

Applicazioni delle tecnologie immersive nell'industria e Realtà Aumentata come innovazione di processo nella Logistica: stato dell'arte ed implicazioni manageriali

Marco Remondino*

Sommario: 1. Introduzione - 2. Ambiti aziendali di utilizzo - 3. RA in ambito logistico - 3.1 Addestramento - 3.2 Razionalizzazione delle operazioni di stoccaggio e gestione magazzino - 3.3 Ottimizzazione del trasporto e delle operazioni connesse - 3.4 Altri utilizzi in ambito logistico - 4. Implicazioni manageriali, creazione di valore e KPI - 5. Caso di studio - 6. Discussione e conclusioni - Bibliografia.

Abstract

The so-called "immersive technologies", with particular reference to Virtual Reality (VR) and augmented reality (AR), can potentially play an interesting role in the field of managerial applications and production. Many successful cases exist, and these technologies can be applied to several activities of the supply chain. Nevertheless, a noticeable literature gap exists in management researches, whereas there are many studies in the technological and IT fields. Hence, the present work aims to bridge the gap in the managerial context, by considering AR as a process innovation, rather than a product or a platform. After a first part, outlining the technologies under analysis and their current uses in the industrial, managerial and productive context, the work takes into analysis three directives in the logistics field, on which AR has possibilities of application: training, rationalization of operations in warehouse management, optimization of transports. Subsequently, it proposes a set of heuristics, partly addressed to management, partly to the usability and efficiency of processes, to assess the strategic aspects of RA in logistics. A qualitative case study is discussed, along with the proposed set. The study is carried out through an analysis of the literature, transversal to the technological, managerial and IT fields.

* Marco Remondino, ricercatore universitario di Economia e Gestione delle Imprese, Dipartimento di Economia, Università degli Studi di Genova, e-mail: marco.remondino@economia.unige.it

Arrivato il 29 agosto 2018; approvato il 2 dicembre 2018

DOI: 10.15167/1824-3576/IPEJM2018.3.1134

Key words: immersive technologies; augmented reality; logistics; managerial applications; industrial application

1. Introduzione

Il concetto di “tecnologia immersiva” si riferisce all’obiettivo di rendere meno netto il confine tra il mondo fisico (reale) ed il mondo simulato e generato da un computer (virtuale), creando una sensazione di immersione e commistione tra elementi provenienti da contesti potenzialmente diversi ed eterogenei. Ci si riferisce dunque ad un’esperienza digitale coinvolgente e potenzialmente multisensoriale, che può essere fornita utilizzando diverse tecnologie, tra cui: realtà virtuale (RV), realtà aumentata (RA), video a 360°, realtà miste e combinazioni tra queste. Le due principali tecnologie che fanno capo a tale contesto, almeno in questa fase storica, sono RV e RA.

Questi due metodi condividono principi base di funzionamento e di sviluppo, tuttavia presentano significative differenze.

Il principio costitutivo della RV consiste nel considerare le caratteristiche principali di elementi del mondo reale e, attraverso un computer, trasportarle (virtualizzarle) in ambienti a bassa interazione (Weyrich e Drews, 1999). Gli elementi virtuali sostituiscono la realtà fisica (Vora et al., 2002) e gli ambienti sono predefiniti; i principali meccanismi di valutazione di tali applicazioni si concentrano sul grado di verosimiglianza, la coerenza dell’ambiente simulato con l’ambiente fisico (leggi e comportamenti) ed il livello di interazione con l’utente (Akçayır et al., 2016).

A differenza della RV, la RA non ha come obiettivo quello di sostituirsi all’ambiente reale, bensì di trarre vantaggio da esso e, per raggiungere tale scopo, genera nuovi spunti di interazione tra l’ambiente e l’utente (Chang et al., 2016), arricchendo o, appunto, “aumentando” la connessione tra i sensi ed il fenomeno reale osservato, con particolare interesse per la percezione del luogo, del movimento e delle informazioni.

Rispetto alla RV, il grado di attaccamento della persona alla realtà è maggiore e la sua percezione è superiore (Velosa et al., 2018). Le principali caratteristiche su cui sono valutate queste tecnologie sono: affidabilità, sensibilità ed agilità (Elia et al., 2016).

Esistono anche spunti di commistione tra queste due principali tecnologie; essi prendono il nome di “realtà mista” (RM). Applicazioni tipiche di RM consistono nel sovrapporre oggetti simulati e generati interamente da un computer a quello che è l’ambiente reale, così da rendere ancora più sottile la distinzione di questi due contesti (Ohta, 2014).

Dal punto di vista concettuale e prototipale, tali tecnologie esistono da oltre cinquant’anni. È sufficiente ricordare un esperimento quale il Sensorama (un dispositivo del 1957, creato da Morton Heiling, in grado di mostrare all’utente immagini 3D stereoscopiche cinematografiche, unendole ad una serie di effetti

realistici e feedback immersivi quali vibrazioni, vento, sensazioni tattili di movimento, audio stereofonico). Tuttavia, il primo vero dispositivo considerabile come antesignano della RV, per come è stata poc'anzi definita, è quello noto come "The Sword of Damocles" e risale al 1968, ideato da Ivan Sutherland. Esso consisteva in un visore in grado di mostrare semplici immagini virtuali, con grafica "wireframe" (tracciata con semplici linee), generate da un programma e pertanto da un computer ad esso connesso. La prospettiva veniva modificata sulla base dell'orientamento della testa dell'utente, attraverso un braccio meccanico collegato al soffitto. L'aspetto del dispositivo ed il suo peso furono fonte di ispirazione per il nome del progetto, che per anni rimase solamente una interessante curiosità tecnologica, priva di utilizzi pratici a causa della mancanza della necessaria tecnologia e della potenza di elaborazione richiesta.

In tempi molto più recenti si osservano applicazioni, ancora più che altro a livello sperimentale, soprattutto nel campo dell'intrattenimento, con particolare interesse al settore videoludico. È possibile citare modelli di dispositivi per la RV creati da Sega (1993) e da Nintendo (1995), ma anch'essi, ancorché potenzialmente commerciali, non ebbero uno sviluppo significativo.

Solamente in anni recenti, complice il continuo sviluppo delle capacità hardware (display portatili e leggeri ad alta definizione, sensori ad altissima precisione e sensibilità, microprocessori dotati di elevata capacità computazionale, schede grafiche in grado di rendere immagini virtuali con estremo realismo) si assiste ad una vera rinascita del concetto delle tecnologie immersive, all'interesse da parte di multinazionali del calibro di Google, Intel, Facebook, Samsung, HTC, nVidia, AMD ed al loro impiego nei più svariati ambiti e settori.

Secondo una recente stima di Goldman Sachs (GIR, 2016), RA e RV potrebbero crescere fino a raggiungere un mercato di 95 miliardi di dollari entro il 2025. La domanda più forte per queste tecnologie, attualmente, proviene dalle imprese operanti nell'economia creativa - in particolare, video-gaming, eventi dal vivo, intrattenimento e vendita al dettaglio - ma con il tempo si svilupperanno vieppiù applicazioni in settori diversi, quali la sanità, l'istruzione, il settore militare, immobiliare e produttivo in generale.

Per quanto riguarda gli utilizzi delle tecnologie immersive in ambito enterprise, negli anni più recenti si sono sviluppate interessanti applicazioni in diversi settori. Il potenziale aziendale della RA e della RV continua a crescere man mano che le imprese esplorano i casi d'uso e vanno oltre le applicazioni pilota. Questi sforzi si intersecano sempre più con le opportunità offerte dai sensori tecnologici e dai dispositivi connessi (Internet of Things, IoT), che contribuiscono a costruire un panorama digitale e fisico più integrato ed esteso. I modelli di progettazione si stanno evolvendo radicalmente, con schermi 2D che cedono il passo a strumenti che utilizzano sensori, gesti, voce, contesto e contenuti digitali per aiutare gli esseri umani a interagire in modo più naturale con il mondo che ci circonda.

Non è dunque sorprendente notare come sempre più aree funzionali delle imprese siano interessate dall'uso di alcune di queste tecnologie, o combinazioni tra esse.

La letteratura corrente presenta un evidente gap a livello della descrizione strategico-manageriale di tali tecnologie, con particolare riferimento alla RA. Esistono moltissimi lavori che trattano delle tecnologie immersive in quanto piattaforma, cioè da un punto di vista ingegneristico, implementativo e concettuale. I lavori con ottica manageriale sono spesso molto specifici, volti all'analisi della RA come prodotto/servizio o dei possibili miglioramenti dell'esperienza degli utenti/clienti finali, o ancora in generale come business model (Van Kleef et al., 2010) anziché valutare come tale tecnologia possa essere strategicamente inserita nel contesto dei processi aziendali, in quanto innovazione di processo, al fine di renderli più efficienti o maggiormente sostenibili dal punto di vista economico. La letteratura esistente, inoltre, è prevalentemente rivolta all'ambito del turismo (Cheong, 1995; Hobson e Williams, 1995; Sussmann e Vanhegan, 2000; UNWTO, 2007; Wan et al., 2007; Gutiérrez, 2008; Guttentag, 2010; Argyropoulou et al., 2011; Neuhofer et al., 2014; Huang et al., 2016; Cranmer e Jung, 2014, Cranmer e Jung, 2017) e, soprattutto recentemente, al contesto dell'e-commerce (Yim et al., 2017, Bonetti et al., 2018).

Il presente lavoro si propone un'analisi dello stato dell'arte dell'utilizzo di tali tecnologie, con particolare attenzione alla RA, in quanto innovazione di processo in ambito industriale e manageriale, con particolare attenzione all'aspetto strategico relativo alla possibile ottimizzazione di processi esistenti o alla creazione di nuove possibilità. Dopo una panoramica rivolta alle principali applicazioni in essere, contestualizzata a diversi ambiti aziendali (addestramento e training, operations e produzione, comunicazione e collaborazione, marketing e servizio clienti), il focus del lavoro si sposta sui potenziali e virtuosi impieghi di una specifica tra queste tecnologie, la RA, nell'ambito della logistica, area la cui importanza strategica e fondamentale apporto per la creazione di valore in contesto di approccio sistemico-vitale (Golinelli, 2000 e 2010) è sottolineata da diversi autori, tra cui Massaroni (2002 e 2007), Pastore et al. (2001), Quattrococchi (2001).

Inoltre il lavoro propone un insieme di euristiche, di cui alcune prettamente manageriali, altre relative all'usabilità della RA in quanto interfaccia tra il lavoratore e l'ambiente reale, per descrivere strategicamente l'utilizzo della RA nell'ambito della logistica e, potenzialmente, anche in altri settori.

2. Ambiti aziendali di utilizzo

La prima analisi posta in essere dal presente lavoro mira ad identificare alcune aree tipicamente strategiche per le imprese, nel cui contesto possano trovare applicazioni le tecnologie immersive. Verrà volutamente tralasciato il discorso riservato alla logistica ed ai trasporti, che sarà trattato a parte e successivamente.

Da un punto di vista concettuale, è possibile ricondurre le tecnologie immersive al più ampio insieme della cosiddetta "Industria 4.0" (Rüßmann et al., 2015). Si tratta, sinteticamente, di un insieme molto ampio di tecnologie, atte a rendere maggiormente integrate le parti dell'impresa e, più estesamente, a connettere in modo efficiente l'impresa con l'esterno. Alcuni effetti attesi dall'applicazione delle

nuove tecnologie in ambito aziendale sono: aumento della produttività, aumento dell'occupazione, ottimizzazione dei processi aziendali, aumento della flessibilità, maggior efficacia nei confronti dei consumatori.

La RA è definita come l'espansione della realtà fisica mediante l'aggiunta di informazioni generate dal computer. Le informazioni, in questo contesto, potrebbero essere qualsiasi tipo di contenuto virtuale, inclusi testo, grafica, video, suono, feedback aptico (percezione fisica), dati GPS ed altro. La RA è più di una semplice tecnologia di visualizzazione, in quanto potenzialmente rappresenta un nuovo tipo di interfaccia utente, naturale e generata in tempo reale, per l'interazione umana con oggetti e dispositivi presenti nel mondo reale.

La RA viene realizzata, in pratica, attraverso quattro passaggi fondamentali:

1) Digitalizzazione di una data scena reale: in primo luogo, la realtà che dovrebbe essere aumentata viene digitalizzata utilizzando, per esempio, una videocamera, eventualmente integrata in un visore per la RA.

2) La scena digitalizzata dev'essere scansionata per definirne il contenuto, allo scopo di identificare l'oggetto (o gli oggetti) a cui possono essere aggiunte le informazioni virtuali. Questo è probabilmente il passaggio più complesso dal punto di vista computazionale, soprattutto se immaginato in contesti generici e non predisposti appositamente per la RA.

3) Ricerca delle informazioni virtuali appropriate: una volta identificato il contenuto reale da "aumentare", è necessario selezionare le informazioni idonee (dato l'oggetto, il contesto, la situazione, ecc.) da inserire sulla scena, in tempo reale. Risulta chiaro l'utilizzo potenziale di qualche database o dell'internet.

4) Resa finale della scena aumentata: il sistema di RA produce un'immagine mista, che comprende il mondo reale ed il contenuto virtuale, ad esso sovrapposto

Nel contesto della **formazione aziendale**, utilizzando una piattaforma di RA, l'addetto può dunque percorrere un processo simile a quello del training-by-doing tenendo, però, sempre sotto controllo delicati aspetti quali il rischio di infortuni e la sicurezza sul luogo di lavoro. Inoltre, grazie ad una comunicazione maggiormente visiva e diretta, la risorsa avrà potenzialmente più facilità a ricordare, per un periodo più lungo, i vari passaggi procedurali. Infatti l'utente può interagire con gli applicativi in diversi modi: può selezionare la procedura più veloce o quella più facile, può ripetere le procedure per un migliore apprendimento, può essere supportato con istruzioni multimediali, può controllare gli applicativi tramite gesti o controlli vocali.

Diversi sono i benefici che possono essere immaginati nell'area della formazione aziendale, utilizzando queste tecnologie, sia per le imprese (riduzione dello spazio necessario per la formazione e l'attrezzatura fisica, integrazione dell'information technology (IT) nella formazione, controllo costante degli obiettivi e degli standard di apprendimento) sia per gli impiegati (aumento della fiducia in se stessi nell'apprendimento di un nuovo lavoro, divertimento e motivazione all'apprendimento grazie all'approccio della "gamification", apprendimento intuitivo, grazie alle istruzioni audio e ad un feedback istantaneo, oltre ad un supporto in caso di errore).

Per quanto concerne le **operations**, la RA aiuta a migliorare l'efficienza sul campo, per esempio in fabbrica, sulle linee di assemblaggio e produzione, aggiungendo informazioni utili a ciò che si osserva nel mondo reale.

Fornendo assistenza sul campo ed applicazioni di IoT ai tecnici, agli addetti al prelievo di magazzino, ai lavoratori delle catene di montaggio e ad altri soggetti nonché mettendo a loro disposizione contenuti digitali "su misura" per i loro compiti specifici, le imprese possono essere in grado di aumentare la produttività dei dipendenti e snellire i processi di lavoro. A livello di produzione, ad esempio, gli ausili al lavoro possono guidare i lavoratori che eseguono operazioni specifiche su catena di montaggio. Sul campo, gli ingegneri possono accedere, in tempo reale e senza accedere a dispositivi accessori se non al proprio visore, alla cronologia dell'assistenza di apparecchiature specifiche, alla guida sulle fasi di triage e riparazione ed a qualsiasi altra informazione che i dispositivi intelligenti possono generare o recuperare. Essi riesamineranno queste informazioni in modo che non vi siano interferenze, mantenendo la loro autonomia e sostenendo la sicurezza dei lavoratori.

Il potenziale aumento dell'efficienza nelle imprese attraverso questa tecnologia, pertanto, vale non solo per il prodotto fisico, ma anche e soprattutto per i processi di produzione associati.

La RA può supportare un tipo di interazione di nuova generazione nel contesto della **collaborazione** in contesti di impresa (Nilsson, 2009), sostituendo gli strumenti di produttività condivisa e le videoconferenze con l'immersione ed il senso di presenza (Qiu, 2009). I lavoratori in luoghi diversi potranno interagire con gli stessi artefatti digitali, proprio come se fossero in una sala conferenze a manipolare gli stessi oggetti fisici. In tale ambito, alcuni produttori stanno applicando questi metodi per visualizzare i miglioramenti progettuali dei componenti esistenti, accelerando drasticamente il processo di concettualizzazione tra team distribuiti a livello globale (www.forbes.com). Un aspetto importante dell'utilizzo della realtà virtuale per il team building è che si arriva a decidere esattamente come i partecipanti interagiscono con l'esperienza e con gli altri. Un altro fondamentale punto a favore di queste tecnologie è il concetto di "you see what I see", cioè la possibilità di mostrare, ad un collaboratore in remoto, la situazione che si prospetta agli occhi della persona in presenza (questo si applica sia ad una eventuale riunione, sia a qualsivoglia tipo di lavoro, senza dover lasciare la propria postazione lavorativa o addirittura la propria abitazione).

Le riunioni di lavoro sono spesso organizzate come sessioni di brainstorming e sono molto interattive. Come applicazioni collaborative virtuali, esistono le cosiddette "piattaforme white board" online, ma spesso si fermano alla condivisione di uno spazio visivo piatto (un foglio di carta comune), che non permette di percepire il senso di presenza. La creatività è spesso stimolata dall'azione fisica (Qiu, 2009), come poter manipolare un oggetto su cui si sta lavorando o altro.

Dal punto di vista economico, vi è un'opportunità notevole, dato che le imprese non dovranno sostenere le spese generali per degli uffici fisici o aree di riunione di ampia metratura. Lo stesso vale per i lavoratori, che avranno la possibilità di risparmiare denaro (necessario per i movimenti fisici) e soprattutto potranno

utilizzare il tempo normalmente usato per gli spostamenti per dedicarsi all'attività lavorativa.

È possibile immaginare contributi delle tecnologie immersive sia al **marketing** che alla **comunicazione**, contesti solitamente ampiamente interessati dall'utilizzo delle nuove tecnologie in generale; si legge infatti (Pastore e Vernuccio, 2008) che *"...i continui cambiamenti dello scenario economico, competitivo, tecnologico, sociale hanno indotto una conseguente progressiva e costante evoluzione delle modalità attraverso le quali le imprese realizzano i processi comunicazionali verso i loro pubblici di riferimento"*. Pertanto queste tecnologie, come già l'internet ed altri media o strumenti di comunicazione prima di esse, hanno la potenzialità di introdurre novità notevoli dal punto di vista delle strategie delle imprese.

3. RA in ambito logistico

Secondo la teoria sistemico-vitale (Golinelli, 2000 e 2010), la logistica costituisce uno dei sub-sistemi del sistema impresa, centrale per il perseguimento degli obiettivi generali. L'adozione di tale approccio consente di osservare come la presenza di consonanza (compatibilità) tra le componenti delle strutturali dell'impresa va ricercata anche nell'ambito della catena di fornitura e delle attività più specifiche della logistica (Massaroni, 2002 e 2007).

Come sottolineato in Penco (2016), la logistica è strettamente interconnessa con diverse altre attività della catena del valore dell'impresa ed una buona ed efficiente progettazione del sistema logistico consente di garantire livelli di eccellenza nel processo di erogazione del servizio al cliente finale. Inoltre la logistica condiziona le leve di retailing mix a disposizione del distributore, quali pricing (tramite il contenimento dei costi), merchandising (ottimizzazione capacità di distribuzione e, di conseguenza, di vendita dell'impresa), nonché diverse attività di supporto della catena del valore aziendale.

In accordo poi a quanto evidenziato in Gundlach et al. (2006) ed in Fernie e Sparks (2014), la logistica e la supply chain in generale sono denotate da natura mutevole e strettamente legata allo sviluppo ed all'evoluzione delle tecnologie. Per questo motivo la strategia d'impresa in tali ambiti ha costantemente la necessità di tenere conto di questioni chiave e talora urgenti. Nell'attuale scenario mondiale, queste includono, tra le molte: la continua domanda di trasporti più rapidi, economici e rispettosi dell'ambiente (sostenibilità, green economy); requisiti più rigorosi in materia di trasparenza e responsabilità nell'approvvigionamento e nella consegna delle merci; la necessità di un immagazzinamento più efficiente per tenere il passo con il ritmo della produzione e della distribuzione delle merci; le sempre più abituali transazioni di commercio elettronico che richiedono la consegna delle merci direttamente a casa dei consumatori.

In questo contesto e con queste finalità, la RA presenta interessanti spunti di applicazione, come innovazione di processo (Davenport, 1993; Germain, 1996), secondo tre direttive principali: addestramento, razionalizzazione delle operazioni, ottimizzazione del trasporto.

Le operazioni “core” (Bozarth, & Handfield, 2008) e la fase trasporti (Speranza, 2018) sono infatti considerate tra le attività che maggiormente contribuiscono alla creazione di valore nella logistica, oltre che tra quelle maggiormente interessate dall'utilizzo delle nuove tecnologie (Goldsby, 2016). La formazione in generale è, come già sottolineato nella parte precedente, una delle attività più importanti che potrebbero trarre vantaggio dalla RA e, allo stesso tempo, contribuisce alla creazione di valore nella logistica (Agus & Ismail, 2016).

3.1 Addestramento

Una quota significativa dei costi nell'ambito logistico sono determinati da un coefficiente relativo all'errore umano. I processi di creazione di valore in ambito logistico sono spesso affidati a lavoratori con poca esperienza (Mueck et al, 2005), talora assunti per mezzo di un'impresa di lavoro interinale e temporaneo. Questo avviene in quanto, spesso, la necessità di lavoro varia sulla base della situazione dell'impresa (per esempio gli ordini) pertanto utilizzare lavoratori temporanei è spesso vantaggioso. Tuttavia ciò può indubbiamente creare problematiche; per esempio in Hompel et al. (2003) si rileva come il tasso di picking, cioè la prestazione relativa al numero di oggetti raccolti nell'unità di tempo, sia inferiore per questo tipo di lavoratori, se confrontati con quelli specializzati ed esperti. Ancora più significativo risulta, dalla stessa ricerca, il numero di raccolte errate, che genera costi inattesi e potenzialmente evitabili con un migliore addestramento.

Tuttavia, proprio in virtù della temporaneità di questa forza lavoro, spesso non viene considerato conveniente provvedere ad un training specifico delle risorse, che allungerebbe i tempi e soprattutto aumenterebbe i costi.

Per questo motivo, come già avviene in altri ambiti esaminati, la logistica può sicuramente trarre significativi benefici dall'uso di una tecnologia immersiva come la RA, in grado di assicurare un addestramento sul campo (Bower et al. 2014), del tutto contemporaneo all'attività lavorativa vera e propria. Le soluzioni di RA che possono fornire ai nuovi lavoratori una guida passo-passo, proiettare brevi video dimostrativi, o metterli in contatto con un supervisore per l'aiuto, se nonostante gli altri strumenti di addestramento dovessero rimanere bloccati. Se adeguatamente predisposto, infatti, il sistema è in grado di sovrapporre informazioni utili agli oggetti con cui i lavoratori devono interagire, mostrando una serie di dati quali la significatività, la locazione, la priorità, ma anche fornendo indicazioni specifiche su come portare avanti un certo compito nel contesto di una mansione complessa. Le indicazioni possono essere fornite nella lingua madre del lavoratore, il che permetterebbe anche di superare barriere linguistiche e di comprensione semantica dei concetti.

L'impresa Atheer, produttrice di applicazioni informatiche industriali, ha ad esempio creato un'applicazione di RA che consente la chiamata remota di soggetti, l'accesso a documentazione e risorse contestuali, la guida passo-passo alle attività e la scansione di codici a barre, tutti elementi che possono essere trasmessi direttamente agli occhiali intelligenti dei dipendenti, in loco.

In una recente intervista rivolta a Vinay Narayam, di HTC (Anzar, 2017), viene dichiarato: "le tecnologie immersive, come RV e soprattutto RA, aiutano a ridurre il carico cognitivo, dando vita a team più mirati ed addestrati. La tecnologia immersiva è molto più dell'hardware: è una piattaforma che permette una convergenza di strumenti e tecnologie esistenti. La natura intuitiva di un buon sistema di RA consente un'integrazione semplice nei flussi di lavoro esistenti con un minor tempo di inattività durante l'addestramento. Fornendo istruzioni in tempo reale, raccogliendo feedback, combinati eventualmente con le integrazioni prodotte automaticamente da un sistema esperto, per modificare il flusso di lavoro in tempo reale, le imprese possono ridurre i tempi di inattività nella formazione, gli errori e la dipendenza da competenze specializzate".

3.2 Razionalizzazione delle operazioni di stoccaggio e gestione magazzino

In modo simile a quanto visto nel paragrafo precedente, la RA può costituire un contributo strategico anche per le operazioni logistiche vere e proprie, ambito peraltro dove già trova utilizzo presso grandi imprese, quale per esempio DHL (Glockner et al., 2014). Le operazioni logistiche di stoccaggio rivestono una grande importanza per quanto concerne i costi, impattando per circa 20% in media sui costi complessivi della logistica (De Koster et al., 2006), laddove altre attività sono principalmente i servizi a valore aggiunto, l'amministrazione, i costi di inventario, trasporto ed imballaggio (ELA - Kearney, 2004). I magazzini rivestono pertanto un'importanza notevole all'interno del sistema impresa; solitamente l'utilizzo del magazzino è quello di stoccaggio, eventualmente temporaneo (buffering) per materie prime, semilavorati o prodotti finiti presso il punto di origine oppure tra punto di origine e punto di consegna.

I dipendenti del magazzino, generalmente, sono chiamati ad eseguire più azioni quando gestiscono un ordine: devono individuare il prodotto corretto, scansionarlo e consegnarlo al bacino di carico. Tuttavia, le soluzioni emergenti di RA ed apprendimento automatico sono in grado di identificare dove si trovi un prodotto e se sia il prodotto corretto, ad un ritmo tendenzialmente più rapido rispetto a quello che potrebbe essere raggiunto da un essere umano senza supporti esterni.

Presso un magazzino di Florence, Sud Carolina, i lavoratori di "GE Healthcare" indossano occhiali intelligenti ed utilizzano un software per il prelievo ed il confezionamento di parti per macchine per risonanza magnetica ed altre importanti attrezzature sanitarie. I dipendenti di GE ricevono nuovi ordinativi da portare avanti, attraverso lo schermo dei loro occhiali intelligenti. Il software provvede a guidarli nella giusta direzione, identificando corsia e scaffale per ciascun elemento dell'ordine. L'operatore può eseguire la scansione dei codici a barre con l'opzione integrata, tramite telecamera, se necessario può prendere appunti vocali e quando pronto può passare all'operazione successiva. Brian Ballard, CEO e fondatore di Upskill, impresa produttrice del software utilizzato in GE, suggerisce che molta produttività si perda di solito già solo cercando di capire dove si trovino i prodotti, mentre la digitalizzazione e messa a disposizione di tali informazioni, in tempo reale,

venga a costituire un innegabile ed immediato aumento di efficienza ed efficacia (Upskill white paper, 2017). Infatti, GE Healthcare ha registrato il 46% di miglioramento in fatto della rapidità di completamento, già fin dai primi giorni di utilizzo di tale sistema di RA.

Questo indica che RA ha la possibilità di ridurre in modo significativo i costi migliorando il processo di picking, come già indicato nel precedente paragrafo. La stragrande maggioranza di magazzini nel mondo sviluppato ancora utilizzare l'approccio noto come "pick-by-paper" (Baechler et al., 2016). Con questo metodo viene utilizzata una lista, contenente l'elenco ordinato delle parti specifiche che devono essere raccolte (utilizzando il loro codice, la locazione da cui prelevarle e la locazione ove depositarle). Essendo un approccio basato sul cartaceo, esso è lento e soggetto ad errori. Inoltre, come già indicato, il lavoro di raccolta è spesso assunto da lavoratori temporanei che necessitano abitualmente di corsi di formazione costosi per garantire che il processo di selezione sia efficiente e senza commettere errori. Knapp, SAP e Ubimax stanno attualmente in fase avanzata di testing sul campo e consistono in un dispositivo mobile di RA dotato di un display indossabile, telecamere, un mini computer e pacchi batterie che forniscono energia sufficiente per almeno un turno di lavoro. Il software di picking offre il riconoscimento degli oggetti in tempo reale, lettura di codici a barre, navigazione interna ed integrazione delle informazioni con il Sistema di gestione del magazzino. Tale sistema è definito "pick-by-vision" (Schwerdtfeger, 2009 e Reif e Günthner, 2009) e mostra come vantaggio chiave proprio il supporto diretto ai lavoratori durante le operazioni di raccolta manuale. Usando un sistema come questo, ogni lavoratore può vedere il file digitale, relativo all'elenco di prelievo, direttamente nel visore e - grazie alla funzione di navigazione - vedere il percorso migliore, riducendo i tempi di percorrenza grazie a un'efficiente pianificazione della navigazione. L'utilizzo di automatismi, unito alla capacità di scansione dei codici a barre, riconoscimento delle immagini può verificare se il lavoratore sia arrivato nel posto giusto, e guidare il lavoratore nella rapida individuazione dell'elemento giusto sullo scaffale (Knapp AG, 2011).

Prove sul campo di questi sistemi di RA basati sul pick-by-vision hanno mostrato di fornire incrementi di produttività significativi nelle operazioni di stoccaggio. Uno studio pilota condotto su DHL (Glockner et al., 2014) riporta un abbattimento degli errori di circa 40% a livello di picking, con conseguente riduzione dei costi.

Con ogni probabilità la RA avrà possibilità di influenzare anche la gestione strategica e la progettazione dei magazzini, che oggi non sono utilizzati solamente per lo stoccaggio e distribuzione, ma, sempre più frequentemente ospitano anche un numero crescente di servizi a valore aggiunto, come ad esempio l'assemblaggio e l'etichettatura dei prodotti, il ri-confezionamento e la manutenzione pre-distribuzione. La RA permette di visualizzare i riallestimenti previsti, in scala 1:1 rispetto all'ambiente reale, rendendo possibile la sovrapposizione delle future modificazioni proposte al magazzino esistente. I progettisti possono pertanto testare se tali modifiche possano effettivamente trovare spazio nel magazzino e soprattutto possono modellare i nuovi flussi di lavoro come se tali nuove parti fossero già presenti. A tendere, questo consentirà di utilizzare un magazzino "vuoto"

come base per il testing della pianificazione delle operazioni per un magazzino allestito, consentendo di provare molte configurazioni, fino a reperire quella ottimale e maggiormente strategica per l'impresa.

3.3 Ottimizzazione del trasporto e delle operazioni connesse

Il trasporto (e le operazioni ad esso connesse) ha un'importanza notevole nella determinazione dei costi logistici (D'Aleo e Sergi, 2017) ed influenza anche la sostenibilità del business (Cozzolino et al., 2015). Per questi motivi, è sicuramente un ambito sulla cui ottimizzazione ed efficienza si concentrano notevoli sforzi strategici e tecnologici e nell'ultimo decennio, l'uso di tecnologie dell'informazione avanzate ha migliorato notevolmente l'efficienza, l'affidabilità e la sicurezza del trasporto merci (Guasco, 2017). La RA ha il potenziale per ottimizzare ulteriormente il trasporto merci in diverse aree, quali i controlli di completezza, il commercio internazionale, la navigazione dei conducenti e il carico merci.

Le applicazioni di RA hanno la potenzialità di semplificare il tempo necessario per identificare i pacchetti e determinare il loro percorso e la loro destinazione. Ad esempio, un'applicazione mobile o un dispositivo indossabile di RA può proiettare informazioni sul tipo di merce trasportata, sul peso di ogni confezione e sulla sua fragilità.

Se un sistema del genere fosse implementato correttamente, il dispositivo potrebbe calcolare lo spazio necessario per il pacchetto e cercare un punto adatto nel veicolo del conducente, tenendo conto del percorso pianificato e della priorità di consegna. Inoltre, una volta che l'autista è in viaggio, le applicazioni di RA possono visualizzare le direzioni digitali nell'ambiente, sia come un qualsiasi GPS, sia anche all'interno di contesti industriali (es. piazzali) dove le indicazioni dei servizi pubblici (es. Google Maps) non esistono. Se le indicazioni non sono disponibili, l'autista potrebbe poi aggiungere specifici marcatori ad un database aperto, creando così una sorta di guida crowd-sourced, a disposizione futura per altri colleghi.

Per quanto riguarda il controllo di completezza, le tecnologie di RA possono rendere più efficaci i prelievi. Un collettore equipaggiato con un dispositivo a RA avrebbe la possibilità di guardare il carico e verificare "visivamente" se è completo. Attualmente, ciò richiede il conteggio manuale o la scansione di codici a barre con un dispositivo portatile, operazioni time-consuming. Un dispositivo indossabile (Mueck et al., 2005) può utilizzare una combinazione di scanner e sensori di profondità 3D per determinare il numero di pallet o di singoli colli (mediante la scansione di marcatori specifici su ciascun collo) od il loro volume (utilizzando dispositivi di misurazione). Questa misura viene confrontata con i valori predefiniti ed il risultato verrà istantaneamente visualizzato dal collettore. Questo sistema può eventualmente eseguire la scansione di elementi visivi, per rilevare danni o guasti.

Altro ambito di interesse per la RA è il trasporto internazionale; si rileva infatti che, con un numero crescente di regioni del mondo interessate all'importazione ed esportazione di merci, i flussi di trasporto da e verso i mercati emergenti stanno aumentando in modo significativo (Busco, 2008 e Lasserre, 2012). Ciò rappresenta una grande opportunità per i fornitori di servizi logistici, ma aumenta anche la

complessità, in quanto le normative e i requisiti commerciali variano notevolmente da un paese all'altro. Anche in questo ambito, la RA può rivelarsi strategica. Prima di una spedizione, un sistema di RA può aiutare a garantire che la spedizione sia conforme alle normative di importazione ed esportazione pertinenti, o che la documentazione commerciale sia stata completata correttamente. Il dispositivo può scansionare documenti commerciali o merci alla ricerca di parole chiave e proporre automaticamente modifiche o correggere la classificazione dei codici delle merci. Dopo la spedizione, la tecnologia di RA può ridurre significativamente i ritardi portuali e di stoccaggio, traducendo il testo del documento commerciale in tempo reale (Bower et al. 2014).

Già si è discusso di come la RA possa intervenire efficacemente come supporto alla guida, ma nello specifico ambito del trasporto industriale, essa può avere l'obiettivo di supporto dinamico nel traffico. La congestione del traffico spesso impedisce il buon funzionamento di molti processi economici, che dipendono in larga misura dal flusso di beni fisici. Si stima che la congestione del traffico costi all'Europa circa l'1% del prodotto interno lordo (PIL), ogni anno (EU Commission, 2011). Con l'aumento della congestione stradale, vi è una forte domanda di soluzioni tecnologiche per migliorare la puntualità nei trasporti e consegna di merci. È lecito presupporre che si assisterà ad un uso crescente del supporto dinamico alla guida, arricchito con dati sul traffico in tempo reale, per ottimizzare i percorsi o reindirizzare le spedizioni. Le applicazioni RA di assistenza alla guida (con occhiali o con proiezione sul parabrezza) possono essere utilizzate per visualizzare le informazioni in tempo reale, nel campo visivo del conducente. In effetti, i sistemi in oggetto possono sostituire gli attuali sistemi di navigazione, con due vantaggi fondamentali: il conducente non dovrà distogliere lo sguardo dalla strada e le indicazioni sono sovrapposte direttamente all'ambiente reale, minimizzando le possibilità di errore. I sistemi di RA possono anche fornire al conducente informazioni critiche sul veicolo o anomalie sul carico (ad esempio, conferma della temperatura delle merci trasportate o altro).

Oggi, il trasporto merci via aria, acqua e strada fa ampio uso di dati digitali e software di pianificazione per ottimizzare la pianificazione del carico e l'utilizzo dei veicoli. Per ogni articolo vengono presi in considerazione aspetti quali il contenuto, il peso, le dimensioni, la destinazione e l'eventuale ulteriore lavorazione necessaria. Anche se ci può essere un certo potenziale di miglioramento, il collo di bottiglia è spesso il processo di carico stesso. Come si è già notato circa la gestione dello stoccaggio all'interno del magazzino, i dispositivi di RA possono essere d'aiuto sostituendo le liste e le istruzioni di carico cartacee. Ad esempio, in una stazione di trasferimento, il personale può ottenere informazioni in tempo reale, riguardo a quale pallet prendere e dove esattamente posizionare il carico all'interno del veicolo, magari in base alla destinazione finale di consegna o alla peculiarità della merce. Il dispositivo può infatti visualizzare le istruzioni di carico, con frecce od altre informazioni, che evidenzino ed identifichino le aree ottimali all'interno del veicolo. Queste informazioni potrebbero essere generate in anticipo dal software di pianificazione o, addirittura in loco, per mezzo di un riconoscimento di oggetti ad

hoc, per evitare problematiche contingenti, dovuti a possibili elementi casuali e con il fine di massimizzare lo spazio disponibile ed evitare lacune.

Ancora relativamente al trasporto, un ambito molto importante è quello definito come "last mile delivery" (Hübner et al., 2016); in ambito logistico, questo sta ad indicare la parte finale della catena di fornitura, in cui le merci vengono consegnate al destinatario finale. Anche questa parte è fondamentale e strategica per la riduzione dei costi e pertanto si osservano diverse innovazioni ad essa pertinenti (Morgante e Dablanc, 2014). A seguito del già descritto caricamento efficiente ed intelligente, che permette un posizionamento ottimale delle merci sul mezzo, sulla base delle priorità di consegna, l'autista sarà già facilitato, trovandosi ad effettuare consegne nell'ordine ottimale. In aggiunta, i dispositivi di RA possono visivamente evidenziare il pacco corretto per la specifica consegna al fine di rendere ancor più snello il processo di ricerca immediatamente prima della consegna. Come già sottolineato, le capacità di navigazione di un sistema di RA hanno le potenzialità di garantire poi la consegna anche in zone non abitualmente coperte da sistemi quali Google Maps, permettendo la mappatura di aree private, quali magazzini o piazzali.

3.4 Altri utilizzi in ambito logistico

Oltre ad aiutare i fornitori di servizi logistici a migliorare i loro processi, la RA può anche consentire loro di eseguire nuovi servizi per i loro clienti, come l'assemblaggio e la riparazione, oltre a fornire nuovi strumenti di assistenza ai clienti.

Un numero crescente di fornitori di servizi logistici offre valore aggiunto ai clienti con servizi come l'assemblaggio e la riparazione (Christopher, 2016). Ad esempio, DHL (Glockner et al., 2014) non solo raccoglie i materiali dai fornitori di componenti per Audi, ma assembla anche questi componenti in pannelli per porte interne, che vengono poi consegnati allo stabilimento di produzione Audi in Germania. Attualmente, per tali compiti sono necessari lavoratori qualificati, ciascuno dei quali deve essere formato individualmente. Tuttavia, come già osservato parlando di addestramento alle operazioni di raccolta, in futuro l'assistenza della RA ha possibilità di supportare la formazione ed aiutare il personale del magazzino ad assemblare una varietà di prodotti e garantire il mantenimento di elevati standard di servizio, riducendo potenzialmente i costi per i clienti. Il sistema digitale ha la potenzialità, in particolare, di garantire il controllo della qualità monitorando ogni fase di lavoro (attraverso un migliore riconoscimento delle immagini) e rilevando eventuali errori nel processo di assemblaggio. Per il personale addetto alle riparazioni, si intravede la possibilità di offrire un modo intuitivo e visivo per supportare l'identificazione e la correzione degli errori. L'uso di guide interattive per le riparazioni potrebbe potenzialmente ridurre significativamente i costi di formazione e il tempo medio di riparazione in capo al personale tecnico.

Anche dal punto di vista del cliente, nel prossimo futuro, si può prefigurare uno scenario in cui le applicazioni di servizio di spedizione pacchi assistite da RA consentiranno di eseguire la scansione del volume delle merci da spedire e stimarne il peso per stabilire le dimensioni perfette e il prezzo più basso possibile presso un

certo fornitore di servizi logistici o, in alternativa, visualizzare diverse opzioni di prezzo, modalità di spedizione e di assicurazione.

4. Implicazioni manageriali, creazione di valore e KPI

Dall'analisi della letteratura condotta in modo descrittivo e critico, nonché dai casi pratici utilizzati, le cosiddette tecnologie immersive, di cui fanno parte RV e RA, paiono recare notevole potenziale innovativo sia in ambito consumer, sia nel settore industriale ed aziendale in generale. Sempre più spesso, queste tecnologie stanno trovando applicazioni pratica nelle imprese, sia affiancando processi di business ed attività aziendali consolidate, ma anche lasciando presagire esperienze fondamentalmente nuove.

La RA sovrappone informazioni contestuali sugli ambienti fisici e reali che gli utenti hanno davanti a sé, mescolando così componenti ed esperienze digitali, arricchendo ed "aumentando" il l'esperienza reale.

Come evidenziato da Van Kleef et al. (2010), l'aspetto principale relativo alla "value proposition" per la RA, inteso come modello di business, è quello di integrare informazioni virtuali nel mondo reale. Questo si declina in molte modalità ed ambiti diversi.

Se vista come innovazione di processo, la RA, in generale, può essere una tecnologia in grado di favorire la creazione di valore per l'azienda, sia all'interno che all'esterno (Porter, 2011). I fattori interni per la creazione di valore includono aspetti in cui la RA può essere utilizzata dai dipendenti per lavorare in modo più efficiente ed efficace. I fattori esterni di creazione di valore implicano che le imprese possano aumentare il proprio vantaggio competitivo, offrendo applicazioni visive intelligenti che vengano utilizzate dai clienti.

Un'area importante in cui la RA può aumentare il valore interno è la cooperazione (Horvath, 2001). I produttori di dispositivi di RA sottolineano i vantaggi di lavorare insieme - sia in un ambiente personale (una persona che aiuta un amico), sia in un ambiente professionale (un professionista che aiuta un cliente, o un istruttore che aiuta i dipendenti con la loro formazione sul campo). Analogamente, è possibile cooperare nelle relazioni tra cliente e impresa, ad esempio nell'area del servizio clienti e del supporto all'utilizzo di prodotti o servizi.

Inoltre, l'uso di occhiali RA sul posto di lavoro può aumentare la produttività dei singoli lavoratori, in quanto le informazioni sono sempre disponibili. Questo è possibile perché in tempi di grandi insiemi di dati e digitalizzazione delle informazioni, i prodotti ed i sistemi possono comunicare in modo autonomo tra loro e fornire ai dipendenti le informazioni necessarie. In questo modo, solo le informazioni rilevanti vengono visualizzate, sono disponibili automaticamente quando necessario e possono essere arricchite con ulteriori informazioni online. Inoltre, i dispositivi di RA possono essere utilizzati in vivavoce, offrendo ai dipendenti una maggiore flessibilità. Nella logistica, questo si traduce nell'aiutare i dipendenti a trovare i prodotti giusti nel magazzino ed a spostarsi nel modo più efficiente, aumentando così potenzialmente la produttività e riducendo i costi.

Per quanto riguarda la creazione di valore esterno, la RA potrebbe favorire potenziali di crescita sia nei mercati esistenti, sia in quelli nuovi ed aumentare il valore per gli stakeholder attraverso servizi a valore aggiunto, come ad esempio il servizio al cliente. L'esempio immediato è quello, già proposto precedentemente, di una fase di trasporto più efficiente nella logistica.

È ancora utile proporre una classificazione del potenziale valore prodotto dall'impiego della RA con due ottiche (Cranmer & Jung, 2017). La prima, nei confronti del potenziale cliente, fruitore finale di un servizio per produrre il quale venga utilizzata la nuova tecnologia. La seconda, dal punto di vista degli altri stakeholders, in primis i dipendenti stessi dell'impresa.

Nella prima prospettiva, la RA incide soprattutto nella fase di trasporto, riducendo potenzialmente i tempi, gli errori di consegna, migliorando lo stoccaggio delle merci sul veicolo (al fine di evitarne il danneggiamento). Nella seconda prospettiva, la RA, nella logistica, ha potenzialità di ridurre i costi dell'impresa relativi alle varie fasi esaminate, ridurre o ottimizzare l'uso di risorse, incrementare l'efficienza e l'accuratezza.

Da un punto di vista parametrico, la creazione di valore per mezzo della logistica si può dunque esplicitare in (Fugate et al, 2010):

- Efficacia, riferita alle prestazioni ed al soddisfacimento delle esigenze dei clienti. L'attenzione all'efficacia è evidenza, tra gli altri, in Carter (2011).
- Efficienza, riferita alla capacità dell'organizzazione di fornire il mix di prodotti/servizi desiderato ad un livello di costo accettabile per il cliente (Mentzer, 1991). Inoltre, questo concetto identifica implicitamente l'esigenza della logistica di gestire al meglio le proprie risorse e di investire nella creazione di valore per il cliente quando possibile (Christopher, 2016).
- Differenziazione, riferita alla capacità della logistica di creare valore per il cliente (Van der Veecken et al., 1998) attraverso l'unicità e la distinguibilità del servizio logistico (in particolare nella fase di consegna).

La RA ha le potenzialità di incidere su questi tre drivers per la creazione di valore. Per sintetizzare potenziali aspetti virtuosi circa l'adozione della RA nella logistica, in prospettiva manageriale e strategica, il presente lavoro suggerisce di utilizzare alcuni KPI ed euristiche provenienti da fonti bibliografiche di diversa natura (tabella 1). In particolare ad una serie di tipici KPI manageriali, alcuni dei quali poc'anzi richiamati (riduzione di costi e tempi, miglioramento di efficienza, produttività, accuratezza, efficacia, cooperazione e team working, creazione o miglioramento di servizi a valore aggiunto) viene affiancato un sottoinsieme del modello proposto da Jakob Nielsen (Nielsen, 1995) e, in particolare: visibilità dello stato del sistema, controllo e libertà dell'utente, coerenza e standard, prevenzione degli errori, flessibilità d'uso, assistenza agli utenti per il riconoscimento, la diagnosi ed il ripristino degli errori, guida e documentazione.

Si è scelto di derivare alcune euristiche dal modello di Nielsen, che tratta dell'usabilità delle interfacce uomo/macchina, in quanto la RA costituisce, di fatto, una mediazione tra l'ambiente reale e l'utente che vi è inserito. L'analisi condotta

non è infatti relativa alla RA in quanto prodotto (dunque non dal punto di vista del cliente potenziale), ma all'usabilità della stessa, in quanto potenziale innovazione di processo, nel contesto della logistica dal punto di vista dell'impresa. Da questo scaturiscono poi valutazioni di carattere strategico e manageriale (per esempio, una maggior efficacia, con relativa creazione di valore, nella fase della formazione delle risorse, una miglior efficienza nella fase delle operations, potenziali risparmi di tempo e di risorse nel trasporto e, in generale, in tutte le fasi).

Tabella n.1 – KPI manageriali ed euristiche di Nielsen applicate all'utilizzo della RA in ambito logistico (elaborazione dell'autore)

	Addestramento	Operations e magazzini	Fase di trasporto
Riduzione costi	Costi più bassi per certe fasi dell'addestramento	Minor costi generate da errore umano	Riduzione dei costi grazie a percorsi ottimali e stoccaggio ottimale dei veicoli
Riduzione ed ottimizzazione tempi	Nessuna/minore necessità di sessioni di formazione istituzionale Formazione sul campo (anche mentre si lavora)	Tasso di raccolta più veloce (e nessun tempo morto) Percorso più veloce all'interno dei magazzini	Caricamento più rapido (assistito) dei colli Supporto per l'autista durante il trasporto
Efficienza	Nessun tempo morto grazie alle informazioni in tempo reale sul visore Learning-by-doing (curva di apprendimento potenzialmente più efficace)	Percorso ottimale di stoccaggio/raccolta all'interno del magazzino Raccolta colli ottimizzata	Assegnazione ottimale dello spazio all'interno del veicolo Percorso di consegna ottimale (GPS anche all'interno di spazi privati)
Produttività ed accuratezza	Aiuto interattivo ed istruzioni sul visore	Istruzioni di prelievo sul visore	Istruzioni di consegna sul visore
Collaborazione e team working	Possibile collaborazione in remoto con altri discenti o formatori	Possibile collaborazione in remoto con altri colleghi o superiori	Possibile collaborazione in remoto con altri colleghi o superiori e con i destinatari della consegna
Efficacia e valore aggiunto	Formazione potenzialmente più efficace	Maggior efficacia nello stoccaggio delle merci	Efficacia nel soddisfare i bisogni dei clienti
Visibilità dello stato del sistema	La risorsa umana in formazione è costantemente informata su ciò che sta accadendo	Il lavoratore è costantemente informato su ciò che sta accadendo	Il guidatore/corrier è costantemente informato su ciò che sta accadendo
Controllo e libertà da parte degli utenti	Le funzioni di apprendimento sono facilmente accessibili e	Le funzioni operative sono facilmente accessibili e selezionabili	Le funzioni relative al trasporto sono

	selezionabili Libertà di annullare qualsiasi azione accidentale	Libertà di annullare qualsiasi azione accidentale	facilmente accessibili e selezionabili Libertà di annullare qualsiasi azione accidentale
Coerenza e standard	Ai discenti vengono impartite istruzioni chiare e dirette	Ai lavoratori vengono impartite istruzioni chiare e dirette	Ai guidatori/corrieri vengono impartite istruzioni chiare e dirette
Prevenzione degli errori	Eliminazione di condizioni di apprendimento inefficienti grazie alla sovrapposizione di informazioni	Eliminazione delle condizioni soggette a errori grazie alla sovrapposizione di informazioni	Eliminazione degli errori di consegna grazie alla sovrapposizione di informazioni
Flessibilità	Facilmente adattabile a situazioni nuove e specifiche (ad es. nuove lingue)	Facilmente adattabile a situazioni nuove e specifiche (es. magazzino diverso)	Facilmente adattabile a situazioni nuove e specifiche (ad es. percorsi nuovi/diversi)
Riconoscimento e superamento degli errori	Gli errori sono chiaramente evidenziati Le istruzioni sovrapposte sono fornite con lo scopo di superare gli errori	Gli errori sono chiaramente evidenziati Le istruzioni sovrapposte sono fornite con lo scopo di superare gli errori	Gli errori sono chiaramente evidenziati Le istruzioni sovrapposte sono fornite con lo scopo di superare gli errori
Assistenza e documentazione	Aiuto interattivo ed istruzioni sovrapposte	Aiuto interattivo ed istruzioni sovrapposte	Aiuto interattivo ed istruzioni sovrapposte

5. Caso di studio

Al fine di meglio esplicitare dal punto di vista concreto e manageriale l'utilizzo della RA nell'ambito logistico e di valutare i KPI e le euristiche presentate al precedente paragrafo, sono state analizzate qualitativamente alcune applicazioni esistenti, tra cui quelle offerte da Atheer, EON Reality, Eonite Perception, Upskill e Siemens. In particolare, la prima impresa, produttore di applicazioni informatiche industriali, ha creato un'applicazione di RA per la logistica, che consente la chiamata remota dei soggetti, l'accesso alle informazioni, alla documentazione ed alle guide passo-passo, che possono essere trasmesse direttamente ai dispositivi indossati dagli utenti.

L'impresa in questione è stata contattata nell'ambito del presente studio, al fine di valutare la propria applicazione secondo le euristiche introdotte nel presente lavoro. Secondo il produttore interpellato, la RA aiuta a ridurre il carico cognitivo, creando team più mirati e preparato. La natura intuitiva di un sistema di RA

consente una facile integrazione nei flussi di lavoro esistenti, con minori tempi di inattività durante la formazione. Fornendo istruzioni in tempo reale, raccogliendo feedback, eventualmente combinati con aggiunte automatiche da un sistema esperto, per modificare il flusso di lavoro in tempo reale, le imprese possono ridurre i tempi di inattività della formazione, gli errori e la dipendenza da competenze specialistiche.

Viene di seguito proposta una sintesi di quanto emerso nell'analisi dell'applicazione in questione.

1) Identificazione delle applicazioni più interessanti della RA nel settore logistico, in quanto a creazione di valore, secondo tre direttive principali: formazione, operations e trasporti.

Formazione - Per la formazione formale, la piattaforma offre ai propri utenti la possibilità di creare flussi di lavoro estesi e collegati e di introdurre tutti i tipi di contenuti necessari per supportare la formazione, inclusi video, PDF, immagini e, naturalmente, l'interazione umana in tempo reale, tramite collegamento video con formatori dal vivo ed esperti remoti.

Operations - In questo ambito, la piattaforma offre la possibilità agli utenti di accedere istantaneamente ai contenuti, al supporto ed alle risorse di cui necessitano per supportare il lavoro che stanno svolgendo, in qualsiasi momento. Grazie alle nuove funzionalità dell'ultima versione della piattaforma in questione (annunciata recentemente), è possibile coinvolgere più esperti di tutta la supply chain in una chiamata remota e condividere con loro i flussi di lavoro.

Trasporti - Per il trasporto, esistono aree importanti in cui la piattaforma opera. Si cita, in particolare, la gestione dei magazzini e dell'inventario, utilizzando applicazioni specifiche ed occhiali intelligenti per il picking del magazzino, la manutenzione dei veicoli, le riparazioni e le ispezioni di sicurezza utilizzando le funzioni di collaborazione e di consegna dei contenuti e sfruttando i dati in RA per ottimizzare il carico e lo scarico delle merci.

2) Classificazione dell'utilizzo della piattaforma in questione secondo i KPI gestionali: riduzione dei tempi/costi, miglioramento dell'efficienza e della precisione.

In termini di riduzione dei costi e dei tempi, ci sono evidenti benefici che possono derivare dal fatto che ogni membro della forza lavoro, sia sul campo, in officina o in ufficio, ha accesso alle persone, alle risorse digitali, alle intuizioni e agli strumenti di cui ha bisogno per svolgere il proprio lavoro. Il recente annuncio del reparto regionale di una nota casa automobilistica, che è stata in grado di ridurre i tempi di risoluzione dei servizi fino al 40% utilizzando la specifica piattaforma di RA, offre un esempio concreto di quanto qui qualitativamente descritto. È anche facile capire come, mettendo a disposizione dei dipendenti le persone giuste, le risorse contestuali, le informazioni digitali, le intuizioni e le funzioni adatte, sia possibile migliorare l'efficienza e la precisione. I lavoratori possono accedere immediatamente alle migliori riflessioni su come svolgere un lavoro, sia attraverso flussi di lavoro condivisi sia attraverso chiamate con esperti remoti. Con un esperto virtualmente affiancato ad un utente che esegue un lavoro per la prima volta, le imprese possono garantire che i loro lavoratori siano in grado di essere più precisi.

C'è anche un elemento predittivo, in quanto ai lavoratori può essere offerta automaticamente un'assistenza digitale aggiuntiva su una specifica attività, se per esempio il sistema nota che tale attività sta durando più a lungo di quanto ci si aspetterebbe.

3) Classificazione della piattaforma in questione secondo un sottoinsieme del set di Jakob Nielsen, atto a qualificare l'usabilità della RA, come innovazione di processo, nell'interazione tra il dipendente e l'ambiente reale.

Visibilità dello stato del sistema - Nella piattaforma, le informazioni sono costantemente nel campo visivo - e possono essere contestuali, in base a ciò che il sistema "conosce" sull'utente, alle informazioni su tempo/luogo/attività che può rilevare in tempo reale ed alle informazioni supplementari che può essere impostato per ricevere, per esempio dall'IoT. È sufficiente pensare alla possibilità di visualizzare, in tempo reale, le zone del magazzino, o il destinatario di una spedizione o ancora delle specifiche relative ad un collo (fragilità, peso, informazioni particolari).

Controllo e libertà dell'utente - Estremo controllo e libertà dell'utente attraverso l'interazione multi-modello (usando, cioè, gesti, voce, movimento della testa e tocco, come potenziali input). Si applica a tutte le aree considerate, ma in particolare è utile nella formazione e nelle operations, dove l'interattività e la rapidità di reazione sono fondamentali.

Coerenza e standard - Si tratta di un'area di sviluppo significativo in questo momento, in quanto i dispositivi di RA attualmente funzionano su più sistemi operativi mobili (iOS, Android e Windows), non immaginati specificamente per tali applicazioni e senza uno standard specifico. Anche i dispositivi non aderiscono ad uno standard e presentano diversi fattori di forma. Per questo motivo la piattaforma in questione, per quanto funzionante ed utilizzata industrialmente, potrebbe subire notevoli cambiamenti ed aggiornamenti, in un futuro prossimo.

Prevenzione degli errori - Poiché le soluzioni di RA possono mettere le informazioni giuste di fronte alla persona giusta al momento giusto - e possono essere sia contestuali che predittive - esse possono contribuire nella prevenzione degli errori, "imparando" da tutti gli esemplari delle prestazioni di una particolare attività e trarre, come risultato, una conseguente ottimizzazione. La piattaforma in questione è in grado di guidare l'utente all'interno di un magazzino, assistere nelle varie fasi di gestione di un collo, prevenire la lesione di un carico fornendo informazioni contestuali e così via.

6. Discussione e conclusione

La transizione dalle tecnologie client-server e web-based a quelle mobili è stata trasformativa, in parte perché ha reso possibile l'implementazione di soluzioni portabili ed in tempo reale, ma anche perché rappresentava un passo da tempo atteso verso interazioni uomo-macchina più semplici e intuitive: il modello "point-click-tab" lasciava il posto al "touch-swipe-talk". RA e RV fanno un ulteriore passo avanti, consentendo esperienze costruite attorno a modalità naturali di interazione,

come la postura, il gesto e lo sguardo, spostando così l'attenzione da uno schermo, che può distogliere l'attenzione del mondo e che va sorretto con le mani, al mondo reale o simulato in cui l'utente è immerso.

L'impatto di tali tecnologie in ambito consumer è segnalato dall'ingresso sul mercato di grossi player negli anni più recenti. Tuttavia, RA e RV, così come molte altre tecnologie che ricadono sotto il cappello di "Industria 4.0", stanno introducendo anche nuove opportunità strategiche e manageriali per l'impresa, in particolare nei settori della comunicazione e collaborazione, della formazione ed addestramento, marketing, servizio clienti, operations nonché nella reinterpretazione delle esperienze di dipendenti e clienti. I costi dei dispositivi, come normalmente avviene con l'hardware, tenderanno con probabilità a diminuire, mentre gli standard sono in fase di definizione e gli ecosistemi delle applicazioni stanno cominciando ad emergere.

Per questi motivi, diversi settori industriali hanno già abbracciato, con fiducia, queste tecnologie, fondendole con quanto già presente, nel tentativo di migliorarlo oppure implementando nuovi percorsi strategici. È il caso, per esempio, del settore automotive (Zhou et al., 2011) dove le nuove tecnologie affiancano quelle precedenti nel settore della progettazione, teamworking e delle operations, mentre permettono nuovi scenari di interazione tra prodotto e cliente, impensabili prima d'ora. Qualcosa di molto simile avviene anche all'interno del settore del turismo, ove le tecnologie immersive possono costituire un potentissimo strumento di marketing e comunicazione, affiancando e talora soppiantando quelli precedenti e permettendo, ancora, una scelta più consapevole da parte del potenziale cliente.

L'ambito manageriale ove una specifica tecnologia, nella fattispecie la RA, pare trovare una naturale applicazione è quello logistico, agendo in tre specifici casi d'uso: addestramento del personale, razionalizzazione delle operazioni di stoccaggio e gestione del magazzino, ottimizzazione del trasporto.

Per quanto riguarda l'addestramento, le tecnologie immersive stanno provando di essere un validissimo strumento in molti ambiti industriali; nella logistica, ove spesso si impiegano risorse interinali o comunque temporanee, sulla base delle necessità strategiche contingenti, la RA può costituire un modo per ridurre gli errori commessi da personale non qualificato, evitando comunque corsi di formazione lunghi e costosi per personale non stabilmente assunto. Dal punto di vista manageriale, dunque, si tratta di un modo per ridurre i costi di formazione ed i costi legati all'errore umano. Inoltre, grazie al "learning by doing" supportato dalla tecnologia visiva in grado di sovrapporre informazioni e commenti agli scenari reali, i lavoratori saranno in grado di svolgere con buona efficienza le attività sin dai primi momenti e avranno modo, in caso di problemi contingenti ed imprevisti, di comunicare direttamente con un supervisore, eventualmente mostrandogli la situazione anche a distanza, tramite streaming via telecamera. Pertanto si palesa anche un miglioramento di efficienza ed efficacia oltre a, potenzialmente, una più rapida curva di apprendimento per le nuove risorse.

La RA riveste un ruolo anche nelle attività centrali della logistica, cioè operazioni di stoccaggio e gestione strategica dei magazzini. Da un punto di vista operativo, pare davvero interessante il passaggio dal classico metodo noto come "pick-by-

paper" all'innovativo "pick-by-vision", già sperimentato ed attivo in alcune grandi realtà tra cui DHL (Glockner et al., 2014), che permette l'abbandono della lista cartacea nelle operazioni di raccolta e movimentazione delle merci, in favore di una lista virtuale, che appare in sovrapposizione all'ambiente reale e consente di muoversi con sicurezza ed estrema efficienza all'interno dei dedalici magazzini, raggiungendo il punto desiderato con il miglior percorso possibile e senza possibilità di errore, senza mai dover abbassare gli occhi su un ipotetico foglio di carta. Da un punto di vista manageriale, dunque, siamo di fronte ad uno strumento in grado di ridurre drasticamente gli errori di raccolta (40%, dalla sperimentazione DHL, come risulta da Glockner et al., 2014) ed abbassare il tempo medio di ricerca, con conseguente riduzione dei costi aziendali, in entrambi i casi. Inoltre, dal punto di vista della gestione e progettazione fisica del magazzino, la RA consente la creazione di simulazioni interattive di eventuali modifiche strutturali ad un magazzino, sovrapponendole all'ambiente reale, permettendo di valutarne pregi e difetti prima dell'effettiva implementazione. Si tratta dunque di una simulazione immersiva e non in scala di ciò che si andrebbe a modificare; pertanto si palesa la possibilità di test sul campo interattivi e soprattutto a basso costo (non prevedendo modificazioni fisiche, ma solo virtuali). Ancora una volta, la principale implicazione manageriale è quella della riduzione dei costi di progettazione, ma anche un potenziale aumento di efficacia delle soluzioni che verranno poi implementate, data la selezione basata non su modelli in scala, bensì sull'ambiente reale, arricchito dal progetto virtuale.

Anche nella fase di trasporto, di certo fondamentale e strategica per l'area logistica (D'Aleo e Sergi, 2017) la RA trova modo di fornire spunti di sicuro interesse manageriale, a partire dalle possibilità di carico ottimizzato ed intelligente, con indicazione delle zone più idonee sul mezzo di trasporto, per passare alla navigazione nel traffico assistita con ottimizzazione dei percorsi in funzione delle tappe previste, al monitoraggio in tempo reale delle condizioni del carico, tramite parametri fondamentali, sino all'ultima fase del processo della catena di fornitura, il "last mile delivery", laddove la RA fornisce supporto all'autista sia per reperire più rapidamente le merci specifiche all'interno del carico, sia per la consegna vera e propria attraverso una guida interattiva alla consegna. Come già per gli altri ambiti logistici considerati in precedenza, l'aspetto strategico più interessante per le implicazioni manageriali è sicuramente il risparmio di tempo e dunque costo (nelle operazioni di carico, trasporto, scarico e consegna), ma anche la qualità di servizio percepita dal cliente, che riceve il proprio ordine in tempi minori e, potenzialmente, in condizioni migliori (grazie alla sistemazione ottimale del carico sul mezzo ed al controllo in tempo reale di anomalie sul singolo pacco). Altra interessante implicazione manageriale è quella relativa alla facilitazione della gestione del trasporto internazionale, attraverso un più agevole controllo di conformità e rispondenza alle norme locali, nonché un supporto alla lettura di documenti in altre lingue.

Il già citato supporto alla guida, durante l'operazione di trasporto, si traduce sia in un risparmio di tempo, sia in una potenziale riduzione degli incidenti, grazie ad una minore distrazione dell'autista, che non deve mai distrarre gli occhi dalla strada. L'ottimizzazione del carico merita poi un discorso a sé per quanto concerne l'aspetto

strategico, in quanto si traduce direttamente sia in una migliore distribuzione dei pacchi all'interno del mezzo, sia nel risparmio di spazio, sia anche in una più efficiente consegna, grazie ad uno stoccaggio "a priorità", basato cioè sulla lista delle consegne. Ancora una volta, pertanto, si assiste ad una diminuzione dei costi complessivi nelle operazioni logistiche ed una più elevata percezione di qualità da parte del cliente finale, per mezzo dell'utilizzo della RA.

Oltre alle applicazioni direttamente connesse con le attività principali della catena di fornitura e della logistica, la RA ha la potenzialità di trovare utilizzi anche in altri processi a valore aggiunto, quale il parziale assemblaggio di semilavorati prima della consegna al cliente, oppure alla gestione intelligente delle spedizioni da parte del mittente, che potrebbe valutare visivamente la miglior soluzione possibile per il carico che intende spedire. Anche in questo senso, dal punto di vista manageriale siamo di fronte a potenziali riduzioni di costi ed aumento di della soddisfazione della clientela.

In conclusione, la RA mostra un futuro promettente nel settore della logistica. Dal picking-by-vision all'interno dei magazzini, all'assistenza ai clienti nelle attività post-vendita, tale tecnologia può rivestire un ruolo interessante e potenzialmente strategico per le imprese in quasi tutte le fasi della catena del valore relative alla logistica. Anche se solo alcuni dei casi d'uso trattati nella presente analisi sono attualmente in fase di sviluppo concreto ed applicativo, ci sono incoraggianti segnali relativi all'adozione della RA in ambito logistico, anche in funzione dei buoni risultati manageriali che le prime applicazioni paiono restituire.

In futuri lavori di ricerca sul presente tema, verranno affrontati studi più specifici sulle realtà aziendali della logistica (per es. grossi corrieri, distributori ed imprese con reparti logistici dedicati), anche attraverso la somministrazione di questionari per comprendere quali siano i vantaggi effettivi, di breve, medio e lungo termine, percepiti dagli operatori.

Bibliografia

- Agus, A., & Ismail, R. (2016). The Importance of Training In Supply Chain Management on Personnel Differentiation and Business Performance. *World Journal of Management*, 7(1), 44-61.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342
- Anzar, K. (2017). VR in enterprise sectors can be more exciting than gaming: Vinay Narayan. *Business Standard*. Retrieved from https://www.business-standard.com/article/companies/vr-in-enterprise-sectors-can-be-more-exciting-than-gaming-vinay-narayan-117020901149_1.html
- Argyropoulou, A., Dionyssopoulou, P., & Miaoulis, G. (2011). Tourist destination marketing and management using advanced ICTs technologies. *Advances on Information Processing and Management*, 365-369

- Baechler, A., Baechler, L., Autenrieth, S., Kurtz, P., Kruell, G., Hoerz, T., & Heidenreich, T. (2016, July). The Development and Evaluation of an Assistance System for Manual Order Picking-Called Pick-by-Projection-with Employees with Cognitive Disabilities. In *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 321-328). Springer, Cham
- Bonetti, F., Warnaby, G., & Quinn, L. (2018). Augmented reality and virtual reality in physical and online retailing: a review, synthesis and research agenda. In *Augmented Reality and Virtual Reality* (pp. 119-132). Springer, Cham
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education-cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15
- Bozarth, C., & Handfield, R. (2008). Operations and supply chain management. *Strategies*, 21, 22
- Busco, C., Giovannoni, E., & Scapens, R. W. (2008). Managing the tensions in integrating global organisations: The role of performance management systems. *Management Accounting Research*, 19(2), 103-125
- Carter, C. R., & Liane Easton, P. (2011). Sustainable supply chain management: evolution and future directions. *International journal of physical distribution & logistics management*, 41(1), 46-62
- Chand, S. (2014). Services Characteristics: 6 Key Distinguishing Characteristics of Services. Retrieved from <http://www.yourarticlelibrary.com/services/services-characteristics-6-key-distinguishing-characteristics-of-services/34008/>
- Chang, Y. J., Liu, H. H., Kang, Y. S., Kao, C. C., & Chang, Y. S. (2016, February). Using augmented reality smart glasses to design games for cognitive training. In *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2016 13th International Conference on* (pp. 252-253). IEEE
- Cheong, R. (1995). The virtual threat to travel and tourism. *Tourism Management*, 16(6), 417-422.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson UK
- Cozzolino, A., Wankowicz, E., Massaroni, E., & Kleinaltenkamp, M. (2015). Sustainable Supply Chain Management Needs Sustainable Logistics Services. The Strategic Role Played by Logistics Service Providers. *The 2015 Naples Forum on Service*
- Cranmer, E., & Jung, T. (2014, May). Augmented reality (AR): Business models in urban cultural heritage tourist destinations. In *APacCHRIE Conference, Malaysia* (pp. 21-24)
- Cranmer, E., & Jung, T. (2017). The Value of Augmented Reality from a Business Model Perspective. *e-Review of Tourism Research*, 8
- D'Aleo, V., & Sergi, B. S. (2017). Does logistics influence economic growth? The European experience. *Management Decision*, 55(8), 1613-1628
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481-501

- ELA/AT Kearney (2004), *Excellence in logistics 2004*, (Brussels: ELA)
- Elia, V., Gnoni, M. G., & Lanzilotto, A. (2016). Evaluating the application of augmented reality devices in manufacturing from a process point of view: An AHP based model. *Expert systems with applications*, 63, 187-197
- EU Commission (2011), *Transport 2050: The major challenges, the key measures*
- Fernie, J., & Sparks, L. (2014). *Logistics and retail management: emerging issues and new challenges in the retail supply chain*. Kogan page publishers.
- Friedrich, W., Jahn, D., & Schmidt, L. (2002, September). ARVIKA-Augmented Reality for Development, Production and Service. In *ISMAR* (Vol. 2002, pp. 3-4)
- Fugate, B. S., Mentzer, J. T., & Stank, T. P. (2010). Logistics performance: efficiency, effectiveness, and differentiation. *Journal of business logistics*, 31(1), 43-62
- Germain, R. (1996). The role of context and structure in radical and incremental logistics innovation adoption. *Journal of Business Research*, 35(2), 117-127
- Glockner H., Jannek K., Mahn J. & Theis B. (2014), *Augmented Reality in Logistics - Changing the way we see logistics - a DHL perspective*. Retrieved from http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf
- Gnecchi, F. (2011). Comunità virtuali, comunità locali e comunicazione pubblica. *Sinergie rivista di studi e ricerche*, 59(13), 134-143
- Goldman Sax (2016), Global Investment Research (GIR), (2016), *Virtual & Augmented Reality: Understanding the race for the next computing platform*. Retrieved from <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf>
- Goldsby, T. J., & Zinn, W. (2016). Technology innovation and new business models: can logistics and supply chain research accelerate the evolution?. *Journal of business logistics*, 37(2), 80-81
- Golinelli, G. M. (2000). *L'approccio sistemico al governo dell'impresa* (Vol. 1). Padova, Italy: Cedam.
- Golinelli, G. M. (2010). *Viable systems approach (VSA): Governing business dynamics*. Padova, Italy: Cedam
- Guasco, M. (2017, December), *Logistics in the Neo-Millennium*, *American Journal of Transportation*. Retrieved from <https://www.ajot.com/blogs/full/blog-logistics-in-the-neo-millennium>
- Gundlach, G. T., Bolumole, Y. A., Eltantawy, R. A., & Frankel, R. (2006). The changing landscape of supply chain management, marketing channels of distribution, logistics and purchasing. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 21(7), 428-438
- Gutierrez, M., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. Springer Science & Business Media
- Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism Management*, 31(5), 637-651
- Hompel, M. T., Schmidt, T. (2003), *Warehouse Management*, Springer
- Horvath, L. (2001). Collaboration: the key to value creation in supply chain management. *Supply chain management: an international journal*, 6(5), 205-207

- Huang, Y. C., Backman, K. F., Backman, S. J., & Chang, L. L. (2016). Exploring the implications of virtual reality technology in tourism marketing: An integrated research framework. *International Journal of Tourism Research*, 18(2), 116-128
- Hübner, A., Kuhn, H., & Wollenburg, J. (2016). Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing: A strategic planning framework. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 44(3), 228-247
- Knapp AG (2011). KiSoft Vision. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=BWY8uFlteIM>
- Lasserre, P. (2012), *Global Strategic Management*, Palgrave Macmillan, EAN: 9780230293816
- Lawson, G., Salanitri, D., & Waterfield, B. (2016). Future directions for the development of virtual reality within an automotive manufacturer. *Applied ergonomics*, 53, 323-330
- Massaroni E. (2002), *La logistica nell'approccio sistemico al governo dell'impresa*. Padova, Italy: Cedam
- Massaroni E. (2007), *Il Sistema logistico. Progettazione, governo e gestione della logistica e della supply chain*. Padova, Italy: Cedam
- Mentzer, J. T., & Konrad, B. P. (1991). An efficiency/effectiveness approach to logistics performance analysis. *Journal of business logistics*, 12(1), 33
- Morganti, E., & Dablanc, L. (2014). Recent innovation in last mile deliveries. In *Non-technological Innovations for Sustainable Transport* (pp. 27-45). Springer, Cham
- Mueck, B., Höwer, M., Franke, W., & Dangelmaier, W. (2005). Augmented reality applications for warehouse logistics. In *Soft Computing as Transdisciplinary Science and Technology* (pp. 1053-1062). Springer, Berlin, Heidelberg
- Neuhofer, B., Buhalis, D., & Ladkin, A. (2014). A typology of technology-enhanced tourism experiences. *International Journal of Tourism Research*, 16(4), 340-350
- Nielsen, J. (1995). 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*, 1(1)
- Nilsson, S., Johansson, B., & Jonsson, A. (2009, October). Using AR to support cross-organisational collaboration in dynamic tasks. In *Mixed and Augmented Reality, 2009. ISMAR 2009. 8th IEEE International Symposium on* (pp. 3-12). IEEE
- Ohta, Y., & Tamura, H. (2014). *Mixed reality: merging real and virtual worlds*. Springer Publishing Company, Incorporated
- Ong, S.K., Nee, A.Y.C. (2004): *Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing*. London, UK: Springer
- Pantile, D., & Magnelli, A. (2016). Testimonianza aziendale. Raccontare il patrimonio culturale con le tecnologie innovative: un approccio immersivo. *Heritage, management e impresa: quali sinergie?*. ISBN 97888907394-5-3
- Pastore, A., Pellegrini, L., & Ravazzoni, R. (2001). La dimensione settoriale dell'innovazione: la distribuzione commerciale. *Sinergie*, (55), 85-122
- Pastore A. & Vernuccio M. (2008), *Impresa e comunicazione. Principi e strumenti per il management*, Editore Apogeo; 2 edizione
- Penco, L. (2017). *Retail logistics e vantaggio competitivo delle imprese della grande distribuzione organizzata*. Torino, Italy: Giappichelli Editore
- Qiu, L., Tay, W. W., & Wu, J. (2009, October). The impact of virtual teamwork on real-

- world collaboration. In *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (pp. 44-51). ACM
- Quattrociochi, B. (2011). Dagli accordi transazionali ai rapporti relazionali tra imprese nella gestione del sistema logistico di canale: il caso Ford Motor Company. *Sinergie rivista di studi e ricerche*, (56)
- Reif, R., & Günthner, W. A. (2009). Pick-by-vision: augmented reality supported order picking. *The Visual Computer*, 25(5-7), 461-467
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9
- Speranza, M. G. (2018). Trends in transportation and logistics. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 830-836
- Sussmann, S., & Vanhegan, H. (2000). Virtual reality and the tourism product substitution or complement?. *ECIS 2000 Proceedings*, 117
- Upskill (2017). Augmented Reality Use Cases 4to Power Your People. Retrieved from <https://upskill.io/landing/augmented-reality-for-logistics>
- Van der Veecken, D. J., & Rutten, W. G. (1998). Logistics service management: opportunities for differentiation. *The International Journal of Logistics Management*, 9(2), 91-98
- Van Kleef, N., Noltes, J., & van der Spoel, S. (2010). Success factors for augmented reality business models. *Study tour Pixel*, 1-36
- Velosa, J. D., Cobo, L., Castillo, F., & Castillo, C. (2018). Methodological Proposal for Use of Virtual Reality VR and Augmented Reality AR in the Formation of Professional Skills in Industrial Maintenance and Industrial Safety. In *Online Engineering & Internet of Things* (pp. 987-1000). Springer, Cham
- Vora, J., Nair, S., Gramopadhye, A. K., Duchowski, A. T., Melloy, B. J., & Kanki, B. (2002). Using virtual reality technology for aircraft visual inspection training: presence and comparison studies. *Applied ergonomics*, 33(6), 559-570
- Wan, C. S., Tsaur, S. H., Chiu, Y. L., & Chiou, W. B. (2007). Is the advertising effect of virtual experience always better or contingent on different travel destinations?. *Information Technology & Tourism*, 9(1), 45-54
- Weyrich, M., & Drews, P. (1999). An interactive environment for virtual manufacturing: the virtual workbench. *Computers in industry*, 38(1), 5-15
- Williams, P., & Hobson, J. P. (1995). Virtual reality and tourism: fact or fantasy?. *Tourism Management*, 16(6), 423-427
- World Tourism Organization. (2007). *A practical guide to tourism destination management*. World Tourism Organization
- Yim, M. Y. C., Chu, S. C., & Sauer, P. L. (2017). Is augmented reality technology an effective tool for e-commerce? An interactivity and vividness perspective. *Journal of Interactive Marketing*, 39, 89-103
- Zhou, J., Lee, I., Thomas, B., Menassa, R., Farrant, A., & Sansome, A. (2011, December). Applying spatial augmented reality to facilitate in-situ support for automotive spot welding inspection. In *Proceedings of the 10th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry* (pp. 195-200). ACM

Sitografia

<http://europa.eu>
<http://time.com>
<http://www.business-standard.com>
<http://www.convinceandconvert.com>
<http://www.sinergiejournal.it>
<https://www.ajot.com>
<https://www.forbes.com>