è il demand shaping, cioè l'attività di "influenzare" la domanda dei clienti verso prodotti che l'impresa può fornire in modo semplice e profittevole. La Twitter Analytics diviene uno strumento importante per misurare l'efficacia di tale processo.

Altri utilizzi di Twitter in ambito SC riguardano market sensing e new product development: Twitter può essere utilizzato per ricevere "segnali" su mercati e clienti, analizzando emozioni, opinioni e preferenze espresse nei tweet. La sentiment analysis su tali big data può supportare la comprensione della percezione dei clienti in merito alla qualità dei prodotti e dei servizi (es. il delivery), e può arricchire/migliorare i metodi di previsione della domanda.

Tramite social media possono inoltre essere raccolti utili idee e suggerimenti da parte dei clienti sui propri prodotti e servizi (vengono citati come esempi Dell e Starbucks).

Infine, in ambito Supply Chain Risk Management i social e Twitter nel caso specifico vengono visti come un mezzo per identificare rapidamente potenziali "disruption" (incidenti, scioperi, eventi climatici etc.), avendo tali eventi una diffusione rapida su queste piattaforme.

Nelle conclusioni gli autori rimarcano l'uso potenziale dei Social come fonte dati innovativa e complementare rispetto alle tradizionali, anche in ambito ricerca oltre che industriale.

In un report sull'utilizzo dei Big Data in Supply Chain, *DHL (2013)* ha proposto un esempio di utilizzo dei Social Media in ambito analytics, relativo al settore telecomunicazioni.

In tale settore uno dei problemi più significativi è rappresentato dall'abbandono dei clienti (customer churn). Per evitarlo le compagnie, analizzando il comportamento individuale degli utenti, offrono rewards specifiche definite sulla base di spending, utilizzo e durata della sottoscrizione.

Nonostante tali sforzi, il customer churn rate rimane elevato. T-Mobile USA ha iniziato ad includere i dati Social nel suo churn management model. Utilizza la multi-graph technique per identificare i cosiddetti "tribe leaders": persone che hanno una forte influenza sul gruppo di utenti a cui sono legati. Se un tribe leader passa ad un competitor, c'è un'elevata probabilità che amici e familiari lo seguano. T-Mobile ha pertanto incluso non soltanto la durata della sottoscrizione nel suo modello analitico, ma anche la dimensione del network sociale dell'utente ed il suo impatto su esso.

Nel primo anno di utilizzo del nuovo modello di analytics, il churn rate misurato dall'azienda è stato inferiore di quasi il 50% rispetto all'anno precedente.

In una sezione successiva del report viene indicato come per la valutazione dei feedback dei clienti in passato si utilizzavano soltanto CRM e customer survey, mentre oggi i Social, e più in generale la rete (forum ad es.), possono essere analizzati tramite tecniche avanzate di text mining e analisi semantiche, ottenendo feedback unbiased. Ciò supporta l'azienda nel progettare un servizio (nel caso specifico un servizio logistico, trattandosi di un 3PL) che soddisfi e anticipi per certi versi la domanda dei clienti.

L'analisi Social consente di quantificare la popolarità di un prodotto (o ad es. di sue versioni o colorazioni) sulla base di parametri demografici, area geografia, stagione; e tali insight possono essere utilizzati per adeguare la produzione (es. incrementarla in date regioni) o per migliorare l'accuratezza della previsione della domanda. Anche il rating history di un prodotto, eliminando gli outlier, può essere correlato con la domanda ed aggiunto al modello di forecast (<https://risnews.com/social-media-and-influencers-impact-fashion-and-apparel-supply-chain>).

Una volta raccolti e analizzati i dati Social, la SC deve essere agile nel rispondere ai trend scoperti, adeguando la produzione, ridistribuendo tra i diversi store o canali di vendita, cambiando il design stesso dei prodotti ove possibile.

Tutto ciò richiede una SC flessibile, dotata di adeguati strumenti tecnologici ma anche adeguati processi e cultura aziendale.

3.4 Supply Chain (Big Data) Analytics

3.4.1 Dati di Supply Chain

Le SC odierne, sempre più digitali, raccolgono una quantità di dati enormemente superiore rispetto al passato. Fonti tradizionali (ERP) si affiancano a fonti più innovative (IoT, Social Media), complessivamente creando opportunità significative legate all'estrazione di insight significativi per il processo decisionale, ma allo stesso grandi sfide legate a metodi di raccolta, integrazione ed analisi. *Rozados e Tjahjono (2014)* hanno proposto un modello di classificazione di tutte le fonti dati di SC, con riferimento alle caratteristiche Big Data (Volume, Velocità, Varietà), introdotte nel capitolo precedente. Ogni data source di SC è stata classificata in termini di Volume e Velocità su una scala 0-4, mentre in termini di Varietà su 3 livelli: Strutturati, Semi-strutturati, Non strutturati. Per ottenere un diagramma in due dimensioni i punteggi di Volume e Velocità sono stati mediati.

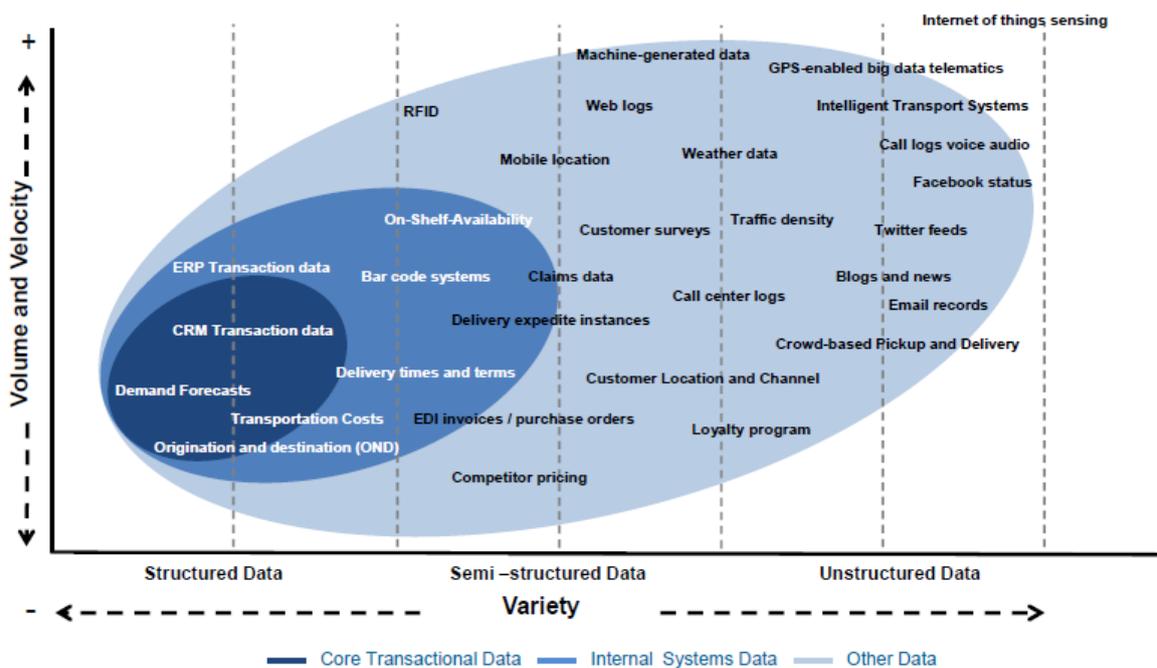


Figura 3.20. SC Data Sources (*Rozados e Tjahjono, 2014*)

I tre pattern di fonti dati individuati sono: dati transazionali, dati provenienti da sistemi interni ed un più generico “other data”. Questi ultimi hanno la maggiore variabilità lungo l’asse Varietà, così come, in media, volumi e varietà più elevati.

Esempi di dati strutturati sono dati CRM, Demand Forecast, dati ERP, Transportation Costs. Esempi di dati semi-strutturati sono quelli provenienti da chip RFID e scanner Barcode. Infine, l’esempio più evidente per i dati non strutturati sono i contenuti sui Social Media.

Il modello evidenzia una correlazione positiva tra volumi/velocità e non strutturazione dei dati.

I dati transazionali in database relazionali relativi a sistemi come ERP, CRM o SRM rimangono il core dell'informazione interna ed hanno volumi comunque elevati, ma il loro peso come data sources si sta progressivamente riducendo.

Un aspetto abbastanza innovativo è rappresentato dall'includere addirittura i record delle e-mail tra le fonti dati: esse sono massivamente utilizzate per comunicazioni ed informazioni, ma molto raramente per analisi, quando invece fornirebbero utili feedback (non strutturati) da parte di clienti e fornitori (Ordenses et. al., 2014).

Nel complesso gli analytics engine dovranno essere in grado di combinare diverse fonti e tipologie di dati, fornendo una visione olistica delle operations di SC (Morley, 2017).

Gli stessi autori del modello sulle fonti dati in SC propongono un grafo che le lega a quattro "leve" di SCM: Marketing, Procurement, Warehouse e Transportation.

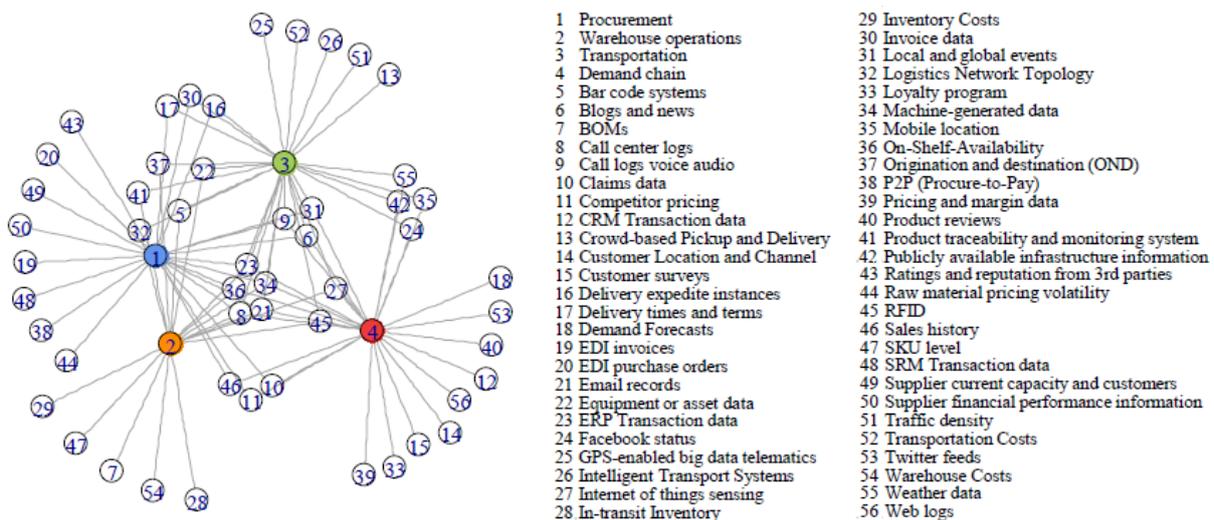


Figura 3.21. Kamada-Kawai Network delle fonti dati di SC (Rozados e Tjahjono, 2014)

Le fonti dati legate solo ad una "leva" (è il termine usato dagli autori, funzioni potrebbe anche essere idoneo) si trovano nella "periferia" del grafo, mentre quelle più inter-funzionali saranno nella zona centrale. Prevale in realtà la prima tipologia, con una certa simmetria del grafo.

Non necessariamente ogni dato deve essere condiviso ed utilizzato lungo tutta la SC, ma avere una prevalenza (52%) legati ad una sola area funzionale porta a ritenere esistano data silos.

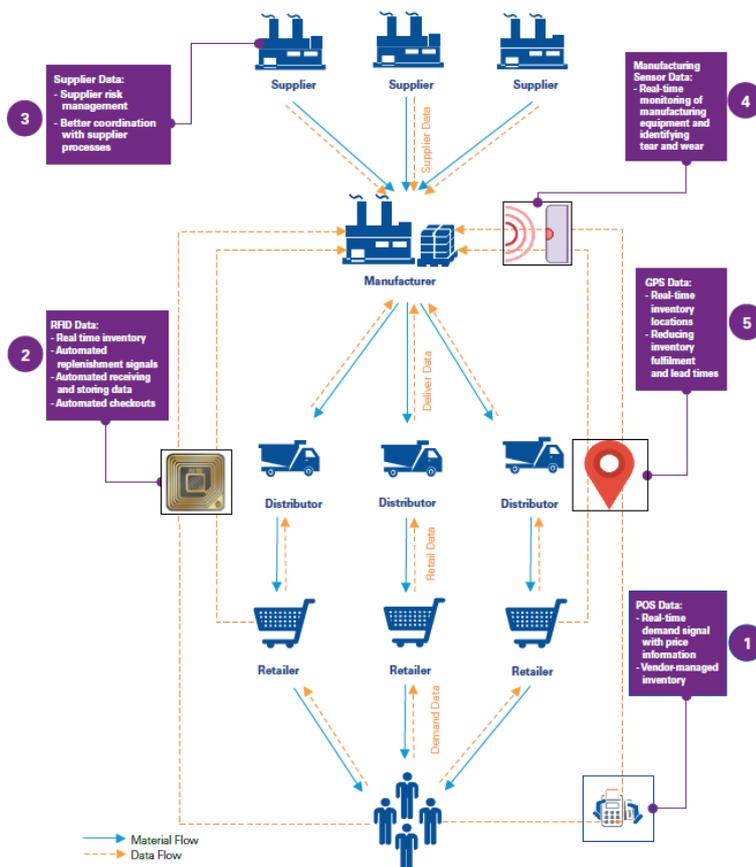
La BI e l'analytics per contro enfatizzano l'importanza dell'integrazione fonti. Si pensi ad esempio al dipartimento procurement che applica un modello di analytics che monitora il prezzo delle materie prime e predice il momento migliore per l'acquisto (punto in cui il prezzo sarà minimo). Non includere gli inventari (In-transit Inventory, fonte dati numero 28) o i costi ad essi associati (Inventory Costs, 29), entrambi afferenti al "silos" warehouse nel modello, può portare ad acquistare, seppur a

bassi prezzi, anche quando le scorte sono elevate, e ciò può comunque essere sub-ottimale per l'impresa, non facendo altre che “spostare” i costi a valle piuttosto che ridurli effettivamente.

I “data silos” sono gestiti dal singolo dipartimento, mentre una loro aggregazione in un singolo “punto di accesso” migliorerebbe l'end-to-end visibility e l'efficacia dell'analytics, che genererebbe insight per l'intera organizzazione e non solo “locali” per il singolo dipartimento.

L'autore indica tale aspetto come un gap (articolo di Dicembre 2014). La BI, anche in suoi aspetti abbastanza consolidati, è in grado di rispondere a questa esigenza, ad esempio tramite data warehouse.

Figura 3.22. SC (Big) Data Sources (KPMG, 2017)



KPMG (2017) in un suo report sui Big Data in Supply Chain (diviso in quattro parti, nel caso specifico ci si riferisce alla prima) ha ripreso tale schematizzazione, proponendo utilizzi potenziali per tali dati raccolti.

I dati RFID e GPS possono supportare il real-time inventory positioning e warehousing. I dati Point of Sale (POS) abilitano il demand forecasting e l'analisi customer behaviour. I Supplier Data possono essere utilizzati per il monitoraggio delle loro performance e per gestire rischi e capacità.

I dati produzione aiutano a identificare colli di bottiglia e a predire guasti, migliorando la strategia di manutenzione. Tali cinque fonti dati, con l'indicazione dei principali utilizzi, vengono mostrate in una schematizzazione complessiva di SC in Figura 3.22.

Biswas e Sen (2016) hanno sintetizzato le caratteristiche dei Big Data nel contesto del SCM, indicando le fonti che li originano. Nello specifico indicano: sistemi transazionali (ERP, CRM, SCM), macchine (sensori, smart meters, smart cards, scanners, RFID) e media (Social Media, blog, web in generale). I dati strutturati hanno strutture formali come record, file, docs (XLS, PDF, CSV), tabelle etc. e sono catturati tramite tool tradizionali come l'online transaction processing, OLTP. Business

insight possono essere estratti da essi tramite OLAP, data mining e query processing applications. I semi-strutturati e non strutturati (testi, e-mail, blog, clickstream, audio, video, immagini, contenuti web) sono processati, in termini di architettura IT, attraverso NoSQL, sistemi distribuiti come Hadoop MapReduce Analytics e Massive Parallel Processig (MPP), in-memory analytics.

Le caratteristiche Big Data in ambito SC sono sintetizzate nella seguente Tabella.

Tabella 3.5. Caratteristiche dei Big Data nel contesto SC (Biswas e Sen, 2016)

Type of data	Supplier	Manufacturing	Delivery	Sales and Customer
Volume	More detail around design data for products, type of products, process, order, inventory, lot size, delivery, lead time, shipment and routing, pricing, tax, payment, return/dispose.	Product design, customer requirement (e.g., specification, choice, demand, order, time of delivery, feedback), process metrics (e.g., throughput time, cycle time, % rejection, capability, reliability, maintenance), production planning and scheduling, inventory (e.g., lot size, order, WIP, scrap/disposal, finished goods, raw material), material storage, shipment and routing, vendor data (e.g., vendor list, purchase data, vendor evaluation, lead time), people data (e.g., skill inventory, training data, deployment details), finance data (e.g., wage, conversion cost)	Demand data (e.g., order, variety, forecasting), lead time, delivery schedule, location data, inventory (e.g., stock level, aging data), shipping and routing (e.g., mode of transport, load, network and path), finance data (e.g., pricing, exchange rate, tax, payment), miscellaneous (e.g., weather, social, economic, regional data), customer data (e.g., choice, feedback), manufacturing data (e.g., inventory status, production plan and schedule, product details), sales data (e.g., promotion, POS data), return/dispose	Point of Sales (POS) data, order status, demand data, customer data (e.g., product, quantity, delivery, lead time, sentiments, feedback, new product, profile, choice, purchase pattern), promotion, finance data (e.g., payment, pricing, discount, exchange), shipment and routing, return/dispose
Velocity	Hourly, daily, weekly, monthly, yearly	Hourly, daily, weekly, monthly, yearly	Real time, hourly, daily, weekly, monthly, yearly	Real time, hourly, daily, weekly, monthly, yearly
Variety	Various database, web, audio (verbal/telephonic), E-mail, physical document, sensor data, RFID data	Physical document, sensor data, RFID data, camera, various chips, web data, E-mail	Physical document, sensor data, RFID data, E-mail, various database, web, audio (verbal/telephonic)	Physical document, sensor data, RFID data, E-mail, various database, web, audio (verbal/telephonic)
Value	New product development, production planning and scheduling, Optimal lot size and inventory planning, shipping and routing, disposal/ recycle	Optimal lot size and inventory planning, product decision, process selection, execution and control, production planning and scheduling, supplier selection, optimizing delivery lead time, routing decision, remanufacture/recycle/disposal	Transportation and network planning, store planning, inventory planning, customer analysis	Predictive demand modelling, customer analysis, network planning, market basket planning, assortment planning, branding and promotion
Veracity	Multiple data sources, different formats, lack of reliability in some data sources, presence of noise in the network communication.			
Analytics	Association rule mining, optimization, network planning, logistics and supply chain planning, Sentiment analytics, stock planning	Optimization, operations research, assignment and schedule planning, new product development, inventory planning, distribution and warehouse planning, Sentiment analytics, forecasting, predictive demand modelling	Logistics and distribution planning, network planning, retailer selection, Sentiment analytics, forecasting	Sentiment analytics, market basket analysis, forecasting, product shelf layout planning

Per quanto riguarda la tipologia di analytics attuata in SC, la maggior parte delle imprese è ancora allo stadio Descriptive Analytics (Morley 2017), ovvero analisi di quanto accaduto in passato ma anche di cosa sta accadendo nel presente, se abilitata l'analisi real time. L'autore propone un maturity model della tipologia di analytics in SC, indicando un ulteriore step dopo l'analisi Prescrittiva: la Cognitive Analytics, ancor più focalizzata su piena automazione del processo di analisi, elaborazione linguaggio naturale e intelligenza artificiale, che sempre più mira a replicare il comportamento del cervello umano.

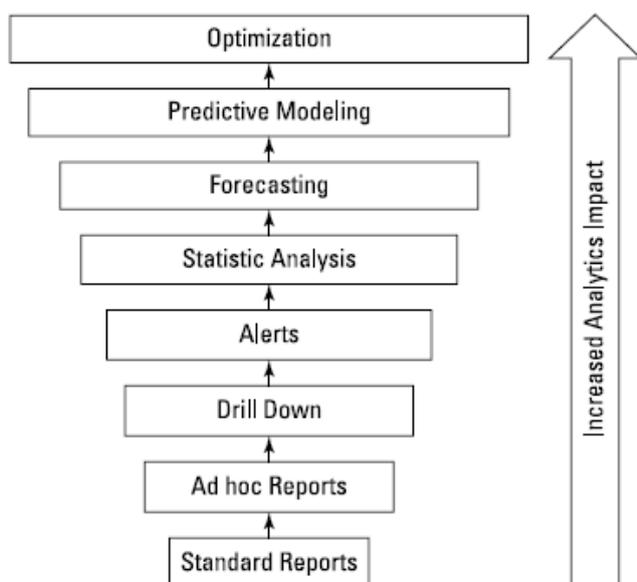


Figura 3.23. Maturity Model della SC Analytics (Morley, 2017)

È bene sottolineare come l'adozione già dell'analytics prescrittiva sia bassa. L'autore cita un sondaggio Gartner del 2016 in cui emerge che solo il 10% delle imprese adotta analytics prescrittiva, con una previsione (ottimistica) del 35% per il 2020.

Lo stesso autore approfondisce le tipologie di analytics ambito SC indicando i livelli di report da esse abilitati. Nello specifico propone una gerarchia ad otto livelli.

Figura 3.24. Livelli di report nella SC Analytics (Morley, 2017)



I report standard sono i tradizionali report retrospettivi (es. trimestrali). I report ad hoc rispondono a domande specifiche su ambiti molto circostanziati. Sono utili per decisioni dallo scope limitato.

Il Drilldown si riferisce all'investigare le cause che hanno originato un certo valore di un indicatore di sintesi (es. tramite OLAP nell'ambito BI; Rozados e Tjaahjono, 2014). Gli Alert sono delle query-predefinite che informano l'utente al verificarsi dell'evento per

cui sono progettate. Ad esempio, può essere attivato un alert che informa chi di dovere nel momento in cui l'inventario di un certo item scende sotto un certo livello.

L'analisi statistica si riferisce all'analisi di frequenze, trend, regressioni, con l'obiettivo di scoprire il perché di certi eventi. Il Forecasting è utilizzato per predire domanda, fabbisogni etc. La modellazione predittiva suggerisce gli output probabili per un certo set di azioni sotto determinate condizioni al contorno. L'ottimizzazione mira a massimizzare il risultato, sotto certi vincoli sulle risorse.

I livelli da 1 a 4 sono focalizzati sull'analytics descrittiva, da 5 a 7 predittiva, 7-8 prescrittiva. Il concetto base di Business Intelligence arriva fino a livello 4, al più 5. Per i successivi ci si riferisce al concetto di analytics in senso lato, oggi sempre più legato ai Big Data.

3.4.2 Supply Chain Analytics: tecniche ed esempi

L'applicazione della Big Data Analytics in ambito SCM non può certamente considerarsi ancora una disciplina matura, tuttavia sta ricevendo una crescente attenzione sia in ambito accademico che industriale per via delle grandi potenzialità di cui dispone. Le imprese si aspettano attraverso la Supply Chain Analytics di migliorare visibilità, flessibilità, integrazione di processi globali, gestione della volatilità di domanda e costi (*Genpact, 2014*). La sua applicazione riguarda sia ambito strategici quali decisioni su sourcing, network design e product design/development; che l'ambito operativo, ad esempio in ottica demand planning, procurement, produzione, inventory management e logistica. Abilita una comprensione più profonda delle dinamiche di business, consente di intensificare il customer engagement, ottimizzare le operations giornaliere e capitalizzare nuove fonti di ricavi (*Russom, 2011*).

Vengono nel seguito presentate alcune definizioni di Supply Chain Analytics proposte nel corso degli anni da diversi autori.

Tabella 3.6. Definizioni Supply Chain Analytics

Autore	Definizione Supply Chain Analytics
<i>Smith (2000)</i>	<i>“la SCA è il processo attraverso cui individui, Business Unit e organizzazioni fanno leva sulle informazioni di SC, attraverso la possibilità di misurare, monitorare, effettuare previsioni e gestire processi SC-related.</i>
<i>Pearson (2011)</i>	<i>“La SCA rappresenta [...] l'utilizzo di metodi quantitativi per ottenere forward-looking insight dai dati a disposizione, al fine di avere una comprensione più profonda di quanto sta accadendo a valle e a monte ed essere in grado di valutare l'impatto (prospettico) di decisioni in ambito SC.</i>
<i>Waller e Fawcett (2013)</i>	<i>“la SCM data science rappresenta l'applicazione di metodi quantitativi e qualitativi da un'ampia varietà di discipline in combinazione con le teorie di SCM per risolvere problemi e prevedere outcome, prendendo in considerazione disponibilità e qualità dei dati.</i>

Rozados e Tjahjono, (2014)	<i>“La SCM Big Data Analytics è il processo di applicazione di tecniche analitiche avanzate in combinazione con la teoria SCM a dataset i cui volumi, velocità o varietà richiedono tool IT dello stack tecnologico Big Data.</i>
Deloitte ed MHI (2014)	<i>“La SCA è un set di tool e tecniche che raccolgono dati da un ampio range di fonti interne ed esterne, per produrre insight significativi che supportino le SC nel ridurre costi e rischi, aumentando agilità operativa e qualità del servizio”.</i>

Ngueyen et. al. (2017) hanno classificato la ricerca sulla SCA sulla base di varie dimensioni: funzione di SC (Procurement, Manufacturing, Logistics/Transportation, Warehousing, Demand Management), tipologia di analytics (descrittiva, predittiva, prescrittiva), modello Big Data (clustering, regressione, analisi semantica, ottimizzazione etc.), tecnica Big Data (Association rule mining, algoritmi clustering, reti neurali, Naive Bayes, sentiment analysis, OLAP etc.).

Nell’analisi dei risultati gli autori, in sintesi, pervengono ai seguenti risultati:

- Tra le aree del SCM in cui la SCA è più applicata vi sono: Transportation Management, con focus su (dynamic) routing optimization, real-time traffic operation monitoring e più limitatamente logistics network planning; Warehousing in ottica storage assignment e inventory control, sottolineando una scarsa attenzione sull’ottimizzazione dell’order picking (order batching, routing, sorting); Procurement, in ambito supplier selection, analisi di costi e rischi di approvvigionamento; Demand management, per migliorare agilità e accuratezza delle previsioni e per il cosiddetto demand shaping, cioè il cercare di allineare la domanda con la capacità produttiva/logistica.
- Per quanto riguarda la tipologia di analytics, il ricorso all’analisi prescrittiva sta crescendo a tassi importanti. L’analisi predittiva è anch’essa in crescita, mentre la descrittiva sta progressivamente ricevendo sempre meno attenzione. L’analytics prescrittiva è adottata principalmente in ambito logistics/transportation, manufacturing e warehousing; la predittiva nel demand management e procurement, soprattutto relativamente a demand forecasting e sourcing risk management.
- Per quanto riguarda il modello Big Data adottato, l’ottimizzazione è il più popolare in ambito analytics prescrittiva, soprattutto nell’area logistica/trasporti. La Classificazione è l’approccio più comune nell’analytics predittiva, ampiamente utilizzato nel manufacturing per supportare production planning and control e manutenzione/diagnostica delle attrezzature. È inoltre utilizzato in ambito logistica/trasporti e più limitatamente procurement. L’analisi semantica, anch’essa nell’ambito analytics predittiva, è utilizzata perlopiù per demand sensing.
- Per quanto riguarda le tecniche/algoritmi Big Data, le reti neurali prevalgono nei modelli di forecast, le euristiche nei modelli di ottimizzazione. Il K-means clustering algorithm è

evidenziata come una delle tecniche più flessibili, spesso utilizzata per partizionare dataset eterogenei in segmenti più omogenei. Tecniche data mining come alberi decisionali e reti neurali sono in grado di sviluppare modelli predittivi più accurati potendo far leva sui risultati di una cluster analysis. L'Association Rule Mining (ARM) ha applicazioni più prescrittive che predittive, ad esempio per risolvere allocation problem in diverse aree di SC: *Tsai e Huang (2015)* hanno ottimizzato la shelf space allocation utilizzando ARM, sequential pattern mining ed ottimizzazione combinatoria; *Lee (2016)* ha utilizzato l'ARM per estrarre pattern di acquisto ed eseguire regole if-then per prevedere il comportamento di acquisto dei clienti, proponendo un Algoritmo Genetico per lo shipping assignment.

Gli autori del modello sulle fonti dati di SC (*Rozados e Tjahjono, 2014*) hanno, nel resto dell'articolo, fornito degli esempi di applicazione della Big Data Analytics al SCM, sintetizzati nella seguente Tabella.

Tabella 3.7. Applicazioni della Big Data Analytics al SCM (*Rozados e Tjahjono, 2014*)

SCM lever	Functional problem	Type of data	BDA proposed solution	BDA techniques
Marketing	Sentiment analysis of demand new trends	Blogs and news, feeds, ratings and reputation from 3rd parties, web logs, loyalty programs, call centres records, customer surveys	<ol style="list-style-type: none"> 1. Create lexicons from training datasets that identify key terms that relate to the demand of a product. 2. Integrate all data sources that relate to a product into a unified text corpus. 3. Use supervised learning algorithms to predict sentiment scores of the corpus' term document matrix based on training datasets. 	Natural language processing Text mining with R tm package: (Corpus, term-document matrix) Logistic regression, random forests, CART, Naive Bayes, k-NN;
Procurement	Informing supplier negotiations	SRM Transaction data, Supplier current capacity & top customers, supplier financial performance information	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capture performance requirements for procurement contracts (SLA or other quality measures). 2. Require or publicly capture data regarding previous transactions of the supplier with other third parties in similar characteristics (delivery locations, lead times). 	Suitable supervised learning algorithms, expert systems modelling
Warehouse Operations	Warranty Analytics	Internet of things sensing, user demographics, historical asset usage data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aggregate multiple sensing sources on real time with reports on monitored assets together with user demographics. 2. Aggregate patterns in user and usage clusters in order to generate multidimensional segmentations. 	t-distributed stochastic neighbour embedding (t-SNE)
Transportation	Real time route optimisation	Traffic density, weather conditions, transport systems constraints, intelligent transport systems, GPS-enabled Big Data telematics	<ol style="list-style-type: none"> 1. In order to address time variability for deliveries in predefined networks, model the delivery network and update it with current position of delivery units. 2. New requirements for delivery are entered in the system. Taking into account all network availability factors, from each delivery unit a spatial regression predicts time/cost of serving a delivery to other point of the network. 	Spatial regression modelling

Biswas e Sen (2016), nell'ambito delle applicazioni della Supply Chain Analytics, parlano di forecast delle vendite real-time, intelligent transportation system per prevedere ritardi, association rule mining e market-basket analysis per offrire ai clienti la miglior combinazione di prodotti/servizi, manutenzione predittiva per incrementare l'OEE delle attrezzature.

McAfee e Brynjolfsson (2012) hanno descritto l'importanza dell'analytics nell'ambito vendita libri online, in ottica comprensione comportamento/pattern di acquisto, associazioni tra gli item acquistati,

analisi di opinioni/recensioni, previsione dell’impatto di campagne promozionali, modelli di pricing sviluppati (anche) confrontando i competitors tramite data mining.

G.C. Souza (2014) ha descritto/classificato le applicazioni dell’analytics facendo ricorso al framework SCOR. L’autore sintetizza le decisioni di SC nel dominio SCOR che possono essere efficacemente supportate dall’analytics e le annesse tecniche di analytics nelle seguenti Tabelle.

Tabella 3.8. Esempi di decisioni che l’analytics di SC supporta (G.C. Souza, 2014)

SCOR Domain	Source	Make	Deliver	Return
Activities	Order and receive materials and products	Schedule and manufacture, repair, remanufacture, or recycle materials and products	Receive, schedule, pick, pack, and ship orders	Request, approve, and determine disposal of products and assets
Strategic (time frame: years)	<ul style="list-style-type: none"> Strategic sourcing Supply chain mapping 	<ul style="list-style-type: none"> Location of plants Product line mix at plants 	<ul style="list-style-type: none"> Location of distribution centers Fleet planning 	<ul style="list-style-type: none"> Location of return centers
Tactical (time frame: months)	<ul style="list-style-type: none"> Tactical sourcing Supply chain contracts 	<ul style="list-style-type: none"> Product line rationalization Sales and operations planning 	<ul style="list-style-type: none"> Transportation and distribution planning Inventory policies at locations 	<ul style="list-style-type: none"> Reverse distribution plan
Operational (time frame: days)	<ul style="list-style-type: none"> Materials requirement planning and inventory replenishment orders 	<ul style="list-style-type: none"> Workforce scheduling Manufacturing, order tracking, and scheduling 	<ul style="list-style-type: none"> Vehicle routing (for deliveries) 	<ul style="list-style-type: none"> Vehicle routing (for returns collection)
Plan	Demand forecasting (long term, mid term, and short term)			

Tabella 3.9. Tecniche di analytics nel SCM (G.C. Souza, 2014)

Analytics Techniques	Source	Make	Deliver	Return
Descriptive	<ul style="list-style-type: none"> Supply chain mapping 	<ul style="list-style-type: none"> Supply chain visualization 		
Predictive	<ul style="list-style-type: none"> Time series methods (e.g., moving average, exponential smoothing, autoregressive models) Linear, non-linear, and logistic regression Data-mining techniques (e.g., cluster analysis, market basket analysis) 			
Prescriptive	<ul style="list-style-type: none"> Analytic hierarchy process Game theory (e.g., auction design, contract design) 	<ul style="list-style-type: none"> Mixed-integer linear programming (MILP) Non-linear programming 	<ul style="list-style-type: none"> Network flow algorithms MILP Stochastic dynamic programming 	

Nel seguito dell’articolo l’autore approfondisce le applicazioni dell’analytics nei processi SCOR.

- **Plan.** Il demand forecasting (di lungo periodo) utilizza spesso dati macroeconomici, trend demografici/tecnologici e intelligenza competitiva. Ad es. un’azienda come Boeing include prezzi dell’energia, crescita popolazione, inflazione, aspetti geopolitici e governativi. Il Data Mining può essere utilizzato in ambito forecast: l’azienda Dow Chemical utilizza una combinazione di Data Mining e tecniche di regressione per le previsioni sia strategiche che tattiche, in sinergia con opportune strategie di pricing. I metodi di data mining includono spesso tecniche di clustering (per identificare correlazione e sviluppare modelli causali).

Nell'ambito del Data Mining è utilizzata anche la market basket analysis, per l'identificazione dei pattern d'acquisto (a livello di singole transazioni), cioè sostanzialmente capire quali item vengono frequentemente acquistati assieme. Anch'essa è utilizzata per costruire modelli causali di forecast, ma anche per l'analisi degli impatti di campagne promozionali.

- **Source.** In alcune applicazioni avanzate di analytics prescrittiva si ricorre in tale ambito alla teoria dei giochi. L'Enterprise Social Networking può essere adottato per individuare vulnerabilità e collaborare con fornitori e partner (viene citato l'esempio dell'azienda Cisco).
- **Make.** A livello strategico algoritmi genetici sono utilizzabili per risolvere problemi combinatori in ambito network planning, la cui complessità rende impossibile l'identificare la soluzione ottima. Trovano applicazione, per la stessa ragione, anche in ambito schedulazione della produzione. Per lo scheduling della forza lavoro esistono algoritmi sviluppati ad hoc per determinati settori, ad es. linee aeree, call center e sanità.
- **Deliver and return.** Un'importante applicazione dell'analytics è data dalla gestione della flotta logistica. Viene descritto un case study relativo a Coca Cola, che decide di rinnovare parte della flotta di truck diesel con modelli ibridi diesel-elettrico. È stato utilizzato un modello di analytics prescrittiva che tiene in considerazione i dati storici sui costi di manutenzione, acquisto (sia per i diesel che per gli ibridi), domanda e prezzi del carburante; e tramite programmazione dinamica individua la policy ottima, cioè in ogni orizzonte di pianificazione quanti truck acquistare (ibridi) e quanti venderne (diesel). Gli ibridi sono più indicati a soddisfare la domanda baseline, i diesel possono essere utilizzati per integrare la flotta durante i picchi stagionali. Il transportation planning può utilizzare algoritmi sofisticati, ma disruptions come traffico, fattori meteorologici, incertezza sulla domanda spesso richiedono ri-pianificazioni dinamiche, per cui è opportuno utilizzare tool di statistica descrittiva di monitoraggio (viene citato l'esempio della Control Tower di Procter & Gamble). Per l'inventory management multi-echelon alcune euristiche (implementate ad es. nel software Optiant) hanno consentito di superare l'ottimizzazione locale DC-singolo retailer, muovendosi verso l'ottimizzazione di SC (cioè sostanzialmente scorte più alte sul DC per sfruttare il risk pooling). Procter & Gamble attraverso l'approccio multi-echelon all'inventory management (utilizzando il software citato in precedenza) stima abbia avuto un risparmio di 1.5 miliardi di \$ sui costi di inventario annuali (*Farasyn et. al., 2011*).

Onciou et. al. (2019) hanno presentato alcuni ostacoli per l'implementazione di analytics Big Data nel SCM, tra cui: (i) infrastrutture IT non adeguate, (ii) non piena comprensione della tecnologia e dei processi da mettere in atto per farne leva, (iii) limitata accettazione e soprattutto scarsa routinizzazione delle pratiche di gestione Big Data (nella propria organizzazione ed a livello di SC),

(iv) problemi legati alla data security, (v) mancanza di staff IT qualificato ed alti investimenti necessari, (vi) data quality, data integration e scalabilità del sistema.

Brintrup et. al. (2019) hanno sottolineato la limitata attenzione posta dalla ricerca sull'applicazione del Machine Learning in ambito Supply Chain. Il Machine Learning è utilizzato nell'ambito dell'analytics descrittiva e predittiva, per arricchire il modello decisionale con continuous learning capabilities (*Zhong et. al, 2016*).

He et. al. (2013) hanno proposto un framework concettuale che include natural language processing per estrarre rischi potenziali di SC da fonti multiple, seguito da un simulation engine che predice l'impatto potenziale dei rischi sui KPI dell'impresa.

Voß (2015) ha presentato un framework per incorporare la Big Data Analytics nel SC risk management utilizzando fonti interne ed esterne. Al pari di *He et. al. (2013)*, anche tale modello è rivolto verso eventi ad alto impatto e bassa frequenza. Customer complaints sono utilizzati per individuare quality issues, public news e social media per prevedere "disasters".

L'applicazione della Big Data Analytics nel SCM, per quanto stia ricevendo crescente interesse, può considerarsi ancora una disciplina ai suoi albori (*Wang et. al., 2016*).

Gli autori hanno presentato applicazioni della SCA a diversi ambiti del SCM:

- **Strategic Sourcing**, con riferimento a tool per la modellazione dei costi e la valutazione rischi;
- **Supply Chain Network Design**, con riferimento a tecniche di ottimizzazione ed annessi algoritmi risolutivi;
- **Product Design and Development**, con riferimento a what-if scenario analysis in decisioni di design prodotto e analisi affidabilistiche;
- **Demand Planning**, con riferimento ad analytics predittive (serie temporali e metodi associativi) per il forecast (i secondi soprattutto per servizi o manufacturing di item non discreti);
- **Procurement**, con riferimento alla gestione del rischio di fornitura, anche con approcci matematico/ottimizzatori;
- **Production**, con riferimento a bilanciamento delle linee di produzione, identificazione e riduzione dei material waste, problemi di scheduling formulati in termini di ottimizzazione;
- **Inventory**, con riferimento alla previsione delle necessità in termini di scorte, determinazione degli stock target in SC multi-echelon, ottimizzazione scorte di sicurezza;
- **Logistics**, con riferimento a vehicle routing problem per parcel delivery truck, tenendo conto anche di aspetti economici.

Viene indicato come le tecniche di ottimizzazione tradizionali in ambito Big Data siano instabili e presentino lenti convergence rate, suggerendo l'implementazione di large-scale non-smooth optimization procedures e lo sviluppo di algoritmi di approssimazione randomizzati e parallel computing based methods (*Fan et. al, 2014*).

In un lavoro di review per ovvie ragioni non è possibile descrivere con grande dettaglio le molteplici applicazioni ed esempi proposti. Tuttavia, a titolo esemplificativo si ritiene opportuno fornire maggiori dettagli di almeno un caso specifico (di ricerca), per far luce su alcuni step che l'applicazione di tali metodologie comporta.

Brintrup et. al. (2019) hanno proposto un'applicazione di Machine Learning e Analytics per la previsione di Supply Chain disruptions nella produzione di asset ingegneristici complessi.

Gli autori nella review iniziale hanno sottolineato come vi sia carenza nella letteratura scientifica di applicazioni concrete (case study su real-life implementation) di tali tecnologie in SC, fatta eccezione per il demand forecasting.

Le supply chain disruptions a cui gli autori si riferiscono (forse utilizzando il termine non nella maniera più consona) sono quelle a basso impatto ma alta frequenza. In produzioni complesse, con migliaia di componenti e sottosistemi forniti da un enorme numero di supplier (vengono citati i settori automotive e aeronautico), anche una piccola percentuale di ritardi può determinare problematiche significative. Inoltre, gli approcci machine learning come clustering e classificazioni sono più efficaci con eventi di rischio a basso impatto ed alta frequenza, poiché avendo a disposizione più dati storici il training del modello predittivo è più efficace.

L'obiettivo dello studio in termini molto semplificati è quello di prevedere la probabilità che un ordine (relativo a un determinato fornitore e contenente determinati item) venga consegnato in ritardo. I dati per lo studio sono stati estratti dall'ERP dell'azienda, ed includono supplier delivery performance su un arco temporale di un anno, relative a due manufacturing plant.

Il lavoro condotto dagli autori si articola in varie fasi.

Fase 1: data exploration and pre-processing

In tale fase sono stati ad esempio eliminati i duplicati e i dati incompleti dal dataset. A valle di tale attività lo stesso presenta 232.912 ordini di 2000 prodotti da 351 fornitori, di cui il 13% è stato consegnato oltre la data pianificata.

Sono disponibili vari approcci per il problema formulato (previsione dei ritardi), che vanno ad influenzare la scelta degli algoritmi più idonei. Può ad esempio essere previsto quanto ritardo un ordine avrà, può essere prevista la probabilità che esso avrà dei ritardi, oppure semplicemente prevedere se l'ordine subirà ritardi o no.

Secondo gli autori il dataset a loro disposizione non era sufficientemente ricco per poter seguire i primi due approcci, optando per la classificazione binaria del problema. L'algoritmo di classificazione separa quindi le classi ordini on-time e delayed orders.

Il primo step del pre-processamento consiste nell'eliminare dati con feature mancanti (esse sono di fatto gli attributi della classe ordini, ad. es. Prodotto, Order Date, Actual Supply Time, Contracted Supply Time, Planned Delivery Date, Actual Delivery Date etc.) e duplicati.

È stato poi razionalizzato il numero di feature, eliminando quelle che avevano significato di fatto analogo e feature amministrative ritenute non rilevanti.

Fase 2: identificazione di metriche di performance idonee

La performance di un algoritmo di classificazione viene valutata computando il numero di classi riconosciute correttamente (True Positive, TP, e True Negative, TN), rispetto agli esempi di assegnazione non corretta della classe (False positive, FP, False Negative, FN).

Con questa logica possono essere costruiti molte metriche di performance dell'algoritmo, tra cui:

- *Accuracy percentage*: $\frac{TP+TN}{P+N}$
- *Positive (negative) predictive value percentage*: $\frac{TP}{P}$, $\left(\frac{TN}{N}\right)$
Il positive predictive value è anche chiamato *Precision*;
- *Recall (o sensibilità, o true positive rate) percentage*: $\frac{TP}{TP+FN}$
- *Specificity (o true negative rate) percentage*: $\frac{TN}{TN+FP}$

L'obiettivo è la previsione degli ordini che avranno ritardi, il dataset è però per la maggior parte costituito da ordini on-time, e questo per gli autori rappresenta un problema (tipico anche di altri ambiti come ad es. Qualità nel Manufacturing). Gli ordini in ritardo rappresentano la classe Positive. La Precision è ritenuto l'indicatore più significativo: ordini in ritardo previsti che si rivelano effettivamente tali su ordini in ritardo previsti totali.

Gli autori utilizzano poi anche un indicatore più complesso (F_β) che rappresenta una sorta di media pesata di precision e recall.

Fase 3: algoritmo e selezione delle feature iniziali

La selezione delle feature (cioè proprietà misurabili del fenomeno osservato) è uno step importante nello sviluppo di algoritmi machine learning. Tale processo include lo sviluppo di analisi predittive esplorative. Gli autori hanno fittato vari modelli al dataset, tra cui K-Nearest Neighbour (KNN), Random Forest (RF), Logistic Regression e Support Vector Machine (SVM).

Per confrontare i diversi algoritmi e identificare quali feature hanno il maggiore "potere" predittivo, è stato condotto un esperimento iniziale includendo le feature rimaste dopo il pre-processamento dei

dati. Il loro processamento ed analisi è stato condotto con linguaggio Python, utilizzando opportune librerie, pervenendo ai risultati mostrati in Tabella ().

L'RF si è rivelato l'algoritmo con le performance più elevate, seguito da KNN e Logistic Regression.

Tabella 3.10. Parametri dei modelli e performance (Brintrup et. al., 2019)

(a) Performance of models before feature engineering					
	Precision	Recall	F_1	$F_{0.5}$	F_2
Random forest	0.83	0.77	0.8	0.82	0.8
SVM	0.49	1	0.66	0.55	0.83
Logistic regression	0.63	0.69	0.66	0.64	0.68
KNN	0.71	0.68	0.73	0.72	0.73
Linear regression	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
(b) Algorithmic parameters					
Random forest	SVM	Logistic regression	KNN		
N Trees: 100	Convergence epsilon: 0.001	Convergence epsilon: 0.001	$k = 3$		
Confidence: 0.25	Max iterations: 250,000	Max iterations: 250,000			
Max depth: 30					
Criterion: information gain					

L'SVM eccelle nel recall, che però è ritenuta dagli autori una misura di secondaria importanza, e la variabilità nelle performance sui diversi indicatori evidenzia l'incapacità dell'algoritmo di gestire la "class imbalance", cioè il predire gli ordini in ritardo, avendo nel dataset molti più dati su ordini in orario.

In un'altra Tabella gli autori mostrano (in modo quantitativo) l'importanza delle diverse feature. Per il modello RF le feature emerse come più importanti sono: *Supply time delta*, *Product*, *Supplier*. La prima esprime la differenza tra il contracted supply time (cioè il Lead Time pattuito contrattualmente) e l'actual supply lead time per un certo ordine; ed era abbastanza certo emergesse come feature rilevante per le previsioni. L'importanza di Product e Supplier suggerisce che certi item e supplier hanno appunto più probabilità di essere coinvolti in ritardi.

In sintesi, l'algoritmo predittivo selezionato è il Random Forest e le feature selezionate per una seconda analisi con solo gli attributi più rilevanti sono Item, Supplier, Supply time delta.

Ridurre il numero di features (da circa 20) a 3 abbassa leggermente le performance dell'algoritmo (Precision 0.80 rispetto a 0.83; Recall 0.75 rispetto a 0.77), ma semplifica di molto l'analisi e soprattutto il lavoro per estrazione e pulizia dei dati che l'ufficio di procurement condurrà utilizzando in futuro l'algoritmo sviluppato. È pertanto ritenuta la soluzione migliore nel trade-off accuratezza/facilità d'uso dell'algoritmo.

Fase 4: feature engineering

La feature engineering è il processo di utilizzo della conoscenza di dominio per creare features che aumentino la capacità predittiva del modello. Sostanzialmente tramite brainstorming con l'azienda

gli autori hanno aggiunto un set (comunque minimale) di engineered features che possono innalzare significativamente la capacità predittiva.

Le feature “candidate” analizzate nello specifico sono:

(i) *Average number of orders*, (ii) *Average monthly order book size*, (iii) *Number of warehouses served by a supplier*, (iv) *Average number of products by a supplier*, (v) *Late order percentage*, (vi) *Agility*.

Gli autori offrono dei dettagli su come hanno scelto di misurare in modo quantitativo un aspetto per sua natura qualitativo come l’Agilità, non esistendo in letteratura una sua definizione univoca e condivisa, e su come l’hanno resa un attributo dinamico: di fatto dividendo il tempo totale in diversi time bucket e usando nelle previsioni sui ritardi degli ordini in un certo time bucket il valore di agilità del time bucket precedente. Tale metodo prevede quindi la rimozione dei dati del primo time bucket. Le ulteriori analisi effettuate hanno evidenziato che solo la feature Agilità è effettivamente in grado di aumentare le performance del modello base (arrivando a 0.8345 per Precision e 0.7812 per Recall). Gli autori infine confrontano tali performance con quelle conseguibili tramite random guess, weighted guess e zero-rule classifier, evidenziandone la superiorità (soprattutto sull’indicatore di maggiore interesse, ovvero Precision).

Nelle conclusioni, in merito ai limiti dello studio gli autori sottolineano il fatto di aver utilizzato solo dati interni e non fattori esterni come traffico, meteo o altri dati utili ricavabili dai sistemi informativi dei fornitori.

Esposti diversi contributi dal mondo della ricerca, si ritiene opportuno a questo punto passare a contenuti ed esempi tratti dall’ambito industriale.

Mckinsey (2016) nell’articolo sulla SC 4.0 citato nello scorso paragrafo affronta anche l’argomento dell’analytics in SC. Nello specifico, in ambito Pianificazione (uno dei sei Value Driver del Digital Compass da loro proposto) introduce l’analytics predittiva e il closed-loop planning.

In merito alla prima, fanno riferimento al demand planning, con utilizzo di Bayesian Network ed approcci Machine Learning. L’accuratezza della previsione si accresce notevolmente, indicando come valori di riferimento una riduzione degli errori di forecast dal 30% al 50%. Gli algoritmi a cui si accenna non forniscono valori puntuali, ma distribuzioni di domanda, abilitando approcci avanzati all’inventary management.

L’ampiamente automatizzato ed integrato closed-loop demand & supply planning supera i confini tradizionali tra i diversi step di pianificazione, trasformandola in un processo flessibile e continuo. Aniché utilizzare safety stock fisse, ogni piano di replenishment considera la distribuzione di probabilità della domanda attesa, e sceglie un quantitativo in grado di soddisfare un certo livello di servizio. Le scorte di sicurezza variano quindi ad ogni riordino. Altro aspetto del closed-loop planning è l’integrazione delle decisioni di pricing con il demand & supply planning: a seconda dei livelli di

stock, della domanda attesa e della possibilità/capacità di riapprovvigionare in tempi rapidi, i prezzi possono essere dinamicamente adattati per ottimizzare profitti e minimizzare le scorte allo stesso tempo.

Migliorando l'interazione con i clienti, l'accuratezza del forecast e applicando metodi di demand shaping in combinazione con demand sensing per identificare cambiamenti/trend, il livello di servizio cresce considerevolmente, riducendo quindi in maniera significativa le lost sales.

Il dynamic routing contribuirà a ridurre i costi di SC, stimando una riduzione del 15% in combinazione con uberization dei trasporti e prime introduzioni dei veicoli a guida autonoma. I sistemi di pianificazione avanzata in grado di gestire Big Data riusciranno ad automatizzare l'80% dei task di pianificazione, con il S&OP che arriverà ad avere cadenza settimanale e i processi decisionali ad essere basati su scenari aggiornati real-time.

KPMG (2018) in un suo recente report ha descritto le applicazioni dei Big Data in ambito Supply Chain. Viene descritto come il ricorso alla data analytics stia divenendo più marcato in ambito "downstream" di SC (cioè insight sui clienti), tuttavia l'analytics potrebbe essere utilizzata in modo più efficace lungo tutta la SC end-to-end. Viene proposta una schematizzazione della Big Data Analytics in ambito SC Operations, mostrata in Figura 3.25.

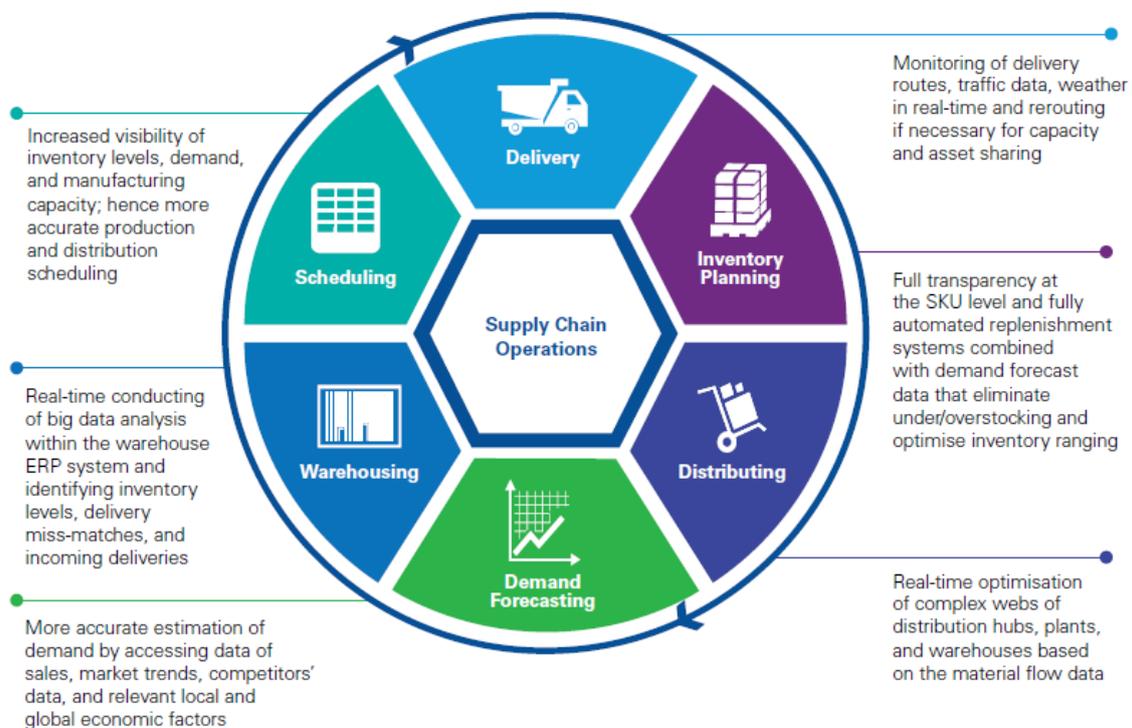


Figura 3.25. Applicazioni Big Data Analytics nelle operations di SC (KPMG, 2018)

Viene descritto come lo scenario di implementazione attuale della Big Data Analytics in Supply Chain sia ancora ben lontano dal consolidamento: un sondaggio da loro condotto su 800 executive ha

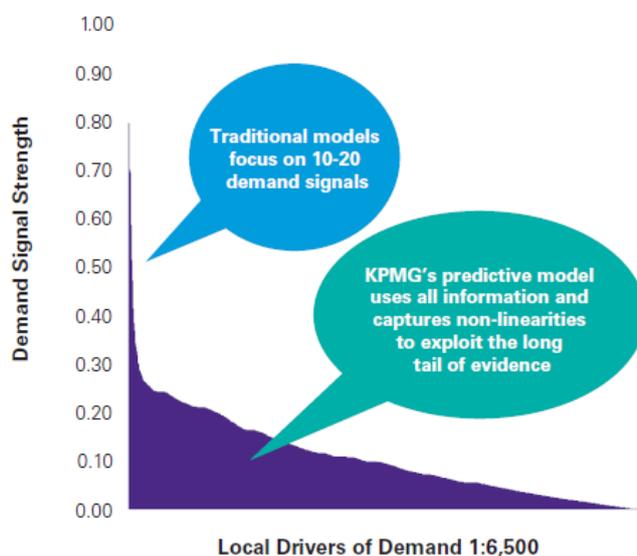
evidenziato come l'85% delle organizzazioni ha difficoltà nel valutare qualità ed affidabilità dei dati, ed appena il 14% ritiene di possedere le capabilities necessarie ad implementare efficacemente la Big Data Analytics in SC (citando la carenza di data scientist sul mercato del lavoro, con uno shortage soltanto per gli USA stimato tra 140.000 e 190.000 professionisti). Il 56% non ha accesso a reporting real-time (concetto legato alla Business Intelligence).

Per quanto riguarda le tecniche di analytics, viene offerta una classificazione che tiene conto del tipo di dati su cui agiscono, sintetizzata nella seguente Tabella.

Tabella 3.11. Categorie Big Data Analytics sulla base del tipo di dati (KPMG, 2018)

1	Text Analytics	Techniques used to extract information from textual data. Text analytics includes statistical analysis, computational linguistics and machine learning. Some of the main techniques for text analytics are information extraction, text summarisation, question answering and sentiment analysis.
2	Audio Analytics	Techniques used to extract information from unstructured audio data. Currently customer call centres and healthcare providers are the primary users of audio analytics. Some of the main techniques used for audio analytics include large vocabulary continuous speech recognition and phonetics-based systems.
3	Video Analytics	Techniques used to monitor and analyse video streams. Video analytics has been primarily used as a replacement to labour-based surveillance. More applications of video analytics are being considered in retailing businesses to collect data on customer demographics and their preferences. Some of the main techniques used for video analytics are server-based architecture and edge-based architecture.
4	Social Media Analytics	Techniques used to analyse structured and non-structured data from social media channels. Social media analytics spans several areas of research including psychology, sociology, computer science, economic, physics, and mathematics. Some of the main techniques used to analyse social media data are community detection, social influence analysis and link prediction.
5	Predictive Analytics²	Techniques used to predict future outcomes based on anecdotal and current data. Historically, predictive analytics has been the domain of statistical analysis. However, conventional statistical analysis methods are based on sampling, significance and small sets of data. Thus, there have been calls for developing new techniques capable of big data statistical analysis, which will shape the future of predictive analytics using big data.

Figura 3.26. Segnali per il forecast della domanda (KPMG, 2018)



Viene presentato nel report un case study riguardante la previsione della domanda in ambito retail. L'advanced analytics adottata utilizza 6500 esterni e 5250 interni demand-signals (rispetto ai 10/20 driver dei modelli tradizionali usati fino a quel momento), ed è in grado di valutare le correlazioni fra gli stessi e clusterizzare gli store. I risultati hanno evidenziato una riduzione del forecast error medio dal 28% al 16%, con

riduzioni anche nell'ordine del 3:1 per alcuni store.

Il miglioramento dell'accuratezza del forecast porta con sé vantaggi collaterali quali riduzione degli inventari, ottimizzazione del mix prodotti, miglioramento delle strategie di pricing e della pianificazione delle campagne promozionali.

In ambito risk management di SC viene proposta una piattaforma Cloud per l'analytics Big Data basata sulla categorizzazione dei rischi in quattro categorie: Financial Risk, Regulatory Risk, Operational (Performance) Risk, Geo-political (macro) risk. Tra le misure che la piattaforma è in grado di elaborare vi sono, oltre alle tradizionali probabilità ed impatto, anche velocità (quanto velocemente effettivamente il rischio può impattare la SC) e "connectedness" (sostanzialmente la manifestazione di rischi ad esso correlati). I dati processati dal sistema Cloud includono anche news feed locali e globali, social media, industry publications, dati meteorologici e market data.

Altri case study riportati riguardano:

- Previsione per le compagnie aeree dei cibi più richiesti dai passeggeri su una particolare tratta, consentendo di migliorare la qualità del servizio ma anche renderlo più efficiente;
- Utilizzo di wearables e sensori in generale per il bio-monitoraggio (salute e sicurezza) di agenti di polizia in servizio (anche se non direttamente legato al SCM, case study citato probabilmente perché l'azienda incaricata per il servizio era DHL).

Infine, vengono delineati alcuni ostacoli per l'efficace utilizzo della Big Data analytics in SC, tra cui principalmente l'eccessiva focalizzazione delle soluzioni sull'ottimizzazione di aspetti specifici (locali), che si traducono in miglioramenti a livello globale di SC non significativi; e il cosiddetto problema della "paralysis by analysis": organizzazioni sopraffatte da un volume di dati, numero di piattaforme, metodi e tecniche che non sono in grado di gestire; incapacità di identificare un punto di partenza e un processo di sviluppo chiaro per l'implementazione pervasiva dell'analytics in SC.

DHL (2013) ha proposto un interessante report sui Big Data nella Logistica, descrivendo il perfetto fit esistente tra queste due discipline.

Vengono identificati tre ambiti in cui i Big Data possono creare valore per l'organizzazione:

- **Efficienza Operativa.** Utilizzo dei dati per aumentare la trasparenza ed ottimizzare l'uso delle risorse;
- **Customer Experience.** Utilizzo dei dati per aumentare customer loyalty e retention, migliorare la segmentazione e targeting dei clienti, ottimizzare la customer interaction;
- **New Business Models.** Espansione dei ricavi dai prodotti esistenti, ma anche creazione di nuovi stream di ricavi a partire dai dati stessi.

In riferimento alla prima area (efficienza operativa), viene proposto un case study relativo alla previsione della domanda dei punti vendita, funzionale all'ottimizzazione dello shift-planning, per la catena DM drogerie-markt (cosmetica, alimentazione/Integratori, prodotti per la casa e per l'infanzia etc.; fatturato sopra i 10 miliardi di €). L'over-staffing dei punti vendita impatta la profittabilità, un basso livello di personale viceversa impatta negativamente sulla soddisfazione dei clienti.

L'analytics Big Data è utilizzata per la previsione di lungo periodo dei ricavi giornalieri dei punti vendita, tenendo in considerazione un range molto ampio di parametri individuali e locali. I dati in input per il sistema includono dati storici sui ricavi, orari di apertura, orari di arrivo dei beni dai centri di distribuzione; ma anche aspetti locali quali giorni di apertura dei mercati locali, informazioni su deviazioni stradali, giornate festive della città e di quelle limitrofe, dati meteorologici. Sono stati sviluppati diversi algoritmi predittivi, e poi scelto quello che forniva le proiezioni più accurate.

La previsione delle vendite giornaliere degli store è utilizzata per una pianificazione di lungo periodo dei turni di lavoro (4-8 settimane).

In riferimento alla Customer Experience, viene proposto un'applicazione di analytics Big Data rivolta ad evitare gli out of stock in ambito fashion. Tale settore sta vivendo un importante incremento della competizione e soprattutto un accorciamento del ciclo di vita dei prodotti. Oggi tra design e arrivo in store dei capi possono intercorrere anche soltanto tre settimane.

Il retailer Otto Group evidenziava, per il 63% degli item, scostamenti tra forecast e vendite effettive superiori al 20%, con problemi sia di over-production che di shortage. La prima impatta profittabilità e capitale circolante, la seconda il livello di servizio offerto ai clienti. La nuova metodologia predittiva adottata ha avuto le prime applicazioni nella fisica ad alta energia: utilizza un tool di analisi multivariata con self-learning capabilities, combinate con statistica Bayesiana. Il nuovo forecast engine è stato sottoposto alla fase di training con dati storici relativi a sedici stagioni precedenti, oltre all'input continuo di 300 milioni di transaction records per settimana sulla stagione corrente. I risultati hanno evidenziato una riduzione degli item a catalogo con scostamenti previsione-actual sales superiore al 20% ad appena l'11% (rispetto al 63% della metodologia precedente).

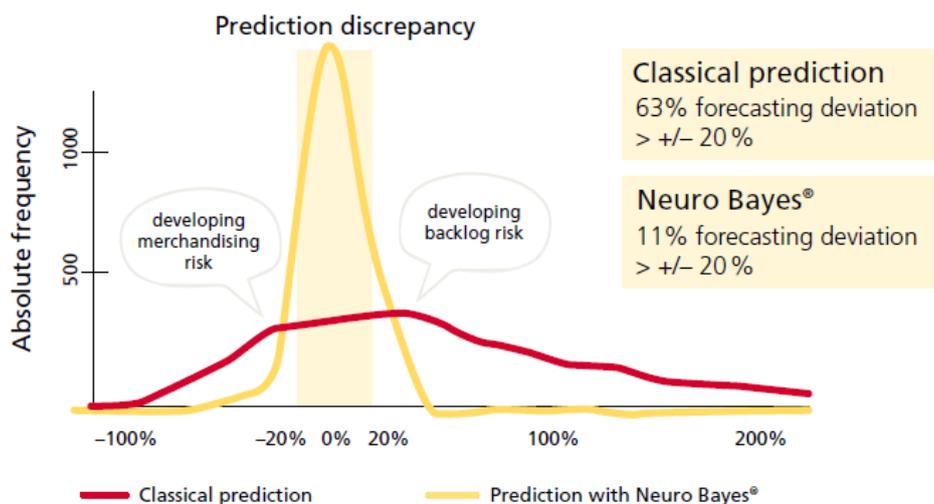


Figura 3.27. Scostamenti previsioni – actual sales volume (DHL, 2013)

In riferimento ai nuovi Business Model abilitati dai Big Data, viene proposto un esempio relativo ai dati di localizzazione sugli utenti raccolti dalle compagnie telefoniche.

Nel momento in cui è stato imposto dalla legislazione sulla privacy lo scorporo tra i dati di identificazione e quelli sui loro spostamenti, questi “anonymous crowd data” hanno in realtà acquisito un importante valore di business.

Nelle aree urbane la densità di tali “digital trails” è sufficientemente elevata per poter identificare le correlazioni tra comportamento degli utenti e caratteristiche di una certa area/località. È ad esempio possibile valutare l’attrattività di una certa strada per l’apertura di un nuovo negozio, identificando anche le fasce orarie di apertura più favorevoli. È possibile valutare l’impatto di campagne di marketing o dell’apertura di uno store di un competitor.

Quando informazioni su sesso, fasce d’età e (possibilmente) social network activity degli utenti sono incluse nei dati, il valore creato per retailer e advertiser è ulteriormente accresciuto.

La compagnia spagnola Telefonica, con l’iniziativa “Dynamic Insights” ha iniziato a commercializzare i dati di localizzazione degli utenti, creando un importante flusso di ricavi addizionale.

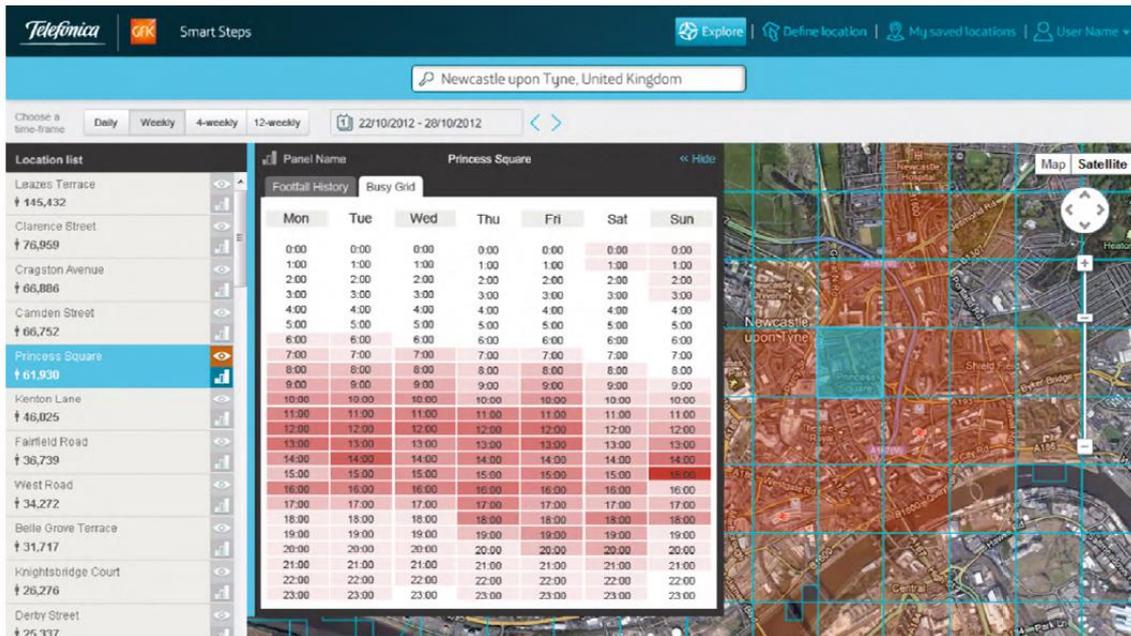


Figura 3.28. Analisi della customer footfall in una certa località, sulla base dei mobile-subscriber data (DHL, 2013)

Nel seguito del report viene approfondito il legame tra Big Data e Logistica.

Le applicazioni specifiche Big Data a tale settore proposte sono le seguenti:

- **Last-mile optimization:** real-time route optimization (1), crowd-based pick-up and delivery (2);
- **Predictive network e capacity planning:** strategic network planning (3), operational capacity planning (4);
- **Customer value management:** customer loyalty management (5), continuous service improvement and product innovation (6);
- **Supply Chain risk management:** risk evaluation and resilience planning (7);
- **B2B demand and supply chain forecast:** market intelligence per piccole e medie imprese (8); financial demand and analytics (9);
- **Real time local intelligence:** address verification (10), environmental intelligence (11).

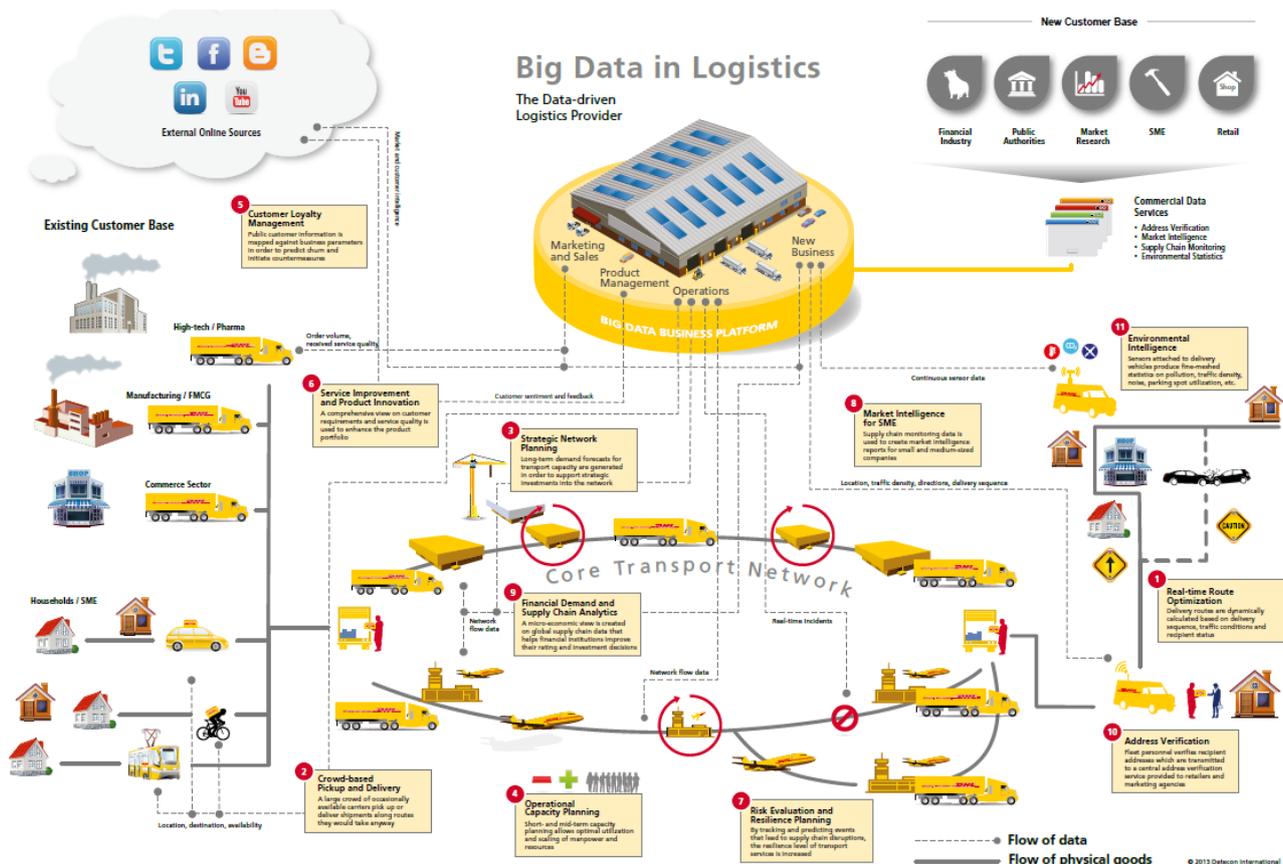


Figura 3.29. Big Data in Logistics Overview (DHL, 2013)

Nel report sono successivamente esposti dettagli in merito a ciascuna delle 11 applicazioni proposte. Vengono nel seguito esposti, a partire da essi, gli aspetti ritenuti più rilevanti.

Nella real-time route optimization, il calcolo dinamico della sequenza ottimale di consegne (problema di ottimizzazione combinatoria) riceve adattamenti continui sulla base di fattori geografici, ambientali, dati sul traffico, status dei destinatari.

Nello strategic network planning (rivolto a definire topologia e capacità del network distributivo) le tecniche Big Data analizzano dati storici su capacità e suo utilizzo, integrando nell'analisi fattori stagionali e trend emergenti sul flusso merci attraverso algoritmi di learning alimentati con estese serie statistiche. Informazioni economiche esterne, quali ad esempio industry-specific o regional growth forecast, sono anch'esse incluse, per una previsione più accurata della domanda di capacità di trasporto. Le tecniche adottate fanno riferimento a regressioni avanzate e scenario modeling. Tale pianificazione consente anche di far emergere la presenza di capacità in eccesso: ciò crea un alert sulla necessità di incrementare le vendite, ed a tal fine può essere associato un meccanismo di pricing dinamico.

Nel capacity planning operativo (truck, trains, aircrafts ma anche shift planning per il personale di distribution center e magazzini) informazioni real-time sulle spedizioni sono aggregate per predire l'allocazione delle risorse per le successive 48 ore. Tali dati vengono automaticamente recuperati da

Warehouse Management System (WMS) e sensori lungo la transportation chain. In aggiunta, cambiamenti ad hoc vengono apportati sulla base di dati provenienti da fonti esterne, come factory openings, unexpected bankruptcy, regional disease e disastri naturali, rilevanti per la domanda in una particolare regione.

In ambito customer loyalty management la Big Data analytics è utilizzata per una valutazione estesa della customer satisfaction, integrando diverse data sources (customer touch points, dati operativi sulla qualità del servizio logistico, dati esterni).

Lo scenario descritto è quello di un 3PL che vede ridursi i volumi di spedizione da un cliente che invece ha un fatturato in grande crescita. Analizzando i delivery record si scopre che di recente il cliente ha subito ritardi nelle spedizioni. Ciò porta all'urgenza di mettere in atto attività di customer retention. La complessità sta nel dover condurre quest'attività, in modo automatico, su tutta la customer base. I customer touch points includono risposte a vendite ed attività di marketing, customer service inquires, dettagli su gestione dei reclami. Questa "traccia" digitale del cliente è correlata con informazioni dal distribution network quali serie statistiche su volumi di spedizioni e livello di qualità del servizio ricevuto (non specificati nel report gli specifici indicatori utilizzati in merito).

Vengono inoltre integrati dati pubblici provenienti dal web quali annual report, stock trackers o sentiment analysis dai social media. Tramite tecniche quali pattern recognition, semantic text analysis, natural language processing, il 3PL può identificare il rischio di abbandono di ogni cliente, programmando in merito contromisure proattive come programmi customer-loyalty.

L'estensione futura riguarda l'inclusione anche dei destinatari, oltre che dei mittenti, nell'analytics ambito customer loyalty. Viene citato il caso degli e-commerce, in cui molte lamentele degli utenti portano il venditore a considerare uno switch del fornitore del servizio logistico. Ciò richiede il processamento di una quantità di dati ancora superiore, soprattutto in mercati B2C.

In ambito miglioramento continuo del servizio, l'aspetto rilevante è l'integrazione dei customer feedback su quante più fonti possibili.

In passato le uniche data sources disponibili erano i CRM e i customer surveys. Oggi le soluzioni Big Data sono in grado di utilizzare in modo utile dati provenienti da Social Media e forum di discussione, in cui gli utenti condividono le loro esperienze sul servizio. Si tratta comunque di un compito molto complesso. Text mining e analisi semantiche consentono di ricavare il "customer sentiment", e di correlare questo feedback (unbiased) sulla qualità del servizio con informazioni temporali e geografiche.

In ambito risk evaluation e resilience planning si parla dell'integrazione nell'analisi di informazioni su sviluppi politici, economia, natura, salute; provenienti da fonti come social media, blog, previsioni meteo, stock trackers, etc. Analisi semantiche e complex event processing techniques vengono

utilizzate per individuare pattern in questo stream di informazioni. Sono previsti alert automatici al manifestarsi di condizioni critiche per determinati elementi di SC (es. minaccia di un tornado in una regione dove è localizzato un trans-shipment point), con informazioni quali probabilità ed impatto del rischio, ed in alcuni casi anche suggerimento di contromisure idonee alla mitigazione del rischio. Infine, in ambito Environmental Intelligence, i 3PL tramite la sensoristica utilizzata sulla flotta sono in grado di misurare molti indicatori ambientali (fine dust pollution, temperatura, umidità, densità traffico, rumore, parking spot utilization su strade urbane).

Un 3PL può sfruttare queste informazioni per fornire un data-service (cioè applicazione di tecniche di analytics, oltre alla vendita dei dati in sé) ad autorità, agenzie ambientali, real-estate developer e advertising agencies, creando un flusso di ricavi supplementare rispetto al core business.

Tornando all'ambito ricerca, *Nguyen et. al. (2017)* hanno proposto alcuni gap sulla Big Data Analytics in Supply Chain.

In merito alla tipologia di analytics adottata, viene indicato come la prescrittiva stia ricevendo attenzione crescente, tuttavia essa spesso integra metodologie descrittive e predittive, per cui gli autori suggeriscono di mantenere un balance del focus su tutte le tipologie di analytics.

Viene sottolineato una carenza significativa di applicazioni alla logistica di ritorno e closed-loop SC, la quale potrà beneficiare di IoT e tecnologie machine-to-machine per la raccolta dati sui prodotti in uso. La Big Data Analytics, già applicata al product lifecycle design and assessment (*Song et. al., 2016*), potrà essere utilizzata per prevedere i resi e valutarne la qualità.

Per quanto riguarda gli aspetti organizzativi, ci si chiede come i diversi stakeholder aggiungono valore alla soluzione Big Data e come tale valore verrà allocato lungo la SC; quali nuovi modelli di business sono abilitati e come impattano sulle performance di SC; come far evolvere il modello attuale verso tali modelli data-driven.

Infine, le applicazioni sono ancora molto focalizzate su ambiti specifici e poco system-wide.

Le SC future saranno entità auto-organizzate in grado di riconfigurarsi sulla base di feedback Big Data e coordinarsi in modo del tutto autonomo, o al più con un intervento umano molto limitato.

Altri gap (di ricerca) sulla Big Data analytics in SC identificati da altri autori (*Arunachalam et. al., 2017*) riguardano:

- Assenza di metodi per integrare ed analizzare dati come video ed immagini;
- Relazione tra Big data analytics e performance di SC ancora non ben definita, soprattutto in termini di fattori contestuali che determinano il successo/fallimento di tali iniziative;
- Come renderla accessibile a piccole e medie imprese, la cui crescita potenziale rischia di essere frenata dalle limitate capabilities digitali.

Gli stessi autori hanno descritto alcune delle sfide riguardanti l'utilizzo della Big Data Analytics in SC, dividendole in organizzative e tecniche.

Tra le prime si fa riferimento al fatto che l'implementare un sistema di analytics predittiva è un processo ancora molto lungo e articolato (si parla di un periodo di 12/18 mesi prima di iniziare a vederne i risultati). Altro problema è l'inadeguatezza delle infrastrutture IT, che possono essere d'avanguardia per la singola organizzazione ma non per i partner di SC, limitando i benefici conseguibili (oltre a problemi di disponibilità alla condivisione dati, già rilevanti nei sistemi BI più tradizionali). Vi sono poi questioni ancora aperte legate a privacy e sicurezza, con una regolazione da parte delle autorità ancora incerta ed in divenire, che richiedono adeguate iniziative di data governance.

La sfera tecnica delle sfide riguarda scalabilità (il cloud computing è una soluzione ma bisogna comunque razionalizzare la raccolta dati per non incorrere in costi non sostenibili), Data Quality (accuratezza, tempismo, consistenza e completezza come dimensioni intrinseche; rilevanza, valore aggiunto, accessibilità e "believe-ability" come dimensioni contestuali), oltre a problematiche contingenti della combinazione tecnica adottata/ambito applicativo, essendo la "Data Science" una disciplina in grande evoluzione e non certo consolidata.

Per quanto il presente lavoro si collochi per sua natura più vicino all'ambito accademico, prima di chiudere tale capitolo si ritiene opportuno fornire quantomeno dei cenni sui software di Supply Chain Analytics e sul loro mercato di riferimento.

La società di consulenza, specializzata in ricerche di mercato, Grand View Research, in un suo recente report (*Grand View Research, 2019*) ha offerto una panoramica sul mercato dei software di Supply Chain Analytics.

La dimensione del mercato globale è stata nel 2018 di 3460,1 milioni di USD, e si stima possa raggiungere addirittura i 9875,2 milioni USD nel 2025, con CAGR del 16,4% dal 2019 al 2025. L'evoluzione della dimensione del mercato (statunitense, non globale) tra il 2014 e il 2025, con in più l'informazione sulla ripartizione della stessa tra diverse soluzioni, è mostrata in Figura 3.30.

La crescita del mercato è guidata da aspetti come performance inefficienti dei fornitori, costi di magazzino elevati, previsioni non accurate; mentre preoccupazioni sulla data security vanno ad agire da freno.

Per quanto riguarda le specifiche soluzioni, il segmento Sales & Operation detiene la quota predominante, con un valore di 745,5 milioni USD nel 2018.

In ambito deployment, il Cloud ci si attende resti la metodologia prevalente, garantendo flessibilità e large scale customization di prodotti e servizi per le organizzazioni.

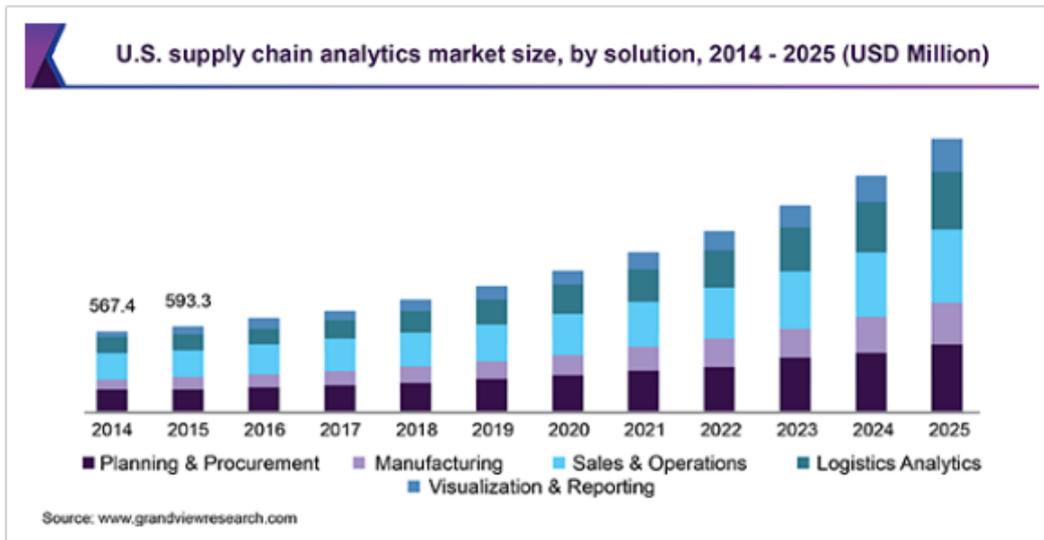
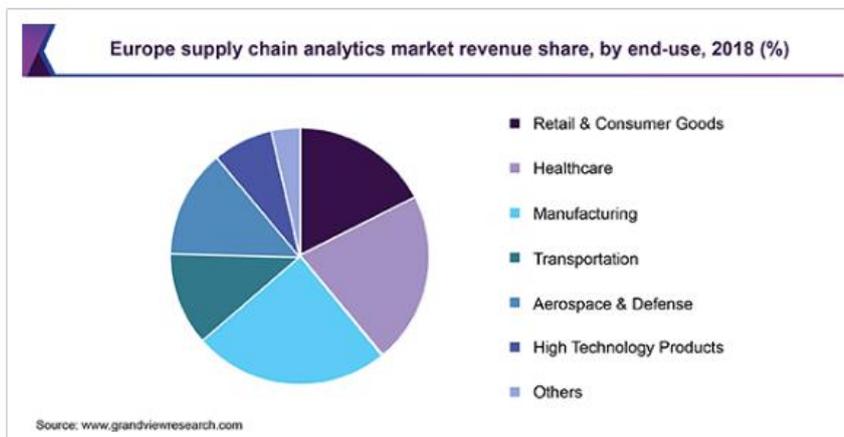


Figura 3.30. US SC analytics market size, by solution (*GrandView Research, 2019*)

Per quanto riguarda le industrie in cui i software di SC sono applicati, lo scenario (in termini di valore economico) per il mercato europeo è riportato in Figura 3.31.

Figura 3.31. Europe SC analytics market share by end-use (*GrandView Research, 2019*)



Il settore industriale con il tasso di crescita più significativo è il retail, che sta vivendo lo shift verso l'e-commerce e l'integrazione significativa di big data e machine learning nei propri processi.

In termini di segmentazione geografica del mercato, il Nord America detiene la quota predominante con 1423,3 milioni USD nel 2018 (41,1%).

La società specializzata in sensoristica di magazzino e asset tracking Camcode in un recente articolo (<https://www.camcode.com/asset-tags/top-supply-chain-analytics/>) ha presentato i principali (50) software di SC Analytics, in termini di loro caratteristiche chiave.

Un loro approfondito benchmarking esula dagli scopi di tale lavoro di tesi. In alcuni casi si tratta di software nativamente di analytics, in altri di software SCM con analytics built-in.

Tra le aziende IT citate vi sono Oracle, Deloitte, Tableau, JDA, SAP, Logility, Qlik, Manhattan Associates, IBM, SAS, Voxware, Targit.

Le caratteristiche chiave di tali software ritenute più rilevanti sono sintetizzate in Tabella 3.12.

Tabella 3.12. Key Feature dei Software di SC Analytics, parte 1 (elaborazione propria, da articolo Camcode 2020)

Key Feature dei software di SC Analytics (selezionate)	Azienda
Real time insight	Voxware
Data extraction da ogni fonte	Voxware
Raccolta dati finanziari/fiscali dei fornitori per identificare minacce/vulnerabilità	KPMG
Stima dell’impatto di campagne promozionali su diversi canali distributivi	Oracle
Analisi performance dei fornitori	Oracle
Forecast su linee di prodotto multiple e domanda globale	Birst
Sincronizzazione demand planning – produzione	Birst
Automated data integration, visualization and analytics in una singola soluzione	Halo BI
S&OP, demand planning, supplier management	Halo BI
Business Intelligence: visualizzazione, reporting, data warehousing automation e self-service data analysis	Halo BI
Analytics ad hoc per settori regolamentati	Halo BI
Analytics predittiva nell’Inventory Management e nella previsione dei Lead Time	Deloitte
Floor planning e Space planning	JDA Software
Insight su clienti sia a livello macro che di mercato locale	JDA Software
Integrazione tra attività di analytics, ERP ed altri sistemi di SC	Neubrain
Condivisione tramite sistemi web di dashboard e analisi con tutto il network di SC	TARGIT
Benchmark dei fornitori real-time rispetto agli industry standard correnti	TARGIT
Monitoraggio real-time di KPI come Inventory turnover, return rate, order picking accuracy etc.	TARGIT
Interfaccia grafica curata e generazione di report tramite semplici drag & drop	Descartes
Integrazione con modelli di pricing dinamici e inclusione di fonti dati come previsioni meteo, social media e competitor pricing	Solvoyo
Analytics predittiva con alert su stock-out, inventari in eccesso, disallineamenti nella distribuzione	Solvoyo
Analisi dettagliata dei costi di SC (soprattutto lato Procurement)	SAP Ariba
Analisi e classificazioni fornitori, linee guida/best practice, peer benchmarking	SAP Ariba
Built-in performance management	Logility
Monitoraggio con alert automatici al verificarsi di eventi che necessitano approfondimenti	Logility
In-memory computing technology (processamento rapidissimo)	RELEX
Analisi root-cause	RELEX
KPI dashboard	RELEX
Self-learning system capabilities	FusionOps

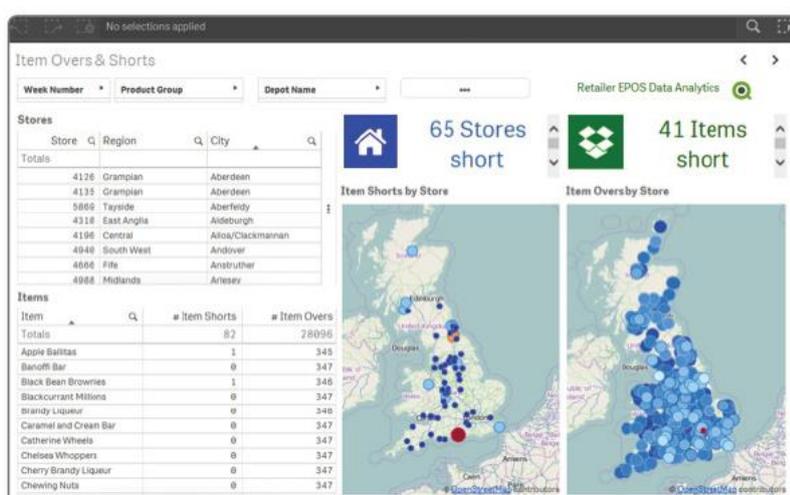
Tabella 3.12. Key Feature dei Software di SC Analytics, parte 2 (elaborazione propria, da articolo Camcode 2020)

Key Feature dei software di SC Analytics (selezionate)	Azienda
Pre-built best practice analytics, report ed alert	Blue Ridge
Industry performance benchmarking	Blue Ridge
Custom analytics and dashboard	Blue Ridge
Datawarehouse, ETL ed OLAP	Aptean
Monitoraggio ad hoc di prodotti deperibili, riducendo le inventory loss legate alla loro scadenza	Manhattan Associates
Integrazione di tutte le fonti per una visione olistica di SC	TIBCO
Data visualization interattiva, analytics descrittiva e diagnostica, data augmentation, analytics predittiva e prescrittiva, content analytics	TIBCO
Enfasi su self-service analytics, personalizzazione autonoma di dashboard e report	IBM Cognos
Soluzione IT scalabile, disponibile on-premise o tramite Cloud	IBM Cognos
Previsione Lead Time	Demand Solutions
Visione aggregata, ma anche drill down per approfondire aspetti specifici	Demand Solutions
Mining di tutti i dati a disposizione per misurare e classificare i fornitori	Demand Solutions
Facile ed intuitiva comparazione di scenari	Opalytics
Esportazione dei dati su software Tableau o Qlik per analisi più approfondite	Opalytics
Data warehouse multi-channel, multi-company, multi-currency; enterprise data model, ETL, pre-built operational report	Aptos
Monitoraggio real time fornitori, inventari, performance canali distributivi	IBM InfoSphere
Data mining avanzato	IBM InfoSphere
Report automatici su KPI standard	ChainPoint
Condivisione dati con SC partner	ChainPoint
Analisi di parametri di Sostenibilità della SC	ChainPoint
Visualizzazione di dati complessi utilizzando maps, charts, graph ed altre opzioni	ChainPoint
Comparazione performance tra diversi impianti nella propria organizzazione (o con l'industry in generale)	I.D. Systems
Monitoraggio tra gli altri di produttività degli operatori, utilizzo degli asset, maintenance costs; stima del ROI del sistema	I.D. Systems
What-if analysis and scenario simulation	Kinaxis
Easy to use data mining tools	TMW Systems
Controllo di processi inter-funzionali	TMW Systems
Engagement degli stakeholder	SAP
End-to-end visibility e analytics predittiva	SAP
Gestione delle performance 3PL con confronto diretto con i SLAs	10-4 Systems

Tabella 3.12. Key Feature dei Software di SC Analytics, parte 3 (elaborazione propria, da articolo Camcode 2020)

Key Feature dei software di SC Analytics (selezionate)	Azienda
Mobile App per iOS ed Android	10-4 Systems
Monitoraggio qualità di prodotto e processo	SAS
Product and customer segmentation, con misura della marginalità	O9 Solutions
Built to stock vs built to order vs configure to order analytics	O9 Solutions
Previsione Product fulfillment needs e identificazione di potenziali backlog	Microsoft Azure
Mantenimento indefinito dei dati dell'organizzazione, indipendentemente dalla dimensione	Microsoft Azure
Data mining e modelli predittivi automatizzati	BOARD
Planning collaborativo	Silvon Stratum
Forecast statistico avanzato in sinergia con un real time decision engine per demand planning ed inventory optimization	BRIDGEi2i
Identificazione proattiva dei colli di bottiglia	BRIDGEi2i
Interfaccia user friendly, rapidi tempi di implementazione	Jedox
Identificazione discrepanze nei sales pattern causate da inventari "fantasma", perdite per furti e simili (shrinkage) o misplacement negli store	1010data
Funzionalità Industry-specific	Infor

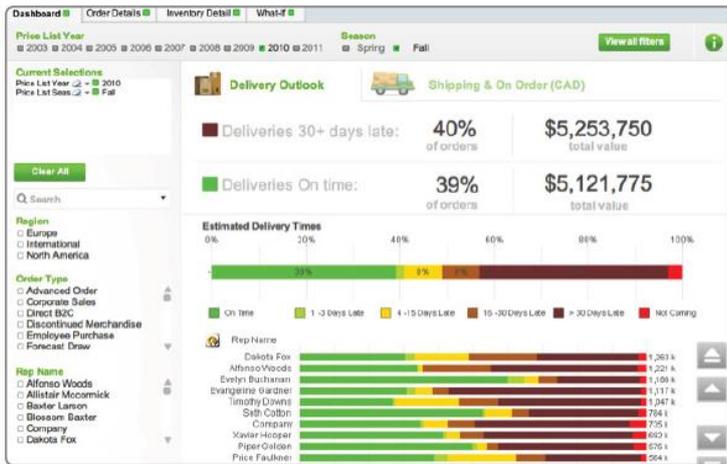
Infine, a titolo esemplificativo si riportano alcuni esempi (soprattutto visuali) tratti direttamente da cataloghi commerciali o siti aziendali di aziende IT che offrono soluzioni di SC Analytics.



Nel proprio catalogo commerciale sulle soluzioni software in ambito SCM (purtroppo quasi tutte le aziende non lo rendono disponibile senza una formale richiesta di contatto tramite mail aziendale) Qlik, azienda leader in ambito BI, propone una soluzione per il warehousing and distribution.

Example: Easily identify potential out of stock or material availability issues

Figura 3.32. Identificazione potenziali stock out o material availability issues (Qlik, 2015)



Example: Monitor on-time performance to anticipate and avoid delays

Figura 3.33. On-time performance (Qlik, 2015)

Le funzionalità includono: integrazione fonti dati multiple; visualizzazione di quanto efficientemente è utilizzato lo spazio di magazzino; analisi di warehouse and transportation order fulfillment, fornendo indicazioni per soddisfare i delivery performance agreements; monitoraggio di processi operativi di magazzino come pick, pack, putaway.

L'azienda IT Solvoyo sul proprio sito aziendale (<https://www.solvoyo.com/>) mette a disposizione dashboard relative alla propria soluzione demand planning.

Purtroppo, nel visitare molti siti corporate di aziende IT ambito SC si è riscontrato che tale atteggiamento non è assolutamente frequente, presumibilmente per invitare i potenziali clienti a richiedere demo tramite canali ufficiali o comunque per non mostrare i dettagli delle proprie soluzioni ad aziende competitor.

Tornando alle dashboard Solvoyo, la prima si riferisce al drill down per identificare le root-cause degli stockout: la piattaforma fornisce liste di prodotti in over-stock/under-stock, fornendo visibilità sui parametri che influenzano il livello di stock.

La seconda si riferisce alla comprensione di driver di domanda (tra cui indice dei prezzi, promozioni, special days etc.), visualizzando l'impatto degli stessi sulla domanda; e soprattutto utilizzo di tali driver per la previsione della domanda futura.

La terza si riferisce alla previsione di stock-out potenziali: il sistema calcola proiezioni sugli inventari ed evidenzia stock-out potenziali o comunque stock-cover issues.

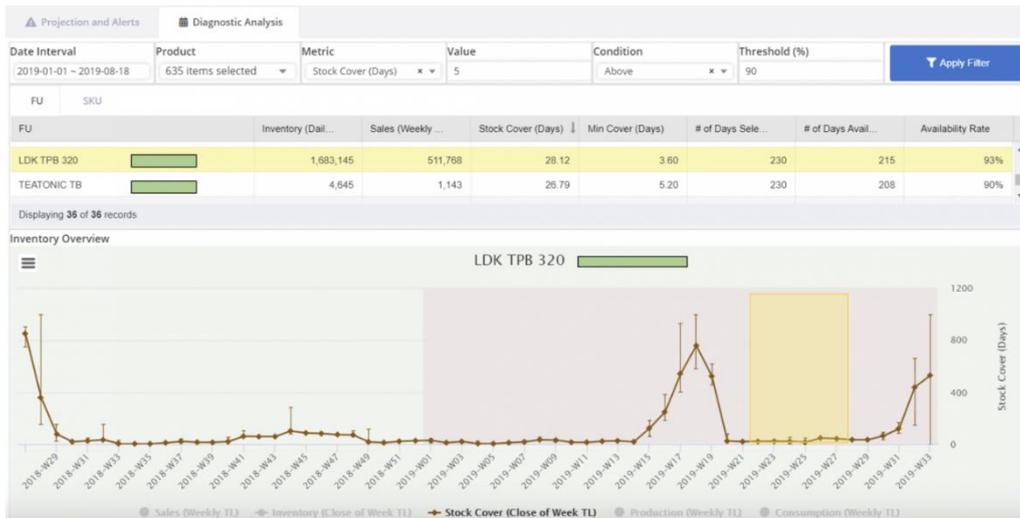


Figura 3.34. Demand planning dashboard 1 (<https://www.solvoyo.com/>)

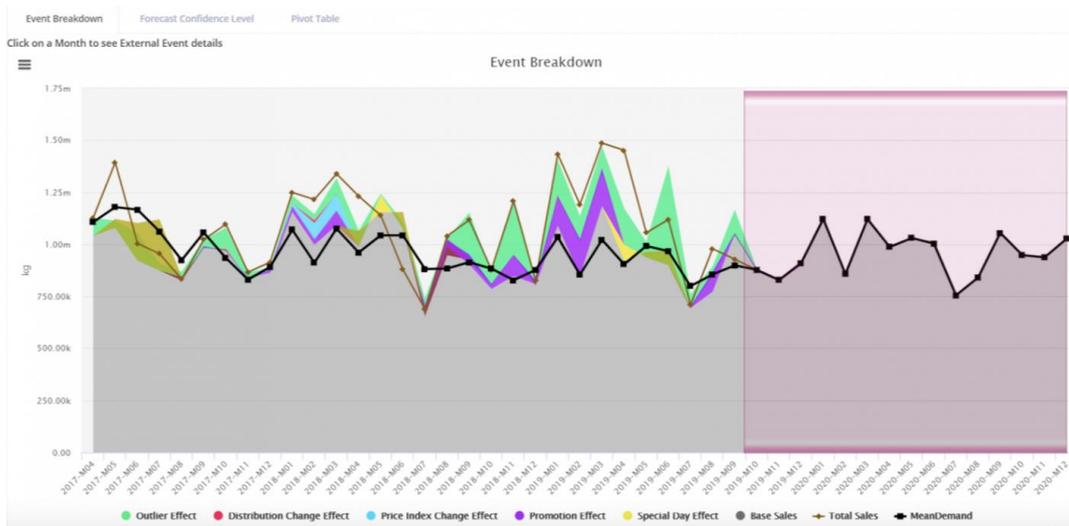


Figura 3.35. Demand planning dashboard 2 (<https://www.solvoyo.com/>)

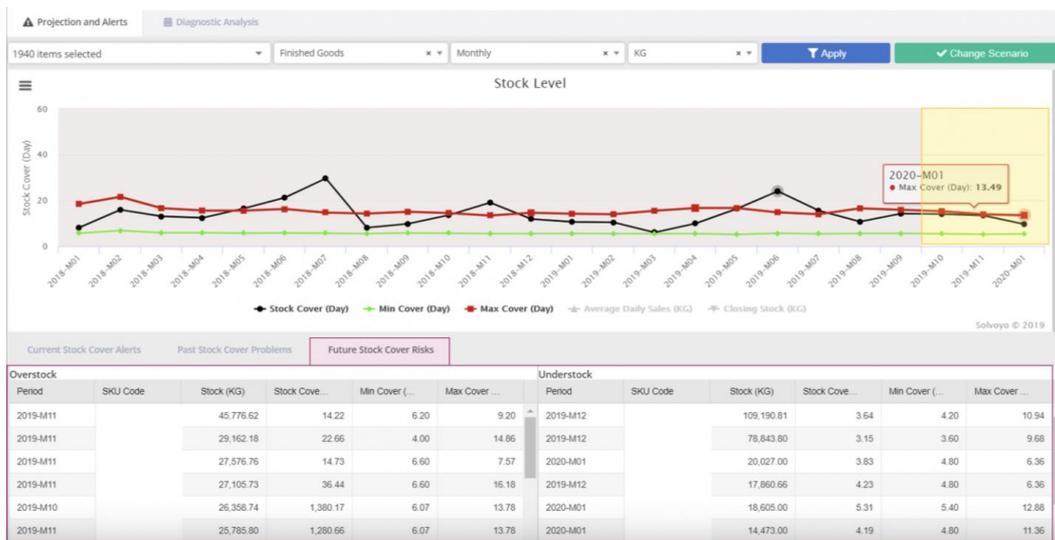
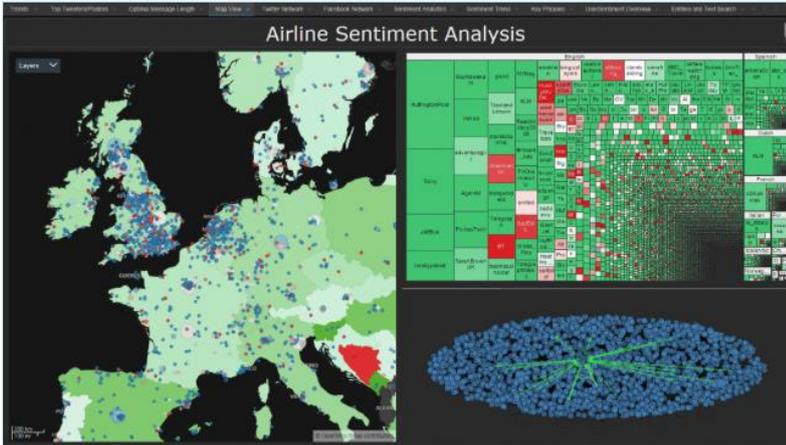


Figura 3.36. Demand planning dashboard 3 (<https://www.solvoyo.com/>)

Infine, si riporta un esempio tratto dal sito dell'azienda IT TIBCO, società che si occupa di analytics non soltanto in SC, relativo ad una sentiment analysis per il settore aereo (tecnica a cui si è fatto riferimento durante il paragrafo sull'utilizzo dei Social Media nel SCM).

Figura 3.37. Sentiment analysis nel settore airline (<https://www.tibco.com/products/tibco-spotfire/big-data-analytics>)



La soluzione TIBCO denominata Spotfire consente di effettuare analisi Big Data su dati non strutturati (testi) estratti da documenti, report, CRM, weblogs, social media.

CAPITOLO 4

Sintesi della letteratura analizzata e considerazioni critiche

4.1 Approfondimento sulla metodologia di ricerca utilizzata

Il presente lavoro di tesi ha l'obiettivo di fornire una review esaustiva dei principali contributi della letteratura scientifica e dell'industria sugli impatti che la Business Intelligence e l'"eco-sistema" delle tecnologie in cui si colloca (IoT, Big Data Analytics etc.) sta avendo sulle modalità con cui misure e indicatori di Supply Chain vengono calcolati ed utilizzati.

Tale lavoro non ha assolutamente la pretesa di equipararsi, in termini di rigore metodologico, ad una review sistematica della letteratura condotta in ambito accademico. La loro redazione richiede certamente competenze ed esperienza pregressa di ricerca di cui lo scrivente non dispone.

Tuttavia, vi sono anche altri aspetti da considerare:

- Trattandosi di un lavoro di tesi e non di un articolo, l'esposizione dei contenuti può essere più "discorsiva" e meno sintetico/schematica.
- Le review sistematiche della letteratura condotte in ambito accademico spesso pongono molta enfasi su aspetti molto specifici del mondo della ricerca, quali ad esempio confronto del numero di articoli pubblicati sui diversi Journals, statistica descrittiva sulla tipologia di articoli raccolti, evoluzione negli anni del numero di pubblicazioni/citazioni, bibliometria avanzata (ad es. analisi delle citazioni incrociate con opportuni software per identificare dei "cluster" nella letteratura).

Per un lavoro di tesi lo scrivente ritiene che tali aspetti siano secondari rispetto all'esposizione, quanto più chiara e completa possibile, dei contenuti che si intende veicolare.

- Le review accademiche non includono praticamente mai (tranne in casi davvero rari) contributi (articoli, report, informazioni dai siti aziendali etc.) dal mondo dell'industria. Essendo molto importante l'accuratezza e affidabilità dei risultati, quasi sempre ci si limita ad articoli con peer-review. Tuttavia, nell'affrontare tematiche innovative come quelle oggetto di questa tesi, lo scrivente ritiene che non si possa prescindere dal far riferimento anche a contributi industriali (es. società di consulenza o 3PL). Nel trade-off tra arricchimento dei risultati presentati e perdita di rigore della metodologia (trattandosi di "letteratura grigia" raccolta tramite semplici ricerche web, e non tramite portali strutturati come quelli per la ricerca) si ritiene sicuramente prevalente il primo aspetto.

Per la stesura del presente lavoro di tesi sono state inizialmente condotte ricerche utilizzando le seguenti parole chiave sui Database Scopus e Google Scholar:

- *Business Intelligence Supply Chain;*
- *Supply Chain Performance Business Intelligence;*
- *Supply Chain Performance Indicators;*
- *Supply Chain Performance Indicators Intelligence;*
- *Business Intelligence Performance Management*
- *Business Intelligence Performance Management Supply Chain.*

Sono stati tenuti in considerazione soltanto i paper di cui è scaricabile il testo integrale, ed il download o meno dell'articolo è stato basato sull'attinenza rispetto alle tematiche da affrontare, valutata tramite l'abstract. Attraverso tali ricerche (condotte prima di avviare la stesura dell'elaborato) sono stati complessivamente raccolti 113 articoli scientifici.

Successivamente di ognuno sono stati schematizzati con un breve elenco i contenuti (una sorte di indice ma ancor più sintetico, sempre redatto a partire dall'abstract), al fine di facilitare l'individuazione degli articoli più idonei a cui far ricorso nel trattare un determinato argomento.

È inoltre stato assegnato ad ognuno un punteggio qualitativo su una scala da 1 a 10 (ammettendo valori con decimale 0,5) sulla base dell'attinenza con gli argomenti affrontati dalla tesi; sostanzialmente per la stessa motivazione esposta in precedenza, con in più la possibilità in un certo senso di "gerarchizzare" la procedura.

L'assegnazione di tale "indice di compatibilità" ad ogni articolo è stata condotta in modo più accurato rispetto alla semplice scelta di download in fase di interrogazione dei database di ricerca: oltre all'abstract sono state utilizzate anche informazioni contenute nell'introduzione e nelle conclusioni, oltre ad un overview dell'articolo per osservarne struttura generale e grafici/diagrammi/tabelle presenti.

Tale fase ha portato anche all'eliminazione di 9 articoli precedentemente inclusi, essendo stati giudicati dopo tale esame più attento troppo distanti dai contenuti che si intendeva proporre nella tesi. La distribuzione di tale indice di compatibilità tra gli articoli raccolti ex-ante rispetto alla stesura è mostrata in Figura 4.1.

Sempre a monte della stesura è stata raccolta online ulteriore "letteratura grigia" ritenuta utile, con riferimento soprattutto all'ambito industriale (ad es. report di società consulenza o 3PL, ricerche di mercato, articoli su siti specializzati, case study e informazioni su siti aziendali).

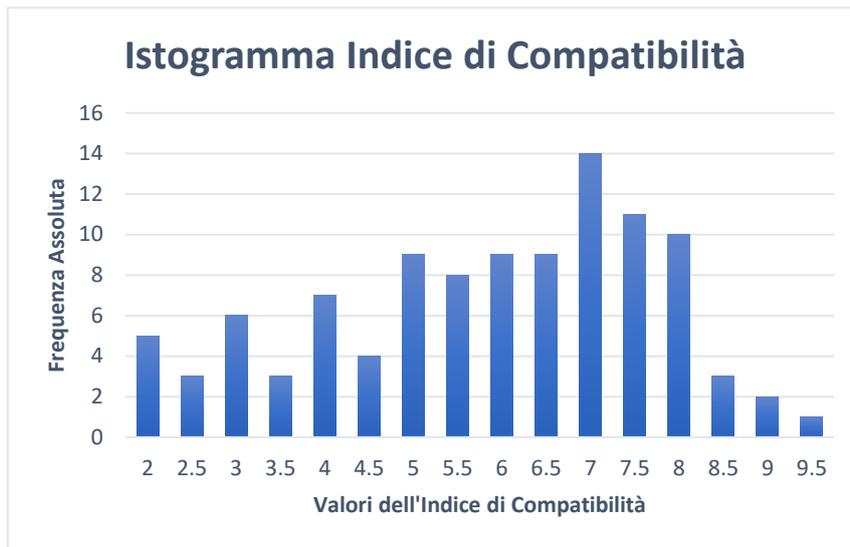


Figura 4.1. Istogramma Indice di Compatibilità per gli articoli raccolti ex-ante (elaborazione personale)

La stesura di un determinato capitolo ha previsto i seguenti step:

1. Definizione dell'elenco di articoli che trattano in maniera più specifica quegli argomenti;
2. Lettura completa del testo degli articoli selezionati, partendo da quelli con indice di compatibilità maggiore, con annotazione (per ogni articolo) di un elenco puntato dettagliato su argomenti trattati e metodi adottati.

La grande differenza rispetto a questa stessa attività condotta però prima di avviare la stesura della tesi è che in quel caso gli elenchi erano stati redatti solo attraverso la lettura dell'abstract, mentre in questo caso sono ben più dettagliati perché ottenuti a valle di una lettura completa dell'articolo. Gli elenchi sintetici ricavati dagli abstract sono stati utili per il punto 1, cioè raggruppamento degli articoli che trattano un certo tema.

3. Partendo dagli elenchi definiti al punto 2, definizione di un indice del capitolo ed indicazione per ogni paragrafo/argomento delle principali fonti a cui far riferimento.

La definizione degli indici dei capitoli ha tenuto conto naturalmente anche delle idee personali sui contenuti che si intendeva inserire nel lavoro, e delle linee guida sugli argomenti da trattare ricevute dal relatore in fase di avvio del lavoro.

Durante la stesura di un determinato paragrafo, per arricchire i contenuti proposti, spesso sono state effettuate interrogazioni ulteriori dei database Scopus e Google Scholar (ma anche semplici ricerche online per letteratura grigia) rispetto a quelle effettuate ex-ante, in questo caso però molto focalizzate sul paragrafo in corso di sviluppo (ad esempio *Business Intelligence Predictive Analytics*, *Supply Chain Big Data Analytics*, *Supply Chain Internet of Things*, *Supply Chain Social Media* etc.).

Complessivamente tra articoli scientifici raccolti in corso di stesura e letteratura grigia raccolta sia ex-ante che in corso di stesura, tale categoria di materiale (a cui lo scrivente si riferisce con la denominazione “Materiale Integrativo”) consta di 72 documenti (articoli scientifici ma anche come detto report e simili dal mondo dell’industria), oltre a siti web (articoli, siti aziendali etc.) salvati durante le ricerche online.

Tra di essi sono inclusi vari articoli raccolti con la cosiddetta tecnica “rolling-wave”, cioè sostanzialmente individuati dalle citazioni di un articolo precedentemente incluso.

Tra i citati 72 documenti, 11 di essi, raccolti perché potenzialmente utili, all’atto pratico non sono poi stati utilizzati/inclusi nel lavoro.

4.2 Sintesi della letteratura analizzata

Durante i tre capitoli fin qui esposti sono stati presentati i contributi della letteratura della scientifica (e non solo) ritenuti più rilevanti per una serie di “categorie” di ambiti afferenti al lavoro di tesi:

- Qual è il legame Business Intelligence – Performance Management;
- Come si colloca la BI nel più ampio panorama della Data Analytics e come quest’ultimo sta evolvendo;
- Quali sono gli utilizzi della BI nel SCM e nel SC Performance Management;
- Come fonti dati innovative (IoT/Social Media) stanno acquisendo un ruolo sempre più importante, integrando (e non sostituendo) quelle tradizionali;
- Quali sono possibili utilizzi di Big Data e tecniche di analytics (soprattutto predittive e prescrittive) nel SCM.

L’esposizione ha alternato momenti di presentazione più sintetica, come tipico delle review, a momenti in cui i contenuti di un certo articolo/report sono stati esposti con maggiore livello di dettaglio, poiché ritenuti particolarmente rilevanti nell’economia dei contenuti che si intende veicolare.

Per quanto la natura espositiva/discorsiva sia adatta a quello che può essere un lavoro di tesi, si ritiene comunque necessario fornire una visione più sintetica della letteratura analizzata.

A tal fine, nelle Tabelle proposte nel seguito vengono sintetizzati i lavori ritenuti più rilevanti, indicandone ambito applicativo, metodologia adottata e contributi chiave.

Affinché effettivamente riassumano i risultati più rilevanti, si è deciso di adottare i seguenti criteri di inclusione: (i) per il materiale base tutti gli articoli con indice di compatibilità ≥ 7 (40 su 104, ordinati secondo tale criterio; (ii) per il materiale integrativo i 25 documenti (articoli/report etc.) ritenuti più significativi (su un totale di 72, 61 considerando quelli effettivamente utilizzati).

Tabella 4.1. Sintesi della letteratura analizzata (materiale base), parte 1 (*elaborazione personale*)

Fonte	I.C.	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>Stefanovic, 2014</i>	9,5	Predictive Supply Chain Performance Management	Framework + Case Study	Proposta di un Predictive Supply Chain Performance Management Model che combina modellazione dei processi, performance measurement, data mining e portali web per la pervasività della soluzione BI.
<i>Stefanovic, 2015</i>	9	Inventory Management Predittivo	Modello (in termini di step di implementazione), contestualmente applicato ad un Case Study	Proposta di un'applicazione Data Mining per l'inventory management predittivo (focalizzato sulla previsione degli out of stock), basata su un BI semantic model sempre proposto dall'autore.
<i>Stefanovic, Milosevic; 2017</i>	9	Agile Supply Chain Business Intelligence	Framework + Implementazione Software	Proposta di un Supply Chain Business Intelligence Model che include modelli di processo, metriche, KPI e BI tool; ponendo le basi, come architettura IT, allo sviluppo di applicativi di SC Analytics.
<i>Chae, 2015</i>	8,5	Social Media (Big Data) Analytics in ambito SCM	Framework che combina descriptive analytics, content analytics (text mining e sentiment analysis) e network analytics	Analytics descrittiva, content analytics e network analytics applicata ai Big Data di Twitter, proponendo nuovi utilizzi dello stesso (e più in generale dei social media) in ambito SCM, sia a livello accademico che industriale.
<i>Sahay, Ranjan; 2008</i>	8,5	Real time Business Intelligence nel SCM	Conceptual Paper (esposizione "discorsiva" di concetti, benefici, ostacoli etc.)	Presentazione di limiti di soluzioni BI tradizionali, evidenziando viceversa i vantaggi nella SC analytics conseguibili con sistemi BI real-time. Vengono inoltre anche descritti ostacoli di implementazione.
<i>Luhao, 2010</i>	8,5	Supply Chain Integration attraverso la Business Intelligence	Conceptual Paper	Viene descritto il concetto di Business Intelligence e delle tecnologie ad esso afferenti, e successivamente ne vengono proposte applicazioni al SCM in ambito Inventory Management, Demand Management, etc.
<i>Groves 2014</i>	8	Big Data Analysis nel SCM	Trading Agent Competition for Supply Chain Management (TAC SCM)	Proposta dell'agent-based competitive simulation come tool per sviluppare strategie di decision making complesse in varie condizioni, utilizzando un ampio set di KPI (Purchase Order lateness, Order cycle time etc.).
<i>Stefanovic et. al.; 2008</i>	8	Business Intelligence per il Business Process Management in SC	Paper concettuale + soluzione software (web portal)	Business Activity Monitoring (BAM) presentato come unione di BI e Business Process Management (BPM). Discussione dell'applicazione di tali tecnologie al SCM per il monitoraggio di processi e performance. Proposta di una soluzione software BAM per il decision making in SC.

Tabella 4.1. Sintesi della letteratura analizzata (materiale base), parte 2 (*elaborazione personale*)

Fonte	I.C.	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>Sangari e Razmi; 2014</i>	8	Ruolo della BI nel conseguire Agilità in SC	Framework teorico + validazione tramite Structural Equation Modeling per l'analisi dati di un survey su imprese automotive	Concettualizzazione, a valle dell'analisi dei risultati del survey, della SC BI competence come costruito multidimensionale, che include aspetti manageriali, tecnici, culturali. Conferma del ruolo della BI come fattore abilitante chiave per la SC Agility.
<i>Nemati Amirkolan et. al.; 2017</i>	8	Demand Forecasting per Aircraft Spare Parts	Neural Network (NN) applicata in un case study su dati dell'azienda Dassault Aviation	Applicazioni di metodi AI (Neural Network) per il demand forecasting di spare parts del settore aeronautico, comparando i risultati con altri metodi più tradizionali per domanda intermittente (Croston, Croston SBJ).
<i>Lee et. al., 2011</i>	8	AI ed RFID per aumentare la responsività del flusso logistico	Structural Framework of responsive logistics workflow system (RLWS) + Case study (industria dei gioielli)	Progetto di un sistema IT che utilizza OLAP e ANN per riconoscere i pattern di domanda dai dati RFID raccolti e migliorare la strategia di replenishment.
<i>Van Heck et. al.; 2010</i>	8	Inventory Management	KPI Framework per l'IM + validazione tramite opinione di esperti e case study.	Identificazione di 11 punti di miglioramento per il processo inventory management in un ERP; proposta di un set di KPI (organizzati in un framework gerarchico) per monitorare le performance di processo e sub-attività.
<i>Terrada et. al., 2018</i>	8	IoT nel SCM	Paper concettuale + proposta un Sistema Integrato (che riprende un modello sviluppato da altri autori)	Descrizione dell'IoT nel SCM, indicando perché necessario e possibili vantaggi; legame dello stesso con il monitoraggio tramite KPI; Proposta di un Integrated SCM System che lo utilizza.
<i>Dev et. al., 2019</i>	8	Big Data Analytics in SCM	Big Data Architecture Conceptual Framework	Architettura Big Data per il real-time predictive (dichiarato dagli autori, forse più vicino al prescriptive) analytics su opportuni KPI di SC, in grado di incorporare approcci di analytics "offline" come simulazione, fuzzy analytic network process, tecniche di ordinamento.
<i>Dalmolen et. al., 2013</i>	8	KPI BI dashboard nella Logistica	KPI framework + Implementazione dashboard BI	Proposta di un indicatore gerarchico per la Logistica che richiama il noto OEE utilizzato in produzione, l'OTE. Implementazione dello stesso in una dashboard BI in un case study su un rilevante 3PL tedesco.
<i>Derrouiche e Leksakul, 2011</i>	8	Data Mining e KPI	Framework + validazione tramite esperti di dominio + applicazione a dati reali	Proposta di un framework integrato basato su tecniche Data Mining, che abilita un'analisi predittiva delle performance e un decision making collaborativo e forward-looking.

Tabella 4.1. Sintesi della letteratura analizzata (materiale base), parte 3 (*elaborazione personale*)

Fonte	I.C.	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>Cheung et. al., 2004</i>	7,5	Knowledge-based system per l'e-procurement	Architettura del sistema + case study	Proposta di un agent-oriented knowledge based system (AOKBS) per l'e-procurement strategico. Il sistema genera in modo dinamico regole per un efficace strategia di procurement, sulla base del monitoring delle performance dei fornitori e integrando tecniche AI.
<i>Prasad e Gravimeni, 2010</i>	7,5	Scheduling in ambito operations portuali	Simulation modelling (categoria analytics prescrittiva)	Modello di simulazione utilizzato per lo scheduling e il processamento degli arrivi in aree portuali, comparando due scenari con diversa disponibilità di informazione da Geographical Information System (GIS) in termini di performance operative e costi.
<i>Ding et. al., 2005</i>	7,5	Supplier Selection	Algoritmo di simulazione - ottimizzazione (GA, DES, con stima KPI) + Case study (industria tessile)	Proposta di una metodologia di simulazione ottimizzazione per il problema della selezione fornitori. Il modello include 3 moduli: algoritmo genetico, simulatore a eventi discreti, SC modelling; e l'algoritmo prevede la stima di KPI opportuni.
<i>Bughin, 2016</i>	7,5	Impatto dell'utilizzo dei Big data sulle performance	Performance testing con funzione di produzione trans-logaritmica	Testing dell'impatto sulle performance di impresa di investimenti in progetti Big Data in ambito miglioramento della SC, targeting dei clienti e intelligenza competitiva (comparazione di queste categorie di investimenti).
<i>Wolfert et. al., 2017</i>	7,5	Big Data nello Smart Farming e nella food-SC	Review + modello concettuale	Proposta di un modello concettuale sull'utilizzo dei Big Data nello Smart Farming (es. insight predittivi sulle farming operations), evidenziando come interessino tutta la food-SC.
<i>Park Y.B. et. al., 2018</i>	7,5	SC operational risk management	Architettura IT + Algoritmo predittivo + modelli matematici per risk assessment e mitigation + Case study (ind. elettronica)	Proposta di un knowledge-based intelligent DSS per il risk management operativo di SC globali. Il sistema prevede le performance (23 indicatori complessivi) di SC utilizzando ANN + particle swarm optimization, inferisce i rischi chiave e valuta alternative per la loro mitigazione.
<i>Lau et. al., 2009</i>	7,5	Process Mining dei dati logistici	Algoritmo per l'identificazione delle regole di associazione nel SC network + Case study	Proposta di un Process Mining System per scoprire un set di regole di associazione fuzzy a partire dai dati logistici operativi del network. Le regole di associazione identificate possono essere usate per analisi root-cause e migliorare le performance di SC, calibrando i parametri di processo.
<i>Singh e Challa, 2016</i>	7,5	Demand Forecast	Modello di Forecast attraverso ANN, ANFIS e Discrete Wavelet Theory; con Case Study	Metodologia di forecast in una SC multi-echelon che integra Discrete Wavelet Theory e tecniche AI come ANN e adaptive network-based fuzzy inference system. L'efficacia del modello è valutata (anche) in termini di riduzione dell'Effetto Bullwhip e della Net Stock Amplification (NSA).

Tabella 4.1. Sintesi della letteratura analizzata (materiale base), parte 4 (*elaborazione personale*)

Fonte	I.C.	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>S.H. Liao e P.Y. Hsiao (2013)</i>	7,5	Data mining in ambito KPI	Raccolta dati tramite survey, applicazione delle tecniche di Mining	Proposta di un'applicazione di Data Mining che utilizza regole di associazione, Apriori algorithm e cluster analysis per sviluppare KPI integrati (in riferimento ad un'impresa operante nella microelettronica).
<i>Lukic et al., 2017</i>	7,5	Business Intelligence nella SC dell'Energia Elettrica	Architettura BI + Case Study con raccolta requisiti e definizione KPI	Proposta di un modello di BI per le tecnologie smart grid nella SC dell'Energia Elettrica. Oltre agli aspetti IT viene descritto quali indicatori vengono utilizzati e come avviene il loro calcolo, nell'ambito dell'implementazione della soluzione alla distribuzione elettrica in Serbia.
<i>Swain e Cao, 2019</i>	7,5	Social Media Analytics	Sentiment Analysis per testare le ipotesi formulate	Sentiment Analysis per analizzare la relazione tra utilizzo dei Social Media e performance di SC; insight sull'utilizzo dei Social Media in ambito SCM.
<i>H.J. Ko et al., 2006</i>	7	Network Design per un 3PL	Metodologia ibrida simulazione - ottimizzazione (GA)	Proposta di una metodologia ibrida simulazione/ottimizzazione per il design del distribution network di un 3PL, che tiene in considerazione le performance di magazzino (es. order picking time).
<i>Mezouar et. al., 2016</i>	7	Business Intelligence e KPI nella SC dell'Energia Elettrica	Conceptual paper + KPI framework	Confronto tra la SC tradizionale del settore Energia Elettrica ed evoluzioni connesse alla smart grid, applicandovi il concetto di smart Supply Chain. Proposta di un set di indicatori per il monitoraggio delle sue performance derivante dallo SCOR Model.
<i>Fallahpour et. al., 2016</i>	7	Supplier Selection	Modello ibrido AI (DEA-ANN), integrato con GP + validazione con case study e analisi parametrica	Proposta di un miglioramento della tecnica integrata DEA-ANN per la valutazione (predittiva) e selezione dei fornitori con un nuovo approccio AI (genetic programming, GP).
<i>Li et. al., 2001</i>	7	Planning collaborativo	Progetto del tool in termini di architettura, flussi informativi, modello matematico + Case study (packaging industry)	Proposta di un sistema web-based per il planning collaborativo in SC che integra ottimizzazione e approccio QFD; regolando i parametri (es. stock MP e PF, WIP, Lead time etc.) e ne simula l'impatto sulle performance di SC.
<i>Vallurupalli e Bose, 2018</i>	7	Business Intelligence per la misura delle Performance	Framework di Processo + Case Study (industria del cemento)	Analisi di tutte le fasi del processo di implementazione di un sistema BI per la misura delle Performance (sia IT che business come selezione e design dei KPI), identificandone i fattori critici di successo (CSF).

Tabella 4.1. Sintesi della letteratura analizzata (materiale base), parte 5 (*elaborazione personale*)

Fonte	I.C.	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>Baars et. al., 2008</i>	7	Integrazione RFID e Business Intelligence in SC	Confronto di diversi scenari proposti (utilizzando KPI SCOR), direttamente applicati ad un Case Study.	Analisi dei benefici conseguibili integrando Business Intelligence e tecnologie RFID (studio focalizzato sull'ambito retail europeo con Produttore Cinese), confrontando scenari anche in termini di KPI SCOR.
<i>Koh et. al., 2011</i>	7	Implementazione ERP in SC	Review + Interviste semi-strutturate analizzate tramite Grounded theory	Analisi di driver e ostacoli per l'implementazione di ERP in ambito SC; interviste ad aziende (sia IT vendor che imprese clienti che li utilizzano) per identificarne i CSF; indicazione all'integrazione di large scale BI system in tali sistemi informativi.
<i>S.G. Chen, 2012</i>	7	Misura Performance di SC e Omnicanalità	Modello Fuzzy Scorecard + esempi numerici	Proposta di un metodo basato su fuzzy-scorecard per la valutazione real-time delle performance di un network logistico in ambiente stocastico, suggerendo strategie per gestire i canali meno performanti.
<i>Cai et. al., 2009</i>	7	Interdipendenze tra KPI di SC	Algoritmo/Framework + case study (retail, prodotti elettronici)	Proposta di un approccio per la misura quantitativa delle relazioni di interdipendenza tra gli indicatori in ambito SC, utile a definire un approccio iterativo per il raggiungimento dei target di performance.
<i>Gyulai et. al., 2018</i>	7	Analytics predittiva (focalizzata su Lead Time di produzione)	Machine learning (tree-based models, SVR) in un caso studio (manufacturing nell'optics industry)	Confronto di tecniche analitiche e machine learning per la previsione del Manufacturing Lead Time in un flow shop environment. Il digital data twin del processo produttivo è connesso con il MES per mantenere sempre aggiornato il modello predittivo.
<i>Sathish Kumar et. al., 2018</i>	7	Analytics prescrittiva (ottimizzazione)	Particle swarm optimization	Proposta di un algoritmo di ottimizzazione (particle swarm) dei flussi fisici per una SC a 3 livelli (5 fornitori, 3 plant, 4 mercati), che va a minimizzare costi operativi e di inventario.
<i>Banerjee e Mishra, 2017</i>	7	Livello di utilizzo della BI in SC e legame con le performance	Survey (per il food retail) ed annessa analisi (Factor and Reliability analysis, bivariate correlation)	Survey per executive nel food retail per valutare l'importanza (percepita) dell'applicazione di BI (su 9 dimensioni del SCM) nelle loro operations, e il legame con performance e vantaggio competitivo.
<i>Jothimani e Sarmah, 2013</i>	7	KPI (SCOR) Framework per un 3PL	Framework che utilizza SCOR, fuzzy AHP e TOPSIS, direttamente applicato a un caso studio (3PL)	Approccio integrato SCOR, fuzzy AHP, TOPSIS per la progettazione ed utilizzo di un framework di KPI per un 3PL; suggerendone l'implementazione in un sistema BI real-time.

Tabella 4.2. Sintesi della letteratura analizzata (materiale integrativo, in grigio contributi non accademici), parte 1 (*elaborazione personale*)

Fonte	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>KPMG, 2018</i>	Big Data in SC	Report Industriale	Presentazione di ruolo, sorgenti ed applicazioni dei Big Data nelle Supply Chain. Ne viene inoltre descritto il legame con SC risk management e con altre tecnologie come IoT, machine learning, blockchain. Durante la trattazione si fa ricorso a case study ed interviste ad esperti.
<i>Brinturp et. al., 2019</i>	Machine learning per analytics predittiva	Machine learning con approccio classificazione binaria, direttamente applicato ad un case study	Applicazione di tecniche machine learning per la previsione degli ordini che verranno consegnati in ritardo dai fornitori first-tier, nell'ambito della produzione di asset ingegneristici complessi. Il modello include una definizione quantitativa del fattore Agilità.
<i>Nguyen et. al., 2017</i>	Big Data analytics nel SCM	Literature review	Review della letteratura scientifica sulla Big Data analytics nel SCM, identificando in quali aree è utilizzata e che tipo di tecniche/modelli vengono utilizzati. Discussione di alcuni research gap.
<i>Oncioiu et. al., 2019</i>	Big Data analytics nel SCM	Survey ed annesse analisi statistiche (Chi-square test, t-Student's test, factorial correspondence analysis, binary logistic regression)	Indagine sullo stato corrente di utilizzo della Big Data Analytics in SC, sulla disponibilità di competenze e tool per implementarla e sulla percezione dei benefici conseguibili. Test statistico del legame tra utilizzo dei Big Data e incremento delle performance.
<i>Dweekat et. al., 2016</i>	PMS basato sull'IoT	IT Framework	Architettura (IT) di un sistema di misura delle performance di SC basato sulla raccolta dati tramite IoT e sulla modellazione SCOR di processi e metriche.
<i>Accenture, 2014</i>	Big Data analytics nel SCM	Report Industriale	Indagini sullo stato di implementazione della Big Data Analytics nel SCM (soprattutto su grandi multinazionali), sulla percezione della sua importanza, sui benefici che stanno ottenendo/si aspettano di ottenere e sugli ostacoli da affrontare.
<i>Harti et. al., 2016</i>	BI nel Corporate Performance Management	Survey su imprese (tedesche) medio/grandi ed annessa analisi statistica (EFA, PLS model)	Analisi del legame tra BI e Corporate Performance Management, e più nello specifico tra una serie di costrutti definiti per entrambi, come ad es. Allineamento Organizzativo per il CPM e Data Quality per la BI.
<i>Dedic e Stanier, 2016</i>	Differenze concettuali BI – Big Data Analytics	Framework concettuale + validazione tramite esperti di dominio utilizzando la piattaforma LinkedIn.	Proposta di un framework concettuale per risolvere le ambiguità sulle differenze (ma anche le similitudini) tra i concetti di BI, (Big) Data Analytics e Knowledge Discovery.

Tabella 4.2. Sintesi della letteratura analizzata (materiale integrativo), parte 2 (*elaborazione personale*)

Fonte	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>Deloitte, 2018</i>	Evoluzione della BI verso la Big Data Analytics	Report Industriale	Discussione delle carenze della BI tradizionale, ricollegandosi alla necessità della Big Data analytics. Descrizione delle caratteristiche IT di una moderna piattaforma BI e riferimento all'advanced analytics abilitata (ML, AI, text mining, cluster analysis etc.)
<i>M.Attaran, 2018</i>	Predictive Analytics	Conceptual paper	Discussione dell'importanza dell'analytics predittiva, dei fattori abilitanti (ma anche le sfide) riguardanti la sua implementazione e degli attributi chiave di tali soluzioni. Vengono forniti esempi applicativi in svariati settori industriali.
<i>Biswas e Sen, 2016</i>	Big Data Analytics in SC	Architettura IT	Discussione dell'importanza dell'utilizzo dei Big Data nel SCM e proposta di un'architettura IT ad hoc per il SCM, che utilizza tecnologia stato dell'arte per data management, analytics e visualization. Vengono inoltre affrontate le annesse questioni sicurezza e privacy.
<i>Lepenioti et. al., 2020</i>	Prescriptive analytics	Literature review	Classificazione di tecniche/metodi riferiti all'analytics prescrittiva, presentando per ogni categoria una review di applicazioni di ricerca. Identificazione di sfide/research gap.
<i>Lapide, 2015</i>	Performance Measurement in SC	Conceptual paper	Discussione del perché la misura delle performance di SC è importante e dei modelli/framework più utilizzati. Vengono fornite indicazioni da seguire nello scegliere/selezionare gli indicatori e sui metodi a disposizione per settare i target di performance. Viene offerta una breve panoramica sulle funzionalità di misura delle performance di SC degli ERP.
<i>Qlink, 2015</i>	SC Analytics	Catalogo software SC Analytics	Presentazione di moduli e funzionalità del software di SC Analytics Qlik. Esempi di moduli descritti sono: Forecasting and planning, Supplier performance, omni-channel analytics. Per ogni modulo vengono forniti esempi di clienti che lo utilizzano.
<i>Morley, 2017</i>	SC Analytics	Libro (esposizione concettuale)	Discussione dell'evoluzione dell'analytics in SC, dei benefici che comporta in aree specifiche del SCM (es. nell'inventory visibility e supplier performance reporting) e degli step per la sua implementazione. Presentazione di alcuni trend innovativi (Social, IoT, mobile, cognitive analytics).

Tabella 4.2. Sintesi della letteratura analizzata (materiale integrativo), parte 3 (*elaborazione personale*)

Fonte	Problem Scope	Metodologia	Contributi Chiave
<i>Deloitte, 2017</i>	SC Performance Management	Report Industriale	Discussione della necessità di rivisitare il PM di SC per via degli sviluppi tecnologici delle SC 4.0; proposta di un modello di SC PM integrato; discussione dei fattori chiave per un SC PM efficace e dei principali trend futuri in tale ambito.
<i>Ben-Daya et. al., 2019</i>	IoT nel SCM	Literature review	Review strutturata delle applicazioni IoT al SCM, classificandole secondo il framework SCOR (IT Enablers, Source, Make, Deliver, Return; Plan escluso perché secondo gli autori già coinvolto in tutti gli altri processi).
<i>IBM, 2017</i>	Tipologie di analytics	Report Industriale	Confronto tra le diverse tipologie di analytics (descrittiva, predittiva, prescrittiva), approfondendo l'ambito asset and facilities management.
<i>Bogdana et. al., 2009</i>	BI nel Performance Management	Conceptual paper	Analisi dell'evoluzione della BI e soprattutto del legame con il Business Performance Management, in termini di processi, metodologie e tecnologie.
<i>Aho, 2010</i>	BI e Performance Management	Conceptual paper + framework teorico	Discussione di differenze e sovrapposizioni tra i concetti di BI e Performance Management, e proposta (adattamento) di un framework gerarchico che li pone in relazione.
<i>DHL, 2013</i>	Big Data nella Logistica	Report Industriale	Discussione di come i Big Data possono creare valore per un'organizzazione, e case study proposti per ogni value dimension individuata. Approfondimento sul settore della Logistica, identificando 11 aree applicative, tutte discusse in dettaglio e con proposta di esempi.
<i>Batori, 2010</i>	BI nel SCM	Conceptual paper	Discussione del perché la BI è necessaria in SC ed annessi benefici; aspetti chiave della sua implementazione e del ruolo di tecnologie come il Data Mining.
<i>Ranjan, 2009</i>	BI nel SCM	Conceptual paper	Discussione di ruolo e applicazioni della BI nel SCM, fornendo esempi industriali.
<i>Vesset, McDonough (IDC), 2009</i>	BI e Corporate Performance Management	Conceptual paper (non accademico, ma redatto da consulenti IDC)	Discussione dell'utilizzo della BI per migliorare processi sia intra-organizzativi che di interazione con partner di SC, anche attraverso monitoraggio di KPI, e dei fattori chiave per la pervasività della soluzione BI.
<i>Fan et. al., 2011</i>	Supplier Performance Management	Interviste, analizzate tramite Formal Concept Analysis. Utilizzo di indicatori SCOR.	Analisi as-is e proposte di miglioramento dell'attuale Supplier PMS di un'azienda elettronica, utilizzando come riferimento l'Information Systems Success Model.

4.3 Considerazioni critiche

BUSINESS INTELLIGENCE, PERFORMANCE MANAGEMENT ED ANALYTICS

Oggi sicuramente dati e informazioni, assieme alle competenze delle risorse umane, rappresentano l'asset di maggior valore di cui le organizzazioni dispongono.

Tuttavia, nonostante il grande potenziale, le imprese che riescono concretamente ad utilizzarli in modo efficace e a renderli una leva di vantaggio competitivo sono ancora in minoranza.

Per quanto riguarda la BI, si può affermare che né in ambito ricerca, ed ancor meno in ambito industriale, vi sia una definizione/visione comune su cosa rientri e cosa no nel suo scope.

Sicuramente tutti sono concordi nell'identificarne come ruolo principale quello di supportare il decision making attraverso insight. Molti autori però ritengono che il focus della BI sia rappresentato da aspetti tecnologici (IT) come data warehouse, data mart, ETL ed OLAP, e soprattutto la fondamentale integrazione di fonti dati multiple (interne ed esterne all'organizzazione) per creare una cosiddetta "single version of the truth". Secondo altri include a pieno titolo anche tutti i processi (organizzativi/manageriali) attraverso cui i dati sono raccolti e soprattutto convertiti in informazioni utili (prime fra tutti i KPI).

Inoltre, in tale contesto l'analytics dove si colloca? Sono sinonimi? c'è parziale sovrapposizione o sono due concetti distinti? uno ingloba l'altro? se sì chi dei due? In molti ambiti i termini sono utilizzati in modo di fatto interscambiabile, senza porre attenzione sulle reciproche sovrapposizioni/differenze.

È molto importante arrivare ad una visione condivisa, che guidi gli sviluppi in discipline così innovative, sia in ambito ricerca che industriale.

L'opinione dello scrivente è che l'analytics sia un concetto gerarchicamente superiore rispetto alla BI. Attraverso le sue tre categorie (descriptive, predictive, prescriptive) ingloba tutte le tecniche attraverso cui dai dati si possono produrre insight, in un ordine in cui "valore" prodotto e difficoltà applicative vanno di pari passo.

La BI ha, a livello IT, due ruoli fondamentali:

- consentire un'integrazione semplice ed economicamente efficiente di sistemi informativi distinti (soprattutto tra partner di SC, ad es. per lo sharing dei KPI);
- abilitare raccolta e analisi dati real-time, con capacità di produrre alert automatici al superamento dei target settati.

Tuttavia, si ritiene che anche gli aspetti legati al progetto di come tali dati saranno aggregati in indicatori (e poi utilizzati in un processo aziendale di Performance Management) rientrino a pieno titolo nello scope della BI.

Inoltre, il come tali indicatori vengono visualizzati ed utilizzati detiene quasi la stessa importanza di come sono progettati/calcolati. Una data visualization efficace è oggi un aspetto fondamentale di ogni soluzione BI: dashboard personalizzabili, scorecard, mappe, grafici interattivi, drill-down per approfondire aspetti più specifici sono tutte feature chiave e che in un certo senso contraddistinguono quello che può definirsi un software BI.

Per cui, sinteticamente, aspetti legati all'integrazione IT, progetto del framework KPI e Data Visualization. In ciò, l'analytics dove si trova? La BI riassume le informazioni storiche (oggi real-time) in un quadro coerente, che include tutti (e solo) gli aspetti significativi per il proprio business (se il framework è ben progettato), ed è importante sia di facile interpretazione (data visualization ben implementata).

Tutto ciò è di fatto assimilabile con il concetto di Descriptive Analytics.

Pertanto, l'idea dello scrivente è che non sia un software BI ad includere funzionalità, ad esempio, di predictive analytics; ma che sia un'applicazione di analytics ad includere funzionalità BI di integrazione fonti dati multiple e analisi KPI.

Aspetti emersi come importanti sono la pervasività delle soluzioni BI, cioè il suo utilizzo non in silos funzionali ma in modo quanto più possibile esteso all'intera organizzazione, in un framework coerente e rafforzato da una cultura aziendale performance-based; ed il concetto di "self-service" BI, cioè la possibilità da parte degli utenti di essere quanto più possibile autonomi rispetto al dipartimento IT nel condurre analisi.

Tra i fattori che limitano la diffusione della BI, un aspetto emerso come importante è l'incertezza/difficoltà nel calcolare il ROI di tali investimenti, essendone i costi facilmente determinabili, mentre i benefici molto complessi da definire in modo circostanziato e soprattutto da quantificare a livello economico.

In ambito più tecnico il problema più significativo emerso è la qualità dei dati, misurabile su più dimensioni (accuratezza, tempismo, rilevanza, accessibilità, consistenza), e sicuramente legata alla complessità delle infrastrutture IT ed alla difficile integrazione delle stesse con quelle di fornitori e partner.

Per quanto riguarda gli utilizzi della BI, si ritiene che non si possa prescindere dall'implementarla in modo organico a tutti i livelli, dalle decisioni strategiche fino alle decisioni operative quotidiane. Ipoteticamente ciò dovrebbe avvenire attraverso un modello decisionale gerarchico ben strutturato, che consenta dalle dashboard strategiche aggregate di approfondire le cause di valori anomali di determinati KPI attraverso indicatori di maggiore dettaglio.

Sicuramente in merito sono stati fatti passi avanti, sia in ricerca che a livello pratico nei software di Performance Management disponibili, tuttavia la focalizzazione su aspetti funzionali specifici rappresenta ancora il modello prevalente.

Lo scrivente ritiene che ciò che ha realmente rappresentato il punto di svolta dai sistemi BI della precedente generazione a quelli moderni sia stata la capacità di generare insight real-time.

Ridurre la latenza (sia data latency che analysis latency) ha enormemente accresciuto il valore dei dati a disposizione, e soprattutto ha fatto compiere al Performance Management quel salto da processo periodico retrospettivo a processo continuo altamente automatizzato (ad esempio tramite alert). Integrando alla BI l'analisi predittiva e prescrittiva tale shift dal retrospettivo verso il proattivo viene completato, e ciò avviene nell'ambito delle soluzioni di analytics.

Un aspetto su cui bisogna porre attenzione nel Performance Management è il come vengono definiti i target. Il metodo relativamente più semplice (e sicuramente più diffuso) è quello basato sull'utilizzo di dati storici (tipicamente medie). Ciò può andar bene in alcuni casi, ma in linea generale si ritiene sia poco adatto a creare le condizioni nell'organizzazione per attuare piani di miglioramento continuo. Gli approcci "best-in class", ovvero benchmark esterni (competitors) o interni (es. target settati sui valori del plant o del magazzino più performanti per tutte le altre facilities della stessa categoria), sono sicuramente più "sfidanti" per l'organizzazione, incentivando il miglioramento. Per contro sono sicuramente più complessi da adottare, seppur meno dell'ultimo metodo a disposizione, ovvero il ricorso ad analisi complesse come la simulazione per la definizione "teorica" dei target. Quest'ultimo approccio è il più sofisticato, e di fatto non attuabile per l'intero set di metriche che si intende monitorare.

Un adeguato mix dei metodi a disposizione, tenendo conto dei trade-off tra loro e della tipologia/qualità dei dati a disposizione, si ritiene sia la strada migliore da percorrere.

Dal punto di vista IT un aspetto che si ritiene rilevante è la progettazione dei sistemi BI dal punto di vista affidabilistico: oggi in molti casi i processi sono automatizzati al punto da determinarne l'arresto in caso di indisponibilità del sistema IT. Ciò crea in generale un aumento dei costi legato all'opportuna progettazione della ridondanza delle infrastrutture.

Per quanto riguarda le differenze tra BI e (Big Data) analytics, oltre all'enfasi descrittiva per la prima e predittiva/prescrittiva per la seconda, si ritiene siano sicuramente importanti la "varietà" dei dati trattati (strutturati, con adeguata definizione dei master data, per la prima; prevalentemente non strutturati per la seconda), e la modalità con cui vengono processati/analizzati (in modo centralizzato tramite data warehouse per la prima, in modo distribuito e più flessibile nella seconda).

Per quanto concerne l'analytics predittiva, che adotta ad es. tecniche di IA e machine learning, pur riconoscendone sconfinite possibilità, l'opinione dello scrivente è che si sia ancora lontani dal

coglierne a pieno i benefici e dalla sua implementazione su larga scala. Più in generale si è relativamente distanti dallo stato di “maturità” della tecnologia.

Ciò non significa che non sia correntemente utilizzata con risultati eccellenti in svariati settori industriali ed ambiti applicativi.

Implementare un progetto di analytics predittiva richiede ancora una sequenza di fasi (definizione degli obiettivi, raccolta dati, proposta di possibili modelli, testing, selezione, validazione e valutazione dei risultati) molto articolate; che richiedono tempo, impegno, e grande collaborazione tra personale IT (Data Scientists) ed esperti di dominio (es. analisti ed esperti di SCM).

Il tutto per realizzare un’analisi predittiva spesso focalizzata su un certo ambito, e il cui modello e risultati non sono certamente generalizzabili.

Per quanto concerne l’analytics prescrittiva, valgono di fatto le stesse considerazioni, con una ancora maggiore amplificazione dei tempi necessari per le fasi preliminari di analisi e della specificità di modello e soluzioni adottate.

Un gap di ricerca dell’analytics predittiva sottolineato da alcuni autori e che si ritiene particolarmente significativo è la difficoltà nel far sì che modelli e algoritmi si adattino in modo automatico e dinamico a cambiamenti di vincoli, requisiti e condizioni ambientali.

Molte aziende IT (prima fra tutte IBM) dichiarano che ormai le Supply Chain moderne sono prossime a divenire delle entità autonome in grado di “auto-regolarsi” sulla base di dati ed analisi (concetto di Cognitive Analytics, ulteriore step evolutivo dopo l’analisi prescrittiva).

Sicuramente ciò rappresenta il futuro, tuttavia lo scrivente ritiene che tale scenario non sia vicino come descritto, e che ad oggi non si possa ancora prescindere da un fattore fondamentale come conoscenza ed esperienza umana.

BUSINESS INTELLIGENCE ED ANALYTICS IN SUPPLY CHAIN

Le Supply Chain moderne sono sempre più orientate verso flessibilità ed agilità, piuttosto che sulla pura efficienza. Per supportare tale obiettivo, costruire una strategia di SCM information-driven diviene una prerogativa.

Uno degli aspetti più consolidati, ma non per questo meno significativo, attraverso cui la BI (e l’IT in genere) crea valore per le SC è lo sharing di informazioni tra attori della catena. Una visibilità end-to-end sui flussi fisici e informativi rappresenta il primo “mattoncino” su cui costruire processi di pianificazione congiunta, in grado di portare alla SC molteplici vantaggi, primo fra tutti la riduzione dell’effetto Bullwhip.

In ambito Performance Management lo sharing di informazioni si riferisce alla condivisione di KPI: ciò richiede un preventivo accordo sulla loro definizione, modalità e frequenza di calcolo, responsabilità in caso di scostamenti. Sicuramente aspetti di non facile trattazione.

Per i KPI adottati per il monitoraggio di SC sono poi da considerare tutte le questioni relative alla qualità dei dati, valide nel Performance Management in ogni ambito: i dati devono essere accurati, rilevanti, dotati del giusto tempismo. Per il primo ed il terzo aspetto la BI gioca un ruolo importante:

- l'accuratezza si crea soprattutto attraverso coerenza tra i diversi sistemi informativi, sia intra-organizzativa che inter-organizzativa. La BI integra efficacemente i dati presenti sui vari sistemi transazionali (SCM, CRM, TMS, WMS etc.), creando una "versione unica della verità", che i diversi attori coinvolti possono interrogare estraendo informazioni coerenti.
- Il tempismo è oggi garantito dalle soluzioni BI che operano in real-time.

La rilevanza dipende dalla progettazione del framework di indicatori. In generale, un approccio molto utilizzato è quello di partire dai framework standard (es. SCOR), e cercare poi di adattarli alle esigenze contingenti della propria organizzazione/industry.

Gli utilizzi del monitoraggio tramite BI in SC sono davvero molteplici: analisi performance fornitori (vendor scorecard) e 3PL; analisi di vendite e clienti, con drill-down su svariate dimensioni; migliore gestione di inventari e approvvigionamenti, anche includendo modelli di costo sofisticati; analisi in produzione di efficienza, controllo qualità, affidabilità/disponibilità degli asset; abilitare una pianificazione congiunta con fornitori e partner sulla base di una visibilità end-to-end e piena trasparenza di operations e processi.

La BI ha consentito di sfruttare la mole di dati raccolti nei sistemi transazionali (ERP, SCM, WMS), creandone una visione sintetica, chiara ed efficace per supportare le decisioni.

Un aspetto che si ritiene importante è capire se tali funzionalità BI sono da ricercare in nuove applicazioni/software ambito SC, o se sono conseguibili anche attraverso i sistemi informativi più consolidati, di cui spesso già si dispone.

Sicuramente gli ERP hanno fatto passo avanti per includere funzionalità di reporting avanzato, ma è innegabile che si tratti di sistemi nativamente dedicati ad altri scopi; ed infatti il modello prevalente emerso è quello di ricorrere a software BI/analytics distinti, in grado di interfacciarsi efficacemente in modo automatico con i primi.

Lo scrivente ritiene che, per quanto questo modello presenti vantaggi (es. sfruttare le competenze specialistiche di un'azienda IT nel fornire soluzione di Performance Management, e non software generalisti), l'accettazione da parte del personale, e quindi la facilità di implementazione in azienda, sia superiore se effettuata attraverso sistemi già attualmente utilizzati; oltre ai rapporti commerciali con il vendor IT già consolidati.

Per quanto riguarda la definizione del framework KPI di SC nell'applicativo BI si ritiene importante sottolineare l'aspetto customizzazione.

La maggior parte delle aziende IT offre soluzioni custom-built, dichiarando la possibilità di customizzarla all'occorrenza. Ciò è sicuramente possibile, ma nella, seppur molto breve, esperienza aziendale dello scrivente maturata fino a questo punto, l'idea sviluppata è che ciò non sia semplice come dichiarato, e che il fornitore IT cercherà comunque di far desistere il cliente dal richiedere troppe customizzazioni, sottolineando come quella proposta sia già una soluzione ottimale.

Un'azienda (strutturata) può aver sviluppato in-house attraverso i propri analisti un framework di KPI ritenuto perfetto per le proprie esigenze, richiedendo il supporto di un'azienda IT terza soltanto per la sua implementazione. Viceversa, in altri casi si può essere interessati anche alla definizione concettuale del framework, ad esempio per una PMI o semplicemente perché si vuol far leva sull'esperienza dell'azienda IT, che ha alle spalle molteplici progetti dello stesso genere per svariati clienti.

I due modelli devono coesistere, e l'azienda committente non dovrebbe farsi eccessivamente influenzare dalle opinioni (distorte per evidenti interessi commerciali) del vendor IT.

La pervasività dell'applicazione della BI in SC si ritiene sia un aspetto chiave, tuttavia il modello silos-funzionali/dipartimentali (es. funzione acquisti, trasporti/logistica etc.), che rappresenta un problema già a livello concettuale nella progettazione del framework, è ancora prevalente.

Sono state formulate delle proposte di modelli (spesso Cloud) di Supply Chain Intelligence pervasiva, per analisi, coordinamento, monitoraggio e decision making collaborativo in tutta la SC.

Le premesse per fare dei passi avanti in tal senso vi sono.

Si ritiene che il ricorso a framework standard (SCOR primo fra tutti) sia importante non soltanto nella definizione concettuale delle misure di performance per avere dei dati benchmark esterni con cui effettuare confronti, ma anche nella modellazione IT dei processi di SC (in termini di classi e attributi), al fine di garantire interoperabilità tra sistemi e coerenza (anche nella quantificazione degli indicatori) lungo la SC.

Un effetto della BI in SC ritenuto significativo è la possibilità di rendere la pianificazione (ad es. di produzione, operations di magazzino, replenishment e trasporti) sempre più dinamica (e quindi la SC agile/reattiva), in un'evoluzione da processo periodico sempre più verso processo continuo, in grado di adattarsi real-time a cambiamenti di requisiti e vincoli (ad es. feedback real-time sulla capacità produttiva degli impianti).

In ambito Performance Management di SC, un aspetto che si ritiene prenderà piede (non propriamente nel breve periodo) è quello di adattare dinamicamente (in modo automatico) i target di performance sulla base di dati storici e fattori esterni su cui il sistema ha visibilità, o addirittura modificare dinamicamente parametri operativi di SCM importanti come le scorte di sicurezza.

Sempre in ambito adattamento dinamico, alcuni autori e practitioners ritengono che le SC future saranno in grado non solo di identificare in modo automatico rischi/eccezioni, ma anche di adottare contromisure (es. cambiare parametri di SCM) per la loro mitigazione senza coinvolgimento umano. Nello scenario odierno, alcuni aspetti che si ritengono fondamentali per i sistemi di misura delle Performance di SC sono:

- la possibilità di settare alert automatici al superamento (in aumento o diminuzione) dei target sui KPI monitorati;
- la possibilità di effettuare analisi root-cause tramite drill-down da metriche di sintesi verso indicatori sempre più granulari;
- l'elevata "usabilità" del sistema (progettazione user-friendly) e il focus sulla visual analytics (mappe, scorecard, tabelle, grafici sempre più interattivi e "comunicativi" dal punto di vista grafico).

Un aspetto consolidato, ma non per questo non importante, è la possibilità di creare dashboard personalizzabili, attraverso cui organizzare l'attività di monitoraggio nel modo ritenuto più efficace per la specificità della propria organizzazione.

Una differenza fondamentale tra il concetto base di BI e il più esteso concetto di analytics è rappresentata dal processare, da parte di quest'ultima, anche dati semi-strutturati e non strutturati, provenienti da fonti che non sono (soltanto) gli usuali sistemi transazionali, ma anche fonti innovative come IoT e Social Media.

In merito all'IoT nel SCM, lo scrivente ritiene possa essere visto non come una innovazione "disruptive", ma bensì una naturale evoluzione delle tecnologie per il tracking di prodotti e asset.

Lo stesso concetto è valido in produzione in termini di evoluzione della robotica/automazione.

La percezione dello scrivente è che la maturità dell'analytics condotta sui dati IoT sia più matura in produzione, con Industry 4.0, Cloud Manufacturing e tutto ciò che ne consegue, rispetto al SCM. Ciò non significa che si tratti di due ambiti distinti in modo netto: molti lavori di ricerca in questo ambito sono proprio a cavallo tra questi due sfere applicative.

Un aspetto che si ritiene importante è l'utilizzo della sensoristica IoT per il monitoring durante i trasporti, oltre che della posizione per visibilità/tracciabilità, anche di parametri di qualità come temperatura e pressione (le applicazioni che appaiono più evidenti sono food ed healthcare, ma si pensi anche al settore chimico o altre industry simili).

Nella ricerca si parla in tal senso di "Quality-controlled logistics". Un esempio ritenuto importante di come ciò possa essere molto utile è rappresentato da sistemi (container) in grado non soltanto di rilevare la temperatura, ma anche di adattarla in modo automatico a quella esterna, preservando la qualità dei prodotti trasportati.

La sensoristica IoT è poi molto importante per l'accuratezza dei dati sugli inventari, punto di partenza imprescindibile per misurarne adeguatamente le performance (indici di rotazione etc.), ma più in generale per il processo Inventory Management.

In questo ambito applicazioni dell'IoT legate al replenishment automatico sono già adottate.

Altro utilizzo importante dell'IoT è l'abilitare il dynamic routing nella gestione della flotta logistica. L'applicazione ad oggi realtà più "futuristica" dell'IoT, perlomeno in ambito B2C, è probabilmente il supermercato automatico Amazon Go, in cui la sensoristica è utilizzata non soltanto per addebitare ai clienti l'importo (senza alcuna cassa), ma anche per profilarne le preferenze/pattern d'acquisto a scopo demand planning.

Per quanto riguarda i Social Media, l'opinione dello scrivente è che vi siano grandi potenzialità soprattutto in ambito demand planning/demand sensing, ma le tecniche di analisi di cui si necessita (text mining, sentiment analysis etc.) presentano indubbiamente grandi difficoltà applicative.

Il loro utilizzo in ambito SCM può ad oggi ancora essere considerato di fatto agli albori.

I dati Social consentono di correlare la popolarità di un prodotto (o sue versioni/colorazioni), con parametri demografici, area geografica etc.; e tali informazioni possono essere utilizzate per adeguare gli schedule di produzione in modo dinamico (es. aumentarla in certe aree per certi prodotti), soprattutto per prodotti a breve ciclo di vita.

L'industry di riferimento in questi ambiti è sicuramente il (fast) fashion.

L'applicazione dei Social Media in ambito SC Risk Management (soprattutto per individuare prontamente disruptions), o nella percezione dei feedback dei clienti su Qualità del servizio e gradimento di feature di nuovi prodotti/servizi, si ritiene siano anche ambiti applicativi promettenti.

Per quanto riguarda le tipologie di analytics adottate nel SCM, sicuramente sta avvenendo un progressivo shift dal descrittivo verso il predittivo/prescrittivo; tuttavia, rispetto a quanto magari previsto 6/7 anni fa, tale processo evolutivo si sta rivelando meno drastico di quanto atteso.

Alcuni autori addirittura sottolineano l'importanza di un equo bilanciamento (nella ricerca) delle tipologie di analytics utilizzate nel SCM, anche perché spesso per problemi complessi queste sono adottate in sinergia, e non in modo stand-alone.

L'applicazione della SC Analytics si ritiene promettente per l'Inventory Management, si pensi ad esempio agli expert system incorporati negli MRP, in grado di sviluppare regole sistematiche di lot-sizing per ottimizzare il replenishment; o all'analytics predittiva (data mining) per la previsione degli out-of-stock; o all'approccio analitico multi-echelon per sfruttare il risk pooling tra Distribution Center e retailer multipli (nel testo citato l'esempio di P&G con il software Optiant), o all'adattamento dinamico delle scorte di sicurezza, potenzialmente modificabili ad ogni ciclo di riordino.

Altro ambito in cui è massivamente utilizzata è il routing dinamico nella Logistica, integrando anche dati su traffico e condizioni meteo.

In produzione l'ottimizzazione della strategia di manutenzione (più proattiva prevedendo i downtime) è sicuramente uno degli ambiti di studio prevalenti. Prevedere con accuratezza i fermi degli impianti consente non solo di ridurre i costi di manutenzione, ma anche migliorare i processi di pianificazione.

Un altro ambito applicativo importante in produzione si ritiene siano i problemi combinatori di scheduling.

Vi sono poi tutti le applicazioni legate al Marketing & Sales, come l'individuazione di comportamenti/pattern d'acquisto, associazioni tra gli item, previsione degli effetti di campagne promozionali e integrazione con algoritmi di pricing dinamico.

Ulteriore applicazione che si ritiene importante, seppur come sottolineato da vari autori approfondita nella ricerca ma non molto utilizzata nella pratica, è l'analytics prescrittiva, ad es. tecniche IA, per il problema della selezione fornitori.

Un ambito operativo su cui lo scrivente ritiene che l'analytics possa essere utilizzata in modo più efficace è l'ottimizzazione dinamica dei processi di picking (in termini batching degli ordini, assegnazione agli operatori, definizione dei percorsi etc.).

In ogni caso, l'applicazione più diffusa e secondo lo scrivente effettivamente quella in cui i benefici della Big Data analytics riescono ad essere colti a pieno, rimane il forecast della domanda.

Oggi vengono in molti casi utilizzati modelli molto sofisticati (Machine Learning, Bayesian Network etc.) che integrano anche migliaia di segnali (dati storici sulle vendite ma anche dati macroeconomici, demografici, dati competitivi di aziende concorrenti, dati Social e web in genere etc.).

I miglioramenti nell'accuratezza del forecast riscontrati sono considerevoli, il che si riversa in vantaggi non soltanto lato Marketing & Sales (es. livello di servizio maggiore, migliore programmazione di campagne promozionali), ma anche su tutto l'ambito pianificazione, relativamente ad approvvigionamenti e produzione.

Altra applicazione predittiva importante è quella legata alla previsione dei ritardi delle consegne ricevute dai fornitori (quali ordini subiranno ritardi e, se possibile, anche stima quantitativa dello stesso).

Un esempio applicativo proposto da DHL ritenuto molto significativo è l'utilizzo dell'analytics Big Data per correlare performance di delivery offerte ai propri clienti (si ipotizzi di considerare un 3PL come azienda di riferimento) e crescita del loro fatturato. Se ad es. si riduce il volume di spedizioni, ma il fatturato del cliente cresce considerevolmente, è molto probabile che la motivazione alla base

siano performance non sufficienti nelle ultime consegne. Ciò crea un alert sulla necessità di mettere in atto attività/programmi di customer retention.

L'applicazione della Big Data analytics al SC risk management è un'altra importante area di interesse di ricerca e industria. Essa utilizza significativamente dati non strutturati provenienti da fonti web.

Per quanto riguarda i software di Supply Chain Analytics, essi includono funzionalità BI come data integration, data warehousing, analisi KPI real-time (con benchmark sia esterni che interni), visual analytics, reporting; ma anche funzionalità predittive su domanda, inventari, lead time, stock-out; o prescrittive come analisi what-if, simulazioni di scenari, data mining per il clustering di fornitori e clienti.

Purtroppo, sostanzialmente tutti i vendor IT in tale ambito forniscono sui propri siti corporate soltanto informazioni abbastanza vaghe e con molta enfasi marketing, non entrando in dettaglio su algoritmi e metodologie adottate dai propri sistemi.

Il loro mercato di riferimento sta crescendo a tassi molto importanti (16%), con un valore previsto per il 2025 nell'ordine di quasi 10 miliardi di USD.

Ad oggi non si può dire che l'utilizzo delle Big Data analytics in SC sia matura. Ciò è sottolineato in articoli di ricerca, ma anche in tanti sondaggi condotti su campioni di imprese molto ampi da parte di società di consulenza o società che si occupano di ricerche di mercato.

Tra i fattori che limitano l'implementazione della Big Data analytics in SC lo scrivente ritiene che, oltre ad aspetti IT come infrastrutture non adeguate, scalabilità dei sistemi e problemi di privacy/security, vi sia sicuramente la non chiara definizione di una roadmap complessiva che circoscriva punto di partenza, obiettivi e processo di sviluppo.

Il problema della cosiddetta "paralysis by analysis", generata dall'incapacità di orientarsi tra la mole di dati a disposizione e tra la moltitudine di tecniche potenzialmente utilizzabili per analizzarli, si ritiene sia in quest'ambito una questione di massima importanza.

La ricerca dovrebbe fornire dei modelli più semplici da interpretare, che identifichino degli step graduali attraverso cui procedere nella transizione verso un SCM puramente data-driven; mentre in ambito industriale il ricorso a società di consulenza (prassi comune su progetti di larga scala in questi ambiti) può sicuramente essere molto utile.

L'obiettivo finale deve essere quello di inserire gradualmente l'analytics in modo sempre più radicato nelle routine aziendali di SCM, fino al punto in cui non sarà più trattata con la logica "progetto" temporaneo, ma con la logica operatività quotidiana.

Un altro ostacolo importante per quanto riguarda la diffusione dell'analytics nel SCM è la carenza/difficoltà di reperimento di data scientists sul mercato del lavoro.

Tuttavia, come detto in precedenza, non si ritiene che le soluzioni predittive e prescrittiva dispongano di un'automazione tale da poter prescindere da un'approfondita conoscenza del dominio di riferimento; per cui la costruzione di team in cui siano presenti (e adeguatamente bilanciate) sia competenze IT che conoscenza/esperienza del dominio SCM è un aspetto da tenere in forte considerazione.

Un modello a cui si ritiene l'implementazione dell'analytics in SC possa ricondursi è quello Agile: team con grande autonomia, enfasi su brainstorming e generazione di idee/soluzioni innovative, procedere per priorità (cioè partire dalle aree SCM in cui si ritiene ci siano più margini di miglioramento, e in ciò il monitoring delle performance diviene fondamentale), gerarchizzando gli obiettivi in ordine di importanza; partire da progetti pilota, e gradualmente estenderne lo scope, mostrando al management obiettivi raggiunti e potenzialità.

Il supporto del management e una cultura aziendale che enfatizza il ruolo di dati/performance oggettive sono fattori importanti per il successo di progetti di questo genere.

Sebbene sia opportuno partire da progetti con scope limitato, fornendo feedback rapidi al top management, allo stesso tempo non deve mancare una visione complessiva su come si intende rendere l'applicazione dell'analytics pervasiva in SC.

Soluzioni miopi e focalizzate sull'ottimizzazione di un singolo aspetto non possono generare ritorni significativi per la SC. In tal senso, anche i sondaggi più recenti evidenziano ancora limiti importanti: pur considerando solo imprese multinazionali, solo 1/3 circa delle stesse dispone di una strategia organizzativa chiara attraverso cui implementare l'analytics in SC.

Prima di concludere, si ritiene opportuno fornire una visione sintetica e schematica degli impatti che Business Intelligence ed Analytics stanno avendo su SCM e SC Performance Management.

A tal fine, viene proposta la Tabella 4.3, nella quale vengono presentati i diversi aspetti in termini di Categoria di riferimento (BI, (Big) Data Analytics o eventualmente sue sottocategorie), Scope (processo/attività di SCM a cui afferiscono), applicazione specifica e Commenti/Considerazioni in merito, che cercano di evidenziare anche differenze/evoluzioni rispetto agli strumenti preesistenti.

Tabella 4.3. Impatti di BI ed Analytics su SCM/SC PM, parte 1 (*elaborazione personale*)

Categoria	Scope	Applicazione Specifica	Commenti
Business Intelligence	SC Performance Management	Integrazione (attraverso Data Warehouse) di fonti dati multiple (interne come sistemi SCM, CRM, TMS, WMS ma anche esterne) per il consolidamento/calcolo degli indicatori, creandone un'unica visione coerente per tutti gli stakeholder (es. diverse funzioni come Logistica/Acquisti/Produzione ma anche fornitori/clienti).	L'opposto di una soluzione completa e pervasiva sono singole applicazioni stand-alone, ad es. del singolo dipartimento, che effettuano analisi solo sui dati di cui dispongono (o peggio le integrazioni vengono svolte "manualmente" dagli utenti ad es. esportando su Excel); e la comunicazione/diffusione all'esterno avviene attraverso report formali ed in genere periodici. Il problema emerso come più importante è la Data Quality (accuratezza, tempismo, rilevanza, accessibilità, consistenza).
Business Intelligence	SC Performance Management	Raccolta ed analisi dati real-time, con capacità di produrre alert automatici al superamento dei target (in aumento o diminuzione a seconda dei casi)	Shift del PM da processo periodico (es. mensile o trimestrale) e quindi retrospettivo a processo continuo e molto automatizzato (alert). Tale evoluzione dal reattivo verso il proattivo si completa attraverso analytics predittiva e prescrittiva.
Business Intelligence	SC Performance Management	Data Visualization efficace, ad es. attraverso dashboard personalizzabili, scorecard, mappe e grafici interattivi, possibilità di drill-down per approfondire aspetti specifici. Interfacce sempre più user-friendly.	L'usabilità dei sistemi sempre più curata ha fatto affermare il concetto di Self-Service BI, quindi indipendenza nelle analisi degli utenti dal dipartimento IT.
Predictive Analytics	SC Performance Management	Adattamento automatico e dinamico dei target di performance (e ipoteticamente anche del modello/algoritmo in sé) al variare di vincoli, requisiti e condizioni al contorno. In alcuni casi si parla anche dell'adattamento dinamico di parametri di SCM importanti come le scorte di sicurezza, modificabili (ipoteticamente) ad ogni ciclo di riordino.	Tale aspetto rappresenta in realtà più che altro una potenzialità che un vantaggio concretamente utilizzato.

Tabella 4.3. Impatti di BI ed Analytics su SCM/SC PM, parte 2 (*elaborazione personale*)

Categoria	Scope	Applicazione Specifica	Commenti
Business Intelligence	SC Performance Management	Il monitoring attraverso sistemi BI include Vendor Scorecard; analisi vendite/clienti con drill down su molteplici dimensioni; inventari ed approvvigionamenti, spesso includendo modelli di costo sofisticati; analisi di efficienza, performance di delivery ricevute ed offerte, controllo qualità, affidabilità/disponibilità di asset in produzione, etc.	Alcuni vendor BI offrono soluzioni che si integrano come funzionalità ai sistemi informativi preesistenti (ERP) abilitando analisi/reporting avanzato (in alcuni casi si parla in tale ambito di embedded analytics). Il modello prevalente è però comunque quello di utilizzare software distinti in grado di interfacciarsi efficacemente coi primi. Un problema da non sottovalutare è la customizzazione, molto meno semplice rispetto a quanto dichiarato, del set di indicatori adottato.
Business Intelligence	SC Integration	Sviluppo di portali Cloud di SC Intelligence pervasiva; per analisi, coordinamento, monitoraggio, pianificazione e decision making collaborativo lungo tutta la SC.	In alcune ricerche se ne sottolinea l'analogia con la logica Social Media, essendo abilitati tra gli attori di SC commenti, condivisioni etc. Si tratta comunque di un ambito applicativo promettente ma poco utilizzato.
Business Intelligence/Data Analytics	Pianificazione dinamica	Possibilità di adattare la pianificazione di produzione, approvvigionamenti, trasporti, operations di magazzino in modo sempre più dinamico (e quindi con cicli sempre più brevi) sulla base di dati e informazioni (es. feedback real-time sulla capacità degli impianti).	Il modello opposto è una pianificazione (MPS; MRP, operations di magazzino, trasporti e logistica) statica e dai cicli più lunghi. Si tratta comunque più di una potenzialità che di una realtà.
IoT analytics	Controllo Qualità	Monitoring durante i trasporti non soltanto della posizione per tracciabilità/visibilità, ma anche di parametri di qualità come temperatura e pressione. Nelle applicazioni più sofisticate i sistemi di trasporto (container) sono ad es. in grado di adattare, tramite algoritmi opportuni, la temperatura interna a quella esterna rilevata, preservando la qualità dei prodotti trasportati.	Applicazione molto promettente per industry come food, healthcare, industria chimica etc.

Tabella 4.3. Impatti di BI ed Analytics su SCM/SC PM, parte 3 (elaborazione personale)

Categoria	Scope	Applicazione Specifica	Commenti
Social Media Analytics	Demand Planning	Identificazione delle correlazioni esistenti tra popolarità di un prodotto (o sue versioni/colorazioni) e parametri demografici, aree geografiche etc. Tali informazioni possono essere utilizzate per adeguare gli schedule di produzione (es. aumentarla in certe aree per certi prodotti), soprattutto per prodotti a breve ciclo di vita.	Industry di riferimento per queste tipologie di applicazione è il (fast) fashion. Le tecniche da utilizzare per la Social Media Analytics (text mining, sentiment analysis) sono ancora molto poco diffuse in ambito SCM.
Social Media Analytics	SC Risk Management	Identificazione rapida di potenziali disruptions, le quali hanno propagazione sui social molto rapida.	DHL in tale ambito propone l'utilizzo non solo di dati Social ma del web in genere.
Data analytics	Inventory Management	Esempi sono rappresentati da expert system incorporati negli MRP in grado di sviluppare regole di lot-sizing per ottimizzare il replenishment; analytics predittiva tramite data mining per prevedere gli out of stock; adattamento dinamico delle scorte di sicurezza, potenzialmente modificabili ad ogni ciclo di riordino.	Prevedere gli out of stock (nelle ricerche analizzate ci si riferiva a DC – retailer) significa poter agire per aumentare il LS. Gli algoritmi dinamici si contrappongono alle regole fisse (es. lotto economico, scorte di sicurezza calcolate assumendo la distribuzione di domanda fissa/stazionaria).
Data analytics	Dynamic Routing	Routing dinamico della flotta logistica integrando anche dati su traffico e condizioni meteo.	Evoluzione rispetto all'algoritmo standard di minimizzazione della distanza totale.
Data analytics	Produzione	Manutenzione predittiva per la previsione dei fermi macchina; risoluzione di problemi di scheduling molto complessi dal punto di vista combinatorio.	Miglioramento rispetto a strategie di manutenzione reattive come la manutenzione a guasto o anche periodica; miglioramento della qualità di schedulazione attraverso algoritmi più sofisticati rispetto alle euristiche più utilizzate.
Data analytics	Marketing & Sales	Individuazione di pattern di acquisto e associazioni tra prodotti; previsioni degli effetti di campagne promozionali; integrazione con algoritmi di pricing dinamico.	Si tratta di applicazioni molto diffuse (si pensi alle associazioni tra prodotti proposti negli e-commerce o al pricing dinamico utilizzato dalle compagnie aeree).

Tabella 4.4. Impatti di BI ed Analytics su SCM/SC PM, parte 4 (*elaborazione personale*)

Categoria	Scope	Applicazione Specifica	Commenti
Analytics prescrittiva	Supplier Selection	Utilizzo di tecniche di AI per il problema della selezione fornitori.	Tematica approfondita nella ricerca, ma poco utilizzata nella pratica.
Data analytics	Picking	Ottimizzazione dinamica dei processi di picking in termini di batching degli ordini, assegnazione agli operatori, calcolo dei percorsi.	Applicazione promettente ma relativamente poco perseguita.
Analytics predittiva	Forecast della domanda	Costruzione di modelli molto sofisticati (ML, Bayesian Network etc.) che integrano a volte anche migliaia di segnali (contro 10/20 di tecniche più tradizionali), tra cui anche dati Social e web in genere.	Si tratta dell'applicazione predittiva sicuramente più diffusa. I miglioramenti conseguibili in termini di accuratezza delle previsioni (riportati nel corso della trattazione) sono molto marcati.
Analytics predittiva	Approvvigionamenti, Delivery performance	Previsione degli ordini che subiranno ritardi (esempio descritto in modo esteso nel testo), e se la qualità dei dati lo permette, anche stima quantitativa dello stesso.	Applicazione promettente ma poco perseguita e di difficile implementazione, come tutti i casi in cui il ML viene applicato ad eventi rari (gli ordini on time sono molti di più di quelli delayed).
Data analytics	3PL, Delivery Performance	Correlazione delle performance di delivery offerte ai propri clienti (si ipotizzi di considerare un 3PL come impresa di riferimento) con andamento del loro fatturato. Se il volume di spedizione da loro richiesto si riduce ma il loro fatturato cresce è molto probabile che le performance di delivery siano state insufficienti. Ciò crea un alert sulla necessità di mettere in atto attività di customer retention.	L'applicazione proposta è sicuramente di complessa implementazione, ma i 3PL moderni (o perlomeno colossi mondiali come DHL, che ha parlato di questa applicazione specifica) sono imprese estremamente all'avanguardia dal punto di vista di gestione ed utilizzo dei dati.
Data analytics	Software di SC Analytics	I software di SC analytics dispongono di funzionalità (Tabella 3.12) che coprono tutte le tipologie di analisi (descrittiva, diagnostica, predittiva, prescrittiva), seppur non sempre con lo stesso livello di maturità.	Il loro mercato sta crescendo a tassi molto significativi (nell'ordine del 16%), e sono presenti player di primissimo piano come IBM, Microsoft, SAP, Qlik etc.

4.4 Conclusioni

Nel presente lavoro si è cercato di fornire una review esaustiva dell'applicazione di Business Intelligence ed analytics al SCM ed al SC Performance Management.

Il lavoro ha una connotazione prevalentemente accademica, tuttavia considerando le tematiche trattate si è ritenuto opportuno integrare adeguatamente la trattazione con contributi dal mondo dell'industria.

Sono inizialmente stati descritti gli aspetti legati alla misura delle performance di SC, "scorporati" dalla componente IT.

Successivamente è stato approfondito il concetto di BI; in termini di tecnologie, legame con i sistemi informativi aziendali e soprattutto con il processo di Performance Management aziendale.

Ne è stata offerta una collocazione nel più ampio panorama della (big data) analytics, descrivendo l'evoluzione di metodologie e tecniche di analisi verso modelli sempre più proattivi.

Nel seguito sono state approfondite applicazioni, tecniche ed esempi (di ricerca e industriali) di utilizzo di tali tecnologie al SC Performance Management e più in generale al SCM; prima con un focus maggiore su BI e analisi KPI, e successivamente, a valle di un approfondimento su fonti dati innovative come IoT e Social Media, nel più esteso ambito Big Data analytics in SC.

Ne sono stati presentati prevalentemente vantaggi e benefici, senza però trascurare ostacoli e sfide implementative.

È stata infine offerta una review schematica della letteratura analizzata, corredata da un approfondimento personale sugli aspetti proposti ritenuti più rilevanti e considerazioni su sfide/scenari futuri.

L'opinione sintetica dello scrivente su quanto visto è che in generale vantaggi e benefici conseguibili siano rilevanti, ma metodologie e processi per conseguirli forse più complessi rispetto a quanto inizialmente atteso.

Il livello di maturità di tali tecnologie/metodi di analisi nel SCM non può considerarsi elevato, né in ambito ricerca né in ambito industriale, tuttavia l'interesse crescente di ricercatori e industria porta a ritenere vi possano essere sviluppi significativi nel breve-medio termine.

Bibliografia

- Accenture (2014), Big Data Analytics in Supply Chain: Hype or Here to Stay?, Accenture Global Operations Megatrends study.
- Adelman, S., Moss, L. and Barbusinski, L. (2002), I found several definitions of BI, DM Review.
- Agostino, R. (2004), Business intelligence: solving the ERP overload.
- Agrawal, D. (2008). The reality of real-time business intelligence. International Workshop on Business Intelligence for the Real-Time Enterprise, pp. 75–88. Springer.
- Aho (2010). The Distinction between Business Intelligence and Corporate Performance Management-A Literature study combined with empirical findings. Proceedings of the MCSP conference.
- Akyuz, G.A. and Erkan, E.T. (2010), Supply chain performance measurement: a literature review, International Journal of Production Research, Vol. 48, No. 17, pp. 5137–5155.
- Allen, M.K. (1986). The development of an artificial intelligence system for inventory management using multiple experts. Unpublished PhD dissertation. Columbus, Ohio: The Ohio State University.
- Alvarado, K.P., Rabelo, L. and Eaglin, R. (2008) ‘Stakeholder value mapping framework for supply chain improvement when implementing IT solutions’, IIE Annual Conference Proceedings, Institute of Industrial Engineers, p.1320.
- Anand, N. and Grover, N. (2015) ‘Measuring retail supply chain performance: a theoretical model using key performance indicators (KPIs)’, Benchmarking: An International Journal, Vol. 22, No. 1, pp.135–166.
- Anbanandam, R., Banwet, D.K. and Shankar, R. (2011) ‘Evaluation of supply chain collaboration: a case of apparel retail industry in India’, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 60, No. 2, pp.82–98.
- Arias M., Arratia A., Xuriguera R., (2014). Forecasting with Twitter data. ACMTrans. Intell. Syst.Technol.5,1–24.
- Aruldoss, M., Travis, L. M., Venkatesan, V. P. (2014): A survey on recent research in business intelligence. Journal of Enterprise Information Management, Vol. 27 No. 6, 831 – 866.
- Arunachalam, D, Kumar, N and Kawalek, JP (2018) Understanding big data analytics capabilities in supply chain management: Unravelling the issues, challenges and implications for practice. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 114. pp. 416-436.
- Attaran M. and Attaran S. (2018). Opportunities and Challenges of Implementing Predictive Analytics for competitive advantage. International Journal of Business Intelligence Research. Vol. 9. pp. 1-26.
- Austin, C., Kusumoto, F. (2016), The application of Big Data in medicine: current implications and future directions. Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology. Vol. 47, pp. 51–59.
- Awad H. A. and Nassar M.O., “Supply chain integration: Definition and challenges,” in Proceeding of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, 2010, Vol.1, pp. 405–409.
- Azvine, B., Cui, Z., & Nauck, D. D. (2005). Towards real-time business intelligence. BT Technology Journal, 23(3), 214–225.
- Baars H., Kemper H., Lasi H. and Siegel M., "Combining RFID Technology and Business Intelligence for Supply Chain Optimization Scenarios for Retail Logistics," Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008), Waikoloa, HI, 2008, pp. 73-73.
- Ballard, C. (2006), Business performance management meets Business Intelligence.
- Banerjee M., Mishra M. (2017), Retail supply chain management practices in India: A business intelligence perspective, Journal of Retailing and Consumer Services, Vol. 34, pp. 248-259.

- Bara, A., Botha, I., Diaconita, V., Lungu, I., Velicanu., A., & Velicanu, M. (2009). A model for Business Intelligence Systems Development. *Informatica Economica* (vol. 13, no. 4).
- Basu, A. (2013). Five pillars of prescriptive analytics success. *Analytics magazine*, 8, 8–12.
- Bátori Z. (2010). Supply chain intelligence: benefits, techniques and future trends. MEB 2010 – 8th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking, Budapest, Hungary.
- Baum J, Laroque C, Oeser B, Skoogh A, Subramaniyan M. (2018) Applications of Big Data analytics and Related Technologies in Maintenance—Literature-Based Research. *Machines*; 6(4):54.
- Beamon, B.M. (1999) ‘Measuring supply chain performance’, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, Nos. 3/4, pp.275–92.
- Beamon, B.M. and Ware, T.M. (1998) ‘A process quality model for the analysis, improvement and control of supply chain systems’, *Logistics Information Management*, Vol. 11, No. 2, pp.105–113.
- Ben-Daya M., Hassini E. and Bahroun Z. (2019) Internet of things and supply chain management: a literature review, *International Journal of Production Research*, 57:15-16.
- Berthold, H., Rosch, P., Zoller S., Wortmann, F., Carenini, A., Campbell, S., Bisson, P., Strohmaier, F. (2010): An architecture for ad-hoc and collaborative business intelligence. In *Proceedings of the 2010 EDBT/ICDT Workshops (EDBT '10)*. ACM, New York, NY, USA, 1-6.
- Biswas S. and Sen J. (2016). A Proposed Architecture for Big Data Driven Supply Chain Analytics. *IUP Journal of Supply Chain Management*. Vol. XIII, No. 3, pp. 7-34.
- Bogdana P.I., Felicia A., Delia B. (2009). The role of business intelligence in business performance management. *Annals of Faculty of Economics*. 4. 1025-1029.
- Bokrantz, J., A. Skoogh, C. Berlin, and J. Stahre. (2017). “Maintenance in Digitalised Manufacturing: Delphi-Based Scenarios for 2030.” *International Journal of Production Economics* 191: 154–169.
- Bonomi, F., R. Milito, J. Zhu, and S. Addepalli. (2012). “Fog Computing and Its Role in the Internet of Things.” In *Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing - MCC 12*. Helsinki, Finland.
- Bourne, M., Neely, A., John Mills, J., and Platts, K., 2003. Implementing performance measurement systems: a literature review. *International Journal of Business Performance Management*, Vol. 5, No. 1, pp.1-24.
- Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Stank, T.P. (1999) *21st Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality*, in Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
- Bowman, P., J. Ng, M. Harisson, T. Sanchez Lopez, and A. Illic. (2009). “Sensor Based Condition Monitoring.” *Building Radio Frequency Identification for the Global Environment (Bridge) Euro RFID Project*.
- Bozarth, C. C., Warsing, D. P., Flynn, B. B., & Flynn, J. E. (2009). The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance. 27, 78.
- BPM Standards Group (2005) *Business Performance Management, Industry Framework Document*.
- Brewer P.C. and Speh T.W. (2000), Using the balance scorecard to measure Supply Chain performance, *Journal of Business Logistics*, Vol.21, No.1, pp. 75-93.
- Brintrup A.M., Pearce T., Woodal P., Mcfarlane D. (2019). Supply chain data analytics for predicting supplier disruptions: a case study in complex asset manufacturing. *International Journal of Production Research*. 11. pp.1-12
- Bughin J. (2016). Big data, Big bang?, *Journal of Big Data*. 3. 2.
- Cagliano A.C., Carlin A., Rafele C. (2009), Understanding Supply Chain Complexity with Performance Measurement, *IFAC Proceedings Volumes, Volume 42, Issue 4*, pp. 1126-1131.

- Cagliano A.C., Rafele C. (2008). Simulation for Logistics Performance Management: Comparing Different Approaches. In Kersten W., Blecker T., Flaming H. (Eds), *Global Logistics Management. Sustainability, Quality, Risks. Operations and Technology Management*, Vol. 9. Berlin (Germany): Erich Schmidt Verlag, 423-442.
- Cai J., Liu X., Xiao Z., Liu J. (2009), Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment, *Decision Support Systems*, Vol. 46, Issue 2, pp 512-521.
- Chae B.K. (2015), Insights from hashtag #supplychain and Twitter Analytics: Considering Twitter and Twitter data for supply chain practice and research, *International Journal of Production Economics*, Vol. 165, pp. 247-259.
- Chan, J. O. (2013). An architecture for Big Data analytics. *Communications of the IIMA*, 13(2), 1.
- Chang, S., D. Klabjan, and T. Vossen. (2010). "Optimal Radio Frequency Identification Deployment in a Supply Chain Network." *International Journal of Production Economics* 125 (1): 71–83.
- Charan, P., Shankar, R. and Baisya, R. (2008), "Analysis of interactions among the variables of supply chain performance measurement system implementation", *Business Process Management Journal*, Vol. 14 No. 4, pp. 512-529.
- Chaudhuri, S., Dayal, U. and Narasayya, V. (2011). An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54(8), pp.88–98.
- Chen S.G. (2012), Fuzzy-scorecard based logistics management in robust SCM, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 62, Issue 3, pp. 740-745.
- Chen, R.Y. (2015). "Intelligent IoT-Enabled System in Green Supply Chain Using Integrated FCM Method." *International Journal of Business Analytics* 2 (3): 47–66.
- Chen, T., and Tsai H.R. (2017). "Ubiquitous Manufacturing: Current Practices, Challenges, and Opportunities." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 45: 126–132.
- Cheng, J.C.P., Law, K.H., Bjornsson, H., Jones, A. & Sriram, R. (2010) "A Service Oriented Framework for Construction Supply Chain Integration", *Automation in Construction*, 19(2), 245– 260.
- Cheung C.F., Wang W.M., Lo V., Lee W.B. (2004). An agent-oriented and knowledge-based system for strategic e-procurement. *Expert Systems*.
- Chou D.C., Tripuramallu H.B. (2005). BI and ERP integration. *Inf. Manag. Comput. Security*. 13. 340-349.
- Christopher, M. (2005). *Logistics & Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks*, FT/Prentice-Hall, Harlow.
- Chukwueke, D. O., P. Schjølberg, H. Rødseth, and A. Stuber. (2016). "Reliable, Robust and Resilient Systems: Towards Development of a Predictive Maintenance Concept within the Industry 4.0 Environment." *EFNMS Euro Maintenance Conference*, Athens, Greece.
- Cooper, R. and Kaplan, R.S. (1988) 'Measure costs right: make the right decisions', *Harvard Business Review*, Vol. 66, No. 5, pp.96–103.
- Cox M. and D. Ellsworth (1997). Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. *Proceedings of the 8th conference on Visualization*. pp. 235-ff.
- Dalmolen S., Moonen H., Iankoulova I. and van Hillegersberg J. (2013), "Transportation Performances Measures and Metrics: Overall Transportation Effectiveness (OTE): A Framework, Prototype and Case Study," 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences, Wailea, Maui, HI, pp. 4186-4195.
- Daniel Z., Hsinchun C., Lusch R., Shu-Hsing L. (2010). Social media analytics and intelligence. *IEEE Intell. Syst.* 25, 13–16.
- Dedić N., Stanier C. (2017) *Towards Differentiating Business Intelligence, Big Data, Data Analytics and Knowledge Discovery*. In: Piazzolo F., Geist V., Brehm L., Schmidt R. (eds) *Innovations in Enterprise Information Systems*

- Management and Engineering. ERP Future 2016. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 285. Springer, Cham.
- Deloitte & MHI (2014) "The 2014 MHI Annual Industry Report – Innovations that Drive Supply Chains", MHI, Charlotte, North Carolina, USA.
- Deloitte (2017), Performance Management in Supply Chain and Operations - Steering value chain activities towards exceptional performance.
- Deloitte (2018), Modern Business Intelligence: the Path to Big Data Analytics.
- Derrouiche R., Holimchayachotikul P. and Leksakul K. (2011), "Predictive performance model in collaborative supply chain using decision tree and clustering technique," 2011 4th International Conference on Logistics, Hammamet, pp. 412-417.
- Dev N.K., Shankar R., Gupta R., Dong J. (2019), Multi-criteria evaluation of real-time key performance indicators of supply chain with consideration of big data architecture, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 128, pp. 1076-1087.
- Dey, S., Gupta, N., Pathak, S., Kela, D. H., & Datta, S. (2019). Data-driven design optimization for industrial products. *Optimization in industry*. Cham: Springer 253–267.
- DHL (2013), Big Data in Logistics, a DHL perspective on how to move beyond the hype.
- Dhond, A., Gupta, A., Vadhavkar, V (2000): Data mining techniques for optimizing inventories for electronic commerce. In Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. Boston, MA, USA, 480-486.
- Dickey M. (2014). Twitter Gears Up To Launch A TweetDeck On Steroids For Journalists. *Business Insider*
- Ding H., Benyoucef L. and Xie X. (2005) A simulation optimization methodology for supplier selection problem, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 18:2-3, 210-224.
- Dinter B., Bucher T., (2006), Business performance management. In: Chamoni P., Gluchowski P. (eds) *Analytische Informations systeme*, 3rd edn., pp. 23-50. Springer, Berlin.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., & Roubaud, D. (2017). Can Big Data and Predictive Analytics Improve Social and Environmental Sustainability? *Technological Forecasting and Social Change*.
- Dweekat A.J. and Park J. (2016), "Internet of Things-Enabled Supply Chain Performance Measurement Model," *International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA)*, Jeju, pp. 1-3.
- Dweekat, A.J., Hwang G. and Park J. (2017). "Supply Chain Performance Measurement Approach Using the Internet of Things, *Industrial Management & Data Systems* 117 (2): 267–286.
- Eastwood, M., Vesset, D. and Morris, D.H. (2005), *Delivering value in business intelligence*, HP White Paper.
- Eckerson, W. (2003). *Building the real-time enterprise*. TDWI Report Series, 1–35.
- Ellis, S., H. D. Morris, and J. Santagate. (2015). "IoT-Enabled Analytic Applications Revolutionize Supply Chain Planning and Execution." *International Data Corporation (IDC) White Paper*.
- Estampe, D., Lamouri, S., Paris, J.L. and Brahim, D. (2013) 'A framework for analysing supply chain performance evaluation models', *International Journal of Production Economics*, Vol. 142, No. 2, pp.247–258.
- Fallahpour, A., Olugu, E. U., Musa, S. N., Khezrimotlagh, D., & Wong, K. Y. (2015). An integrated model for green supplier selection under fuzzy environment: application of data envelopment analysis and genetic programming approach. *Neural Computing and Applications*, 27(3), 707-725.
- Fan C., Wang L., and Chuang H. (2011). The Applications of Business Intelligence to the Improvement of Supply Chain Management - A Case of an Electronic Company. *JSW*, 6, 2173-2177.
- Fan, J., Han, F., Liu, H. (2014). Challenges of Big Data analysis. *National Science Review*, 1(2), 293-314.

- Fang, C., X. Liu, P. M. Pardalos, and J. Pei. (2016). "Optimization for a Three-Stage Production System in the Internet of Things: Procurement, Production and Product Recovery, and Acquisition." *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 83 (5–8): 689–710.
- Farasyn, I., Humair, S., Kahn, J., Neale, J., Rosen, O., Ruark, J., et al. (2011). Inventory optimization at Procter & Gamble: Achieving real benefits through user adoption of inventory tools. *Interfaces*, 41(1), 66–78.
- Fawcett, S.E. and Cooper, M.B., Logistics Performance Measurement and Customer Success. *Industrial Marketing Management*, 1998, 27, 341--357.
- Fawcett, S.E., Osterhaus, P., Magnan, G.M., Brau, J.C., & McCarter, M.W. (2007). Information sharing and supply chain performance: the role of connectivity and willingness. *Supply Chain Management: An International Journal* 12/5, pp. 358–368
- Ferreira, P., R. Martinho, and D. Domingos. (2010). "IoT-Aware Business Processes for Logistics: Limitations of Current Approaches." In *INForum 2010 – II Simposio de Informatica*, Braga; 2010, September 9–10, edited by L. S. Barbosa and M. P. Correia, 611–622.
- Geerdink, B. (2013). A Reference Architecture for Big Data Solutions. In *The 8th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions*. pp. 71–76.
- Geishecker L., Rayner, N., (2001), Corporate performance management: BI collides with ERP, Research note SPA-14-9282, Gartner Inc.
- Genpact (2014). Supply chain analytics.
- Ghazanfari M., Jafari M. and Rouhani S. (2011). A tool to evaluate the business intelligence of enterprise systems. *Scientia Iranica*. 18. 1579-1590.
- Ghosh, R., Gupta, A., Chattopadhyay, S., Banerjee, A., & Dasgupta, K. (2016). CoCOA: A framework for comparing aggregate client operations in BPO services. *Services computing (SCC)*, 2016 IEEE international conference on, 539–546.
- Gnimpieba, Z. D. R., A. Nait-Sidi-Moh, D. Durand, and J. Fortin. (2015). "Using Internet of Things Technologies for a Collaborative Supply Chain: Application to Tracking of Pallets and Containers." *Procedia Computer Science* 56: 550–557.
- Gomes, C.F., Yasin, M. M., and Lisboa, J.V., 2004. A literature review of manufacturing performance measures and measurement in an organizational context: a framework and direction for future research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol 15, No 6, pp. 511-530.
- Gopal, P. and Thakkar, J. (2012), "A review on supply chain performance measures and metrics: 2000-2011", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 61 No. 5, pp. 518-547.
- Gravic Shadowbase (2019), *The Evolution of Real-Time Business Intelligence and How to Achieve It Using HPE Shadowbase Software*. Gravic Inc. White Paper.
- Grimaldi S. and Rafele C. (2007), Current applications of a reference framework for the supply chain performance measurement, *International Journal of Business Performance Management*, 9, issue 2, p. 206-225.
- Gröger, C., Schwarz, H., & Mitschang, B. (2014). Prescriptive analytics for recommendation-based business process optimization. *International Conference on Business Information Systems*, 25–37.
- Groves W., Collins J., Gini M., Ketter W. (2014) "Agent-assisted supply chain management: Analysis and lessons learned", *Decision Support Systems*, Vol. 57, pp. 274-284.
- Gunasekaran, A., Patel, C. and McGaughey, R.E. (2004) 'A framework for supply chain performance measurement', *International journal of Production Economics*, Vol. 87, No. 3, pp.333–347.

- Gunasekaran, A., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001) 'Performance measures and metrics in a supply chain environment', *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 21, Nos. 1/2, pp.71–87.
- Gyulai D., Pfeiffer A., Nick G., Gallina V., Sihn W., Monostori L. (2018), Lead time prediction in a flow-shop environment with analytical and machine learning approaches, *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 51, Issue 11, pp. 1029-1034.
- Hadiguna, R.A., Jaafar, H.S. and Mohamad, S. (2011) 'Performance measurement for sustainable supply chain in automotive industry: a conceptual framework', *International Journal of Value Chain Management*, Vol. 5, Nos. 3/4, pp.232–250.
- Hang, Y. and Fong, S. (2010). Real-time business intelligence system architecture with stream mining. In 2010 5th International Conference on Digital Information Management, ICDIM 2010. pp. 29–34.
- Hartl K., Jacob O., Mbep F.L., Budree A. and Fourie L. (2016), "The Impact of Business Intelligence on Corporate Performance Management," 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI, pp. 5042-5051.
- Hausman, W.H. (2004) 'Supply chain performance metrics', *The Practice of Supply Chain Management: Where Theory and Application Converge*, pp.61–73, Boston.
- He, M., H. Ji, Q. Wang, and C. Ren. (2013). "Big Data Fuelled Process Management of Supply Risk: Sending, Prediction, Evaluation and Mitigation," *Proceedings of the Winter Simulation Conference 2014*, pp. 1005–1013.
- Hwang, G., J. Lee, J. Park, and T. W. Chang. (2016). "Developing Performance Measurement System for Internet of Things and Smart Factory Environment." *International Journal of Production Research* 55 (9): 2590–2602.
- IBM (2017). Descriptive, predictive, prescriptive: Transforming asset and facilities management with analytics, Choose the right data analytics solutions to boost service quality, reduce operating costs and build ROI. *Watson Internet of Things*.
- IBM (2012). Predictive inventory management: Keeping your supply chain in balance.
- IDC and EMC Digital Universe, 2014, *The digital universe of opportunities: rich data and the increasing value of the internet of things*.
- Intel (2017). *Guide to Getting Started with Advanced Analytics*.
- Isik, O., Jones, M. C., and Sidorova, A. (2013). Business intelligence success: The roles of BI capabilities and decision environments. *Information & Management*, 50, 1 (Jan 2013), 13-23.
- Jothimani, D. and Sarmah, S. (2014), "Supply chain performance measurement for third party logistics", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 21 No. 6, pp. 944-963.
- Kaplan R.S., Norton D.P., (1992), "The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance", *Harvard Business Review*, 70, No.1, 71-9.
- Kawas, B., Squillante, M. S., Subramanian, D., & Varshney, K. R. (2013). Prescriptive analytics for allocating sales teams to opportunities. *Data mining workshops (ICDMW)*, 2013 IEEE 13th international conference on, 211–218.
- Keebler, J.S., 2001. *Measuring performance in the supply chain*. Supply Chain Management, SAGE Publications, California.
- Ko H. J., Ko C.S., Taioun K. (2006). A hybrid optimization/simulation approach for a distribution network design of 3PLS. *Computers & Industrial Engineering*. 50. 440-449.
- Koh S.C.L., Gunasekaran A., Goodman T. (2011). Drivers, barriers and critical success factors for ERP II implementation in supply chains: A critical analysis, *The Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 20, Issue 4, pp. 385-402.
- KPMG (2017-2018), *Supply Chain Big Data Series (Part 1, Part 2, Part 3 and Part 4)*.
- Kurien G.P. and Qureshi, M.N. (2011). Study of performance measurement practices in supply chain management. *International Journal of Business, Management and Social Sciences* Vol. 2, No. 4, 2011, pp. 19-34.

- Kwon, D., M. R. Hodkiewicz, J. Fan, T. Shibutani, and M. G. Pecht. (2016). "IoT-Based Prognostics and Systems Health Management for Industrial Applications." *IEEE Access* 4: 3659–3670.
- Lam, H. K., Yeung, A. C., & Cheng, T. E. (2016). The impact of firms' social media initiatives on operational efficiency and innovativeness. *Journal of Operations Management*, 47, 28–43.
- Lambert, D.M. and Cooper, M.C. (2000), "Issues in supply chain management", *Industrial Marketing Management*, Vol. 29 No. 1, pp. 65-83.
- Lapide, L. (2000) What about Measuring Supply Chain Performance?, AMR Research, ASCET – White Paper, Vol. 2, No. 15, pp.287–297.
- Lau H.C.W., Ho G.T.S., Zhao Y., Chung N.S.H. (2009), Development of a process mining system for supporting knowledge discovery in a supply chain network, *International Journal of Production Economics*, Vol. 122, Issue 1, pp. 176-187.
- Lee C.K.M., Ho W., Ho G.T.S., Lau H.C.W. (2011), Design and development of logistics workflow systems for demand management with RFID, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, Issue 5, pp. 5428-5437.
- Lee, C.K.M. (2016), "A GA-based optimisation model for big data analytics supporting anticipatory shipping in Retail 4.0", *International Journal of Production Research*, Vol. 54 No. August, pp. 1–13.
- Lee, I., and Lee K. (2015). "The Internet of Things (IoT): Applications, Investments, and Challenges for Enterprises." *Business Horizons* 58 (4): 431–440.
- Lee, J., E. Lapira, B. Bagheri, and H. A. Kao. (2013). "Recent Advances and Trends in Predictive Manufacturing Systems in Big Data Environment." *Manufacturing Letters* 1 (1): 38–41.
- Lee, L. H. 2004. The Triple-A Supply Chain. *Harvard Business Review*. (Oct. 2004), 1-10.
- Lepenioti K., Bousdekis A., Apostolou D., Mentzas G. (2020), Prescriptive analytics: Literature review and research challenges, *International Journal of Information Management*, Vol. 50, pp. 57-70.
- Li D., Mckay A., De Pennington A., Barnes C. (2001). A Web-based tool and a heuristic method for cooperation of manufacturing supply chain decisions. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 12. 433-453.
- Liao S.H and Hsiao P.Y. (2013), Mining business knowledge for developing integrated key performance indicators on an optical mould firm, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26:8, 703-719.
- Liker, J.K. & Choi, T.Y. (2004) "Building Deep Supplier Relationships", *Harvard Business Review*, 82 (12), 104-113.
- Lim, E-P., Chen, H., and Chen, G. (2013). Business Intelligence and Analytics: Research Directions. *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.* 3, 4 (Jan. 2013), 10 pages.
- Liu L. (2010), Supply Chain Integration through Business Intelligence, *International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, pp. 1-4.
- Lohman C., Fortuin L., Wouters M. (2004), Designing a performance measurement system: A case study, *European Journal of Operational Research*, Vol. 156, Issue 2, pp. 267-286.
- Lönnqvist, A. and Pirttimäki, V., (2006), "The measurement of business intelligence", *Information Systems Management*, 23(1), pp. 32–40.
- Lukić J., Radenković M., Despotović-Zrakić M., Labus A., Bogdanovic Z. (2017), Supply chain intelligence for electricity markets: A smart grid perspective. *Inf Syst Front* 19, 91–107.
- Lustig, I., Dietrich, B., Johnson, C., & Dziekan, C. (2010). *The Analytics Journey*. Institute for Operations Research and the Management Sciences.
- Lynch, R. and Cross, K. (1991) *Measure Up – The Essential Guide to Measuring Business Performance*, Business Performance, Mandarin, London.

- Maleki M, Cruz-Machado V., 2013, "Supply chain performance monitoring using Bayesian network," *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modeling*, vol. 5, no. 2, pp. 177–197.
- Malhotra A., Malhotra C., See A. (2012). How to get your messages retweeted. *MIT Sloan Manag. Rev.* 53, 61–66.
- Matyas, K., Nemeth, T., Kovacs, K., & Glawar, R. (2017). A procedural approach for realizing prescriptive maintenance planning in manufacturing industries. *CIRP Annals*, 66(1), 461–464.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Boston: Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt.
- McAfee, A. and Brynjolfsson, E. (2012) "Big Data: The Management Revolution", *Harvard Business Review*, 90(10), 61–68.
- Medori, D., and Steeple, D., 2000. A framework for auditing and enhancing performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, No. 5, pp. 520-533.
- Mezouar H., El Afia A. and Chiheb R. (2016), "A new concept of intelligence in the electric power management," 2016 *International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*, pp. 28-35.
- Min H. (2010) *Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications*, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 13:1, 13-39.
- Morgan, C., 2007. Supply network performance measurement: future challenges. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 18, No. 2, pp. 255-273.
- Morley M. (2017), *Supply Chain Analytics*, OpenText Special Edition, John Wiley & Sons Ltd., Southern Gate, Chichester, UK.
- Nadj M. and Schieder C. (2016) "Quo vadis Real-Time Business Intelligence? A descriptive literature review and future directions. *Research Papers. European Conference on Information Systems (ECIS)* 171.
- Natoli P. (2013), *The Impact of Social Media on the Supply Chain: Is There One?*
- Neely, A., 2005. The evolution of performance measurement research: Developments in the last decade and a research agenda for the next. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 12, pp. 1264-1277.
- Neely, A., Adams, C. and Crowe, P. (2001) 'The performance prism in practice', *Measuring Business Excellence*, Vol. 6, No. 13, pp.6–13.
- Nemati Amirkolaii K., Baboli A., Shahzad M.K., Tonadre R. (2017), *Demand Forecasting for Irregular Demands in Business Aircraft Spare Parts Supply Chains by using Artificial Intelligence (AI)*, *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 50, Issue 1, pp. 15221-15226
- Ng, I., K. Scharf, G. Pogrebna, and R. Maull. (2015). "Contextual Variety, Internet-of-Things and the Choice of Tailoring over Platform: Mass Customisation Strategy in Supply Chain Management." *International Journal of Production Economics* 159: 76–87.
- Nguyen T., Zhou L., Ieromonachou P. and Lin Y. (2017). Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review. *Computers & Operations Research*. Vol.98, pp. 254-264.
- Nylund, A. (1999), "Tracing the BI family tree", *Knowledge Management*.
- Oncioiu I., Bunget O.C., Türkeş M.C., Căpuşneanu S., Topor D.I., Tamaş A.S., Rakoş I.-S., Hint M.Ş. (2019). The Impact of Big Data Analytics on Company Performance in Supply Chain Management. *Sustainability*, Vol.11(18):4864.
- Ondemir, O., and S. M. Gupta. (2014). "Quality Management in Product Recovery Using the Internet of Things: An Optimization Approach." *Computers in Industry* 65 (3): 491–504.
- Otto, A. and Kotzab, H. (2003) 'Does supply chain management really pay? Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain', *European Journal of Operational Research*, Vol. 144, No. 2, pp.306–320.

- Pagh, D.J. and Cooper, M.C. (1997) 'Supply chain management-more than a new name for logistics', *International Journal of Logistics Management*, Vol. 8, No. 1, pp.1–14.
- Parasuraman, A., Zeithmal, V.A. and Berry, L.L. (1985) 'A conceptual model of service quality and its implications for future research', *Journal of Marketing*, Vol. 49, pp.41–50.
- Park, Y-B., Yoon, S-J. and Yoo, J-S. (2018) 'Development of a knowledge-based intelligent decision support system for operational risk management of global supply chains', *European J. Industrial Engineering*, Vol. 12, No. 1, pp.93–115.
- Parry, G. C., S. A. Brax, R. S. Maull, and I. C. L. Ng. 2016. "Operationalising IoT for Reverse Supply: The Development of Use-Visibility Measures." *Supply Chain Management: An International Journal* 21 (2): 228–244.
- Pearson, M. (2011). Predictive Analytics: Looking forward to better supply chain decisions, *Logistics Management* 50 (9), pp. 22.
- Pittiglio R., McGrath T., (1997), "Integrated Supply Chain Management Benchmarking Study".
- Polkowski Z., Constantin D., Raducu I., Catalina E. (2016). The Integration of BI, ERP and CRM System. *Research Bulletin the Jan Wyzykowski University. Studies in Technical Sciences.* pp. 49–63.
- Popeangă, J. (2012). Real-Time Business Intelligence for the Utilities Industry. *Database Systems Journal*, 3(4), 15–24.
- Power, D.J., (2008), "Understanding data-driven decision support systems", *Information Systems Management*, 25(2), pp. 149–154.
- Prahalad, C.K. and Krishnan, M.S. (2008), *The New Age of Innovation: Driving Co-Created Value Through Global Networks*, McGraw Hill, NewYork, NY.
- Prasad, U. and Gavirneni S. (2010). A simulation approach to estimate the value of information in maritime supply chains. *Proceedings - Winter Simulation Conference.* 1967-1975.
- Putnik, G., L. R. Varela, C. Carvalho, C. Alves, V. Shah, H. Castro, and P. Ávila. (2015). "Smart Objects Embedded Production and Quality Management Functions." *International Journal for Quality Research* 9 (1): 151–166.
- Qiu, X., H. Luo, G. Xu, R. Zhong, and G. Q. Huang. (2015). Physical Assets and Service Sharing for IoT-Enabled Supply Hub in Industrial Park (SHIP). *International Journal of Production Economics* 159: 4–15.
- Qlik (2015), *Top solutions for the Supply Chain.*
- Quinn F., (1997), *The Payoff*, *Logistics Management*, 37, No. 11, pp. 56-62.
- Rácz, B. et al. (2007). Two-Phase Data Warehouse Optimized for Data Mining. In C. Bussler et al., eds. *Business Intelligence for the Real-Time Enterprises*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 63–76.
- Ranjan, Jayanthi. (2009). Role of Business Intelligence in Supply Chain Management. *Global Journal of e-Business & Knowledge Management*, Vol. 5, No 1, pp. 1-7.
- Rausch, Peter & Sheta, Alaa & Ayesh, Aladdin. (2013). *Business Intelligence and Performance Management: Theory, Systems and Industrial Applications.*
- Rayes, A., and S. Salam. (2016). "The Things in IoT: Sensors and Actuators." In *Internet of Things From Hype to Reality*. Cham: Springer.
- Richards G., Yeoh W., Chong A.Y.L. and Popovic A., (2014): "An Empirical Study of Business Intelligence Impact on Corporate Performance Management", In *PACIS 2014: Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems 2014*, AIS eLibrary, pp.1-16.
- Ross, D. F. (2016). *Introduction to Supply Chain Management Technologies*. Boca Raton, FL: St Lucie Press.
- Rozados I.V. and Tjahjono B. (2014). Big Data Analytics in Supply Chain Management: Trends and Related Research. *6th International Conference on Operations and Supply Chain Management*, Bali.

- Russom, P. (2011). Big Data Analytics. TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter.
- Sahay B.S., Ranjan J. (2008). Real time business intelligence in supply chain analytics. *Inf. Manag. Comput. Security*. 16. 28-48.
- Salo, J. & Karjaluoto, H. (2006) "IT—Enabled Supply Chain Management", *Contemporary Management Research*, 2(1), 17-30.
- Sangari, M. and Razmi, J. (2015), "Business intelligence competence, agile capabilities, and agile performance in supply chain: An empirical study", *International Journal of Logistics Management*, The, Vol. 26 No. 2, pp. 356-380.
- Satish Kumar V.R., Anbuudayasankar S.P. and Rameshkumar K. (2018). Optimizing bi-objective, multi-echelon supply chain model using particle swarm intelligence algorithm. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 310.
- Schuh, G., T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J. P. Prote. (2014). "Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in the Context of Industrie 4.0." *Procedia CIRP* 19: 51–56.
- Seo, Y-J., Dinwoodie, J. and Kwak, D-W. (2014) 'The impact of innovativeness on supply chain performance: is supply chain integration a missing link?', *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 19, Nos. 5/6, pp.733–746.
- Seuring S., Gold S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Manag: Int.J.* 17, 544–555.
- Shari, R. and Fisher, D. (2003), "Business intelligence: 360. insight: a powerful combination of capabilities".
- Sharma, R.S. and Djiaw, V., (2011), "Realising the strategic impact of business intelligence tools", *VINE: The Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 41(2), pp. 113–131.
- Shih, C. W., and C. H. Wang. (2016). "Integrating Wireless Sensor Networks with Statistical Quality Control to Develop a Cold Chain System in Food Industries." *Computer Standards & Interfaces* 45: 62–78.
- Shroff, G., Agarwal, P. and Dey, L. (2011). Enterprise information fusion for real-time business intelligence. In *Information Fusion (FUSION)*, 2011 Proceedings of the 14th International Conference on. pp. 1–8.
- Siegel, E. (2016). *Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Sillanpää, I. (2015) 'Empirical study of measuring supply chain performance', *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 22, No. 2, pp.290–308.
- Singh, L.P., Challa, R.T. (2016), Integrated Forecasting using the Discrete Wavelet Theory and Artificial Intelligence techniques to reduce the Bullwhip Effect in a Supply Chain. *Glob J Flex Syst Manag.*, 17, 157–169.
- Smith, M. (2000). The visible supply chain, *Intelligent Enterprise* 3 (16), pp. 44-50.
- Song, M.-L., Fisher, R., Wang, J.-L. and Cui, L.-B. (2016), "Environmental performance evaluation with big data: theories and methods", *Annals of Operations Research*, Springer US, Vol. March, pp. 1–14.
- Souza G.C. (2014), Supply chain analytics, *Business Horizons*, Vol.57, issue 5, pp. 595-605.
- Stedman, C. (2017). Eyeing the future with predictive analytics can pay dividends now. *TechTarget*.
- Stefanovic N. (2014). Proactive Supply Chain Performance Management with Predictive Analytics. *The Scientific World Journal*.
- Stefanovic N. (2015). Collaborative Predictive Business Intelligence Model for Spare Parts Inventory Replenishment. *Computer Science and Information Systems*. Vol. 12, pp. 911-930.
- Stefanovic N. and Milosevic D. (2017). Developing Adaptive Business Intelligence Systems for Agile Supply Chain Analytics. 45-50.

- Stefanovic N., Stefanovic D. (2009), Supply chain business intelligence: technologies, issues and trends, in *Artificial Intelligence: An International Perspective*, M. Bramer, Ed., vol. 5640 of LNAI, pp. 217–245, Springer, New York, NY, USA.
- Stefanovic N., Stefanovic D., Mistic M. (2008). Application of Business Intelligence for Business Process Management. 276. 445-449.
- Steinkamp, M. and Mühlbauer, T. (2013). HyDash: A Dashboard for Real-Time Business Intelligence based on the HyPer Main Memory Database System. In *Studierendenprogramm der GIFAchtung Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW 2013)*. pp. 217–226.
- Stern, J.M., Stewart, D.B. and Donald Chew, Jr. (1995) ‘The EVA financial management system’, *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol. 8, No. 2, pp.32–46.
- Sund, A. B., T. Foss, and O. Bakas. (2011). “Intelligent Goods in the Intermodal Freight System.” *European Transport Conference 2011*, Glasgow, Scotland.
- Supply Chain Council (2010), Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model, Overview-Version 10.0.
- Swain A.K. And Cao R.Q. (2019). Using sentiment analysis to improve supply chain intelligence, *Information Systems Frontiers*, Springer, vol. 21(2), pp. 469-484
- Swain, A.K., & Cao, R.Q. (2014). Impact of online firm generated content (FGC) on supply chain performance: An empirical analysis, in *2014 47th Hawaii International conference on system sciences* (pp. 561-573).
- Tangen, T., (2004). Performance measurement: from philosophy to practice. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 53, No. 8, pp. 726-737.
- Tangen, T., (2005). Insights from research: Improving the performance of a performance measure. *Measuring Business Excellence*, Vol. 9, No. 2, pp. 4-11.
- Tank, D. (2015). Enable Better and Timelier Decision-Making Using Real-Time Business Intelligence System. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, 7(1), 43–48.
- Tao, F., Z. Ying, L. D. Xu, and L. Zhang. (2014). “IoT-Based Intelligent Perception and Access of Manufacturing Resource toward Cloud Manufacturing.” *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10 (2): 1547–1557.
- Terrada L., Alloubane A., Bakkoury J. and Khaili M.E. (2018), "IoT contribution in Supply Chain Management for Enhancing Performance Indicators," *2018 International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS)*, Kenitra, pp. 1-5.
- Thakkar, J., Kanda, A. and Deshmukh, S.G. (2009) ‘Supply chain performance measurement framework for small and medium scale enterprises’, *Benchmarking: An international Journal*, Vol. 16, No. 5, pp.702–723.
- Thürer, M., Y. H. Pan, T. Qu, H. Luo, C. D. Li, and G. Q. Huang. 2016. “Internet of Things (IoT) Driven Kanban System for Reverse Logistics: Solid Waste Collection.” *Journal of Intelligent Manufacturing* 1–10.
- Tsai, C.-Y. and Huang, S.-H. (2015), “A data mining approach to optimise shelf space allocation in consideration of customer purchase and moving behaviours”, *International Journal of Production Research*, Vol. 53 No. 3, pp. 850–866.
- Tsoufias G.P., Pappis C.P. (2008). A model for supply chains environmental performance analysis and decision making. *Journal of Cleaner Production*. 16. 1647-1657.
- Vallurupalli V., Bose I. (2018), Business intelligence for performance measurement: A case based analysis, *Decision Support Systems*, Vol. 111, pp. 72-85
- Van Heck G., van den Berg J., Davarynejad M., van Duin R., Roskott B. (2010). Improving Inventory Management Performance Using a Process-Oriented Measurement Framework. 109. 279-288.
- Van Roekel, H., Linders, J., Raja, K., Reboullet, T., Ommerborn, G. (2009). *The BI Framework: How to turn Information into a Competitive Asset*, Published by Logica.

- Varsei, M., Soosay, C., Fahimnia, B. and Sarkis, J. (2014), Framing sustainability performance of supply chains with multidimensional indicators, *Supply Chain Management*, Vol. 19 No. 3, pp. 242-257.
- Ventana Research. (2015). *Ventana Research Benchmark Research: Next-Generation Predictive Analytics*.
- Vesset D., McDonough B. (2009), *Improving Organizational Performance Management through pervasive Business Intelligence*, IDC White Paper.
- Veza, I., M. Mladineo, and N. Gjeldum. (2015). "Managing Innovative Production Network of Smart Factories." *IFAC-PapersOnLine* 48 (3): 555–560.
- Waller, M. A. and Fawcett, S. E. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management, *Journal of Business Logistics* 34(2), pp. 77-84.
- Wang G., Gunasekaran A., Ngai, E.W.T. and Thanos P. (2016), Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 176. pp. 98-110.
- Wang, C. H., Cheng, H. Y., & Deng, Y. T. (2018). Using Bayesian belief network and timeseries model to conduct prescriptive and predictive analytics for computer industries. *Computers & Industrial Engineering*, 115, 486–494.
- Wang, T., Y. F. Zhang, and D. X. Zang. (2016). "Real-Time Visibility and Traceability Framework for Discrete Manufacturing Shopfloor." In *Proceedings of the 22nd International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2015*, Singapore, 763–772.
- Wankhade, N. and Kundu, G.K. (2018) 'Supply chain performance management: a structured literature review', *Int. J. Value Chain Management*, Vol. 9, No. 3, pp.209–240.
- Williams S., Williams N., (2007), *Business intelligence readiness: Prerequisites for leveraging business intelligence to improve profits*, *The Profit Impact of Business Intelligence*, pp 44-64.
- Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.J. (2017), Big Data in Smart Farming – A review, *Agricultural Systems*, Vol. 153, pp. 69-80.
- Xu, L.D., W. He, and S. Li. (2014). "Internet of Things in Industries: A Survey." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10 (4): 2233–2243.
- Yu, J., N. Subramanian, K. Ning, and D. Edwards. (2015). "Product Delivery Service Provider Selection and Customer Satisfaction in the Era of Internet of Things: A Chinese E-Retailers' Perspective." *International Journal of Production Economics* 159: 104–116.
- Yuvaraj, S. and M. Sangeetha. (2016). "Smart Supply Chain Management Using Internet of Things (IoT) and Low Power Wireless Communication Systems." *2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*, Chennai, India.
- Zelbst, P. J., K. W. Green, V. E. Sower, and P. M. Reyes. (2012). "Impact of RFID on Manufacturing Effectiveness and Efficiency." *International Journal of Operations & Production Management* 32 (3): 329–350.
- Zhang, Y., W. Wang, N. Wu, and C. Qian. (2016). "IoT-Enabled Real-Time Production Performance Analysis and Exception Diagnosis Model." *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 13 (3): 1318–1332.
- Zhong, R. Y., S. T. Newman, G. Q. Huang, and S. Lan. (2016). "Big Data for Supply Chain Management in the Service and Manufacturing Sectors: Challenges, Opportunities, and Future Perspectives." *Computers & Industrial Engineering* 101: 572–591.

Sitografia

- https://it.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence
- <https://it.talend.com/resources/what-is-data-mart/>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/OLAP>
- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/business-intelligence-software-market>
- <https://bi-survey.com/benefits-business-intelligence>
- <https://bi-survey.com/integrated-bi-performance-management>
- <https://www.lis-solutions.es/blog/business-intelligence-vs-big-data/>
- <https://www.educba.com/business-intelligence-vs-big-data/>
- <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain#>
- <https://smartym.pro/blog/internet-of-things-in-business-connecting-iot-and-business-intelligence/>
- <https://risnews.com/social-media-and-influencers-impact-fashion-and-apparel-supply-chain>
- <https://www.ibm.com/it-it/supply-chain/supply-chain-analytics>
- <https://www.camcode.com/asset-tags/top-supply-chain-analytics/>
- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/the-global-supply-chain-analytics-market>
- <https://www.solvoyo.com/demand-planning-software/>
- <https://www.selecthub.com/business-intelligence/business-intelligence-vs-business-analytics/>
- <https://www.betterbuys.com/bi/>