

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**Studio preliminare per l'individuazione delle
determinanti della Qualità di un
Product-Service System
con tecniche di data mining: un'applicazione
al settore del car-sharing**



**POLITECNICO
DI TORINO**

Relatore

Prof. Fiorenzo Franceschini

Correlatore

Prof. Luca Mastrogiacomo

Candidata

Maria Cristina Luongo

Anno accademico 2018/2019

Sommario

Indice delle tabelle	3
Indice delle figure	3
INTRODUZIONE.....	5
Premessa.....	5
Organizzazione del lavoro.....	7
CAPITOLO 1	9
Il contesto dello studio	9
1.1 La Servitizzazione della produzione	9
1.1.1 Le sfide imposte dalla servitizzazione.....	12
1.2 I Product-Service Systems	14
1.2.1 Il concetto di PSS	14
1.2.2 Benefici e barriere all’implementazione dei PSS.....	16
1.2.3 Tipologie di PSS.....	19
1.2.4 Modellazione di un PSS	21
CAPITOLO 2.....	25
Le dimensioni latenti della qualità dei PSS.....	25
2.1 Concetti preliminari.....	25
2.2 Metodologia di ricerca	26
2.3 Derivazione delle determinanti di qualità di un PSS.....	29
2.3.1 Determinanti di qualità dei prodotti	29
2.3.2 Determinanti di qualità dei servizi	32
2.3.3 Altri fattori influenti per la qualità di un PSS	33
2.4 Framework generale per la valutazione qualità del PSS	35
2.4.1 Concetti preliminari alla costruzione della scala di misura della qualità dei PSS.....	39
CAPITOLO 3	42
Strumenti di data mining per l’identificazione delle determinanti della qualità di un PSS.....	42
3.1 Introduzione all’analisi: il mondo degli user-generated content	42
3.2 Il metodo Latent Dirichlet Allocation (LDA)	44
3.2.1 Descrizione del metodo LDA.....	49
3.3 Il focus dello studio: il car-sharing.....	53
3.3.1 Il PSS oggetto della sperimentazione: Zipcar	56
3.4 Applicazione del metodo LDA.....	57

3.4.1	Fase 1: identificazione del corpus di documenti	57
3.4.2	Fase 2: pre-processamento del corpus.....	58
3.4.3	Fase 3: Ottimizzazione dei parametri LDA ed identificazione del numero ottimale di topic	61
3.4.4	Fase 4: Estrazione ed etichettatura dei topic	64
3.5	Interpretazione e verifica di consistenza dei risultati	68
3.5.1	Assunzioni alla base della verifica di consistenza dei risultati.....	70
3.1	Considerazioni sui risultati del test di convergent validity effettuato	75
CAPITOLO 4.....		78
Limitazioni dello studio e possibili sviluppi futuri		78
Appendice A.....		81
Item generati per ciascuna delle dimensioni di qualità individuate nel framework teorico sviluppato (paragrafo 2.2)		81
Appendice B.....		85
B.1	Script Matlab per l'applicazione del metodo LDA	85
B.2	Scrip Matlab della funzione di pre-processamento del corpus (preprocessWeatherNarratives).....	87
Appendice C.....		88
C.1	Topic estratti dal campione 1	88
C.2	Topic estratti dal campione 2	91
Appendice C.....		94
C.1	Confronto tra i topic estratti dall'intero corpus e quelli estratti dal campione 1..	94
C.2	Confronto tra i topic estratti dall'intero corpus e quelli estratti dal campione 2..	95
Bibliografia		96

Indice delle tabelle

Tabella 1. Definizioni di servitizzazione (adattamento da Baines, Lightfoot, Benedettini, & Kay (2009)).	10
Tabella 2. Principali definizioni di Product-Service System.	15
Tabella 3. Confronto sintetico tra benefici e barriere all'implementazione di PSS (adattamento da Cavalieri & Pezzotta (2012)).	19
Tabella 4: Tecniche di modellazione dei PSS (adattamento effettuato sulla base dello studio condotto da Idrissi, Boucher, & Medini, (2017)).	23
Tabella 5. Derivazione delle determinanti di qualità di un PSS.	38
Tabella 6. Panoramica dei parametri e dei dati osservazionali del metodo LDA	47
Tabella 7. Spiegazione dei simboli identificativi dell'indicatore θ	68
Tabella 8. Similitudini tra i topic del corpus generale e quelli estratti dai suoi due campioni.	74

Indice delle figure

Figura 1. Categorizzazione dei vari tipi di PSS nel continuum prodotto-servizio, adattamento da Clayton, Backhouse, & Dani (2012).	21
Figura 2. Fasi del processo di sviluppo di una scala di misura secondo le linee guida fornite da Churcill (Churchill, 1979).	40
Figura 3. Esempio illustrativo del funzionamento del modello LDA.	46
Figura 4. “Plate Notation” del metodo LDA, adattamento da Koks (2019).	50
Figura 5. Fasi dell'applicazione del metodo LDA.	52
Figura 6. Confronto tra il vocabolario originale del corpus e la Bag of Words che si ottiene al termine del pre-processamento, rappresentati come nuvole di parole.	61
Figura 7. Confronto dei metodi di inferenza per gli iperparametri del metodo LDA: Collapsed Variational Bayesian (“cvb0”), Collapsed Gibbs Sampling (“cgs”), Stochastic Approximate Variational Bayes (“savb”), Approximate Variational Bayes (“avb”).	63
Figura 8. Esempio di confronto tra il topic 1 del corpus generale ed i topic estratti dai suoi due campioni.	69

Figura 9. Confronto tra il topic 1 del corpus generale ed i topic estratti dal campione 2 con medesimo valore dell'indicatore di similarità.....	70
Figura 10. Esempio illustrativo delle ipotesi alla base delle assunzioni di similarità tra i topic del corpus generale e quelli estratti da ciascun campione.	71
Figura 11. Esempio di confronto tra topic estratti dai campioni che presentano il medesimo valore dell'indicatore di similarità.	72
Figura 12. confronto sintetico tra l'insieme dei topic estratti dal corpus e le determinanti della qualità di un PSS generico identificate nel framework teorico.....	76

INTRODUZIONE

Premessa

Negli ultimi decenni, con l'avvento della globalizzazione e lo sviluppo di nuove e prorompenti tecnologie dell'informazione, il mondo accademico e imprenditoriale ha progressivamente compreso che le imprese manifatturiere stessero affrontando processi di crescente standardizzazione, convergenza e omogeneizzazione di caratteristiche e attributi dei beni da esse prodotti. Questo ha fatto sì che, in alcuni contesti, la differenziazione diminuisse fortemente o addirittura scomparisse. Al fine di acquisire vantaggio competitivo e fronteggiare le pressioni della concorrenza, le aziende manifatturiere si sono quindi gradualmente spostate dalla realizzazione di prodotti "fisici" all'offerta di servizi correlati ai prodotti, così da arricchire la proposta di valore al cliente e al tempo stesso alimentare nuove fonti di redditività.

Nel mercato si è così delineato un cambiamento importante dal lato dell'offerta, guidato dall'affermazione del "Total Solution Provider". Si tratta di una strategia, sviluppatasi a metà degli anni novanta, orientata alla creazione di offerte che combinino beni con elementi di servizio in un unico pacchetto, al limite personalizzato, perseguendo in questo modo la differenziazione e la fidelizzazione del cliente (Reis & Peña, 2000).

Per di più, il fatto che la dicotomia tra beni e servizi abbia oggi perso rilievo è palese anche sul versante della domanda. Dalla letteratura di marketing, appare infatti evidente come l'attenzione del cliente sia sempre più concentrata sulla ricerca di offerte che gli permettano di appropriarsi di un certo valore, indipendentemente dal fatto che esso scaturisca da beni fisici, servizi puri o da una combinazione di questi (Gaiardelli & Saccani, 2010).

È ormai difficile dipingere l'economia attuale con i tradizionali colori dei settori produttivi: manifattura e servizi. Alcune delle certezze proprie dell'industria del Novecento sono state scardinate proprio per opera della "servitizzazione" della manifattura da un lato e dell'industrializzazione dei servizi dall'altro.

Ed è in questo contesto che il paradigma dei Sistemi Prodotto-Servizio (Product-Service System – PSS) si è affermato, talvolta inducendo le aziende ad aggiornare o mutare radicalmente i propri modelli di business. L'obiettivo primario è quello di assecondare le richieste di un numero sempre crescente di clienti non più interessati al mero possesso di un

bene, ma alla possibilità di godere dei benefici o dei vantaggi derivanti dall'accesso e l'uso del medesimo.

Diversi sono i filoni della letteratura che si sono concentrati sullo studio delle varie forme d'integrazione tra beni e servizi e sull'individuazione dei benefici che ne possono derivare sia nei segmenti Business-to-Consumer (B2C) che in quelli Business-to-Business (B2B) (Mathieu, 2001; Kindström, 2010). Nonostante la riconosciuta importanza di tale tema e la numerosità dei contributi presenti in letteratura per le sue varie sfaccettature, solamente pochi studi si sono dedicati ad investigarne un aspetto ritenuto cruciale sia in ambito accademico che nel mondo produttivo (Barravecchia, Franceschini, Mastrogiacomo, & Zaki, 2019): la misurazione della qualità. Dunque, assumendo come riferimento il paradigma dei PSS, obiettivo di questo studio è quello di porre le basi per lo sviluppo di un approccio ad-hoc per la valutazione di come la relativa qualità è percepita e come può essere misurata. Sebbene esistano diversi strumenti pratici e framework teorici atti a supportare la misurazione della qualità di prodotti e servizi separatamente, appare ora necessario delineare un'opportuna metodologia che si configuri non solo come mera integrazione degli strumenti esistenti, ma permetta di indagare anche tutta una serie di aspetti intrinseci nell'unione di prodotti e servizi e capaci di influenzare la qualità percepita.

Pertanto, questo lavoro punta nello specifico a fornire una risposta alla seguente domanda di ricerca:

- Quali sono le determinanti di qualità di un PSS?

L'ipotesi alla base dell'analisi effettuata è infatti quella secondo cui, una volta identificate le dimensioni che influenzano la percezione di qualità di un PSS, divenga poi possibile definire degli appositi criteri di valutazione delle stesse o implementare strumenti di misurazione che risultino concretamente utilizzabili da parte delle aziende erogatrici.

I risultati dello studio potrebbero dunque risultare interessanti, sia per gli accademici che per i manager della qualità, per via del fatto che, da un lato, il terreno della valutazione della qualità dei PSS appare ancora inesplorato, dall'altro perché la metodologia di ricerca adottata, in particolare il ricorso alle tecniche di text-analysis e data mining (la cui descrizione dettagliata è fornita nei capitoli seguenti), offre un approccio alternativo ai metodi tradizionali basati sull'analisi di informazioni strutturate, tipicamente raccolte mediante la somministrazione di questionari o interviste ai clienti.

Organizzazione del lavoro

Seguendo le linee guida formulate da DeVellis (2016) circa lo sviluppo dei metodi di misura di costrutti rappresentativi di uno o più attributi di interesse, si propone un quadro generale delle dimensioni latenti della qualità di un PSS, individuate principalmente attingendo a studi già presenti in letteratura.

Successivamente, per cercare di trovare un riscontro empirico al framework proposto si procede, seguendo un approccio innovativo ma già testato in altre attività di ricerca, ad un'analisi di text-mining su un corpus di recensioni postate online dai clienti di un PSS assunto come riferimento nel settore del car-sharing. Diversi studi (Ghose & Ipeirotis, 2011; Chau & Xu, 2012) hanno infatti dimostrato che gli user-generated content (UGC) possono essere validamente utilizzati come fonti di informazione per ricercatori e professionisti impegnati ad indagare le preferenze, la domanda o il livello di soddisfazione dei consumatori in svariati contesti di business.

Il fine della metodologia impiegata è dunque quello di valutare se tra i principali argomenti (topic) di discussione sui forum esaminati è fornita attenzione ad almeno una parte delle dimensioni di qualità di un PSS precedentemente individuate, così da poter concludere che il quadro generale proposto presenti dei fondamenti empirici validi, anche se, prevedibilmente, da ampliare ed approfondire per mezzo di altri studi.

Il presente lavoro è suddiviso in quattro capitoli.

Il capitolo 1 introduce i concetti di Servitizzazione e Product-Service System riportando i principali contributi alla ricerca sul tema degli ultimi due decenni.

Il capitolo 2 presenta i fondamenti teorici del framework designato, illustrando le caratteristiche salienti degli strumenti già in uso per la misura della qualità rispettivamente di prodotti e servizi. Quindi si prosegue con la derivazione di una lista delle potenziali dimensioni di un PSS in grado di influenzarne la relativa qualità.

Il capitolo 3 illustra l'approccio utilizzato per cercare di ottenere una conferma empirica, delle determinanti della qualità di un PSS identificate a livello meramente teorico. Preliminarmente, si descrive, da un punto di vista formale, il modello generativo di analisi testuale utilizzato nello studio dell'insieme di review acquisite.

Segue la presentazione dei risultati ottenuti e la descrizione della procedura di verifica adottata.

Infine, il capitolo 4 fornisce alcune osservazioni conclusive sulla ricerca effettuata e sui risultati conseguiti. Più specificatamente, si evidenziano i limiti dello studio proposto e si introducono alcune indicazioni per testare “il framework” sviluppato, al fine di favorirne la conversione in uno strumento o in una metodologia ingegneristica utile alle aziende che offrono PSS per valutare la percezione che i consumatori hanno circa la loro qualità.

CAPITOLO 1

Il contesto dello studio

1.1 La Servitizzazione della produzione

La servitizzazione delle industrie manifatturiere è una tendenza ormai indiscussa in molte economie attuali. Se da una parte, il fenomeno della globalizzazione ha comportato la progressiva riduzione dei margini e dunque la necessità per le imprese di contenere i costi di sviluppo, realizzazione, messa in opera e manutenzione dei prodotti, dall'altro le aspettative degli acquirenti in termini di soluzione offerta e contenuto tecnologico della stessa continuano a crescere, inducendo i produttori a comprimere i tempi del ciclo di rinnovo dei prodotti.

In questo scenario, molte imprese manifatturiere hanno cominciato ad ampliare la propria offerta ricorrendo alla fornitura di servizi di varia natura, spesso abilitati dalle nuove tecnologie, non solo a supporto del prodotto ma anche dei clienti e dei loro processi di acquisto ed uso.

La servitizzazione costituisce un concetto interdisciplinare complesso e sempre più popolare tra le diverse comunità accademiche. Il termine “Servitization” conta infatti più di tre decenni: esso è stato introdotto per la prima volta da Vandermerwe e Rada (1988) per delineare l'approccio alla creazione di valore mediante la progressiva aggiunta di servizi ai beni fisici.

In letteratura sono in realtà disponibili diverse definizioni del concetto di servitizzazione (Tabella 1), in buona parte concordi con quella fornita degli autori sopra citati.

Fin dalla fine degli anni '80 diverse aziende manifatturiere hanno cominciato a considerare la servitizzazione come una prerogativa importante per supportare crescita, redditività e stabilità economica.

Questo ha comportato la necessità, per lo più in fase progettuale e/o di sviluppo di nuove soluzioni e idee di business, di passare da una visione incentrata sul prodotto ad una visione prodotto-servizio per diverse ragioni, a partire da motivazioni strategiche per passare a incentivi economici e ambientali (Baines, Lightfoot, Benedettini, & Kay, 2009).

Autore	Definizione di servitizzazione proposta
Vandermerwe & Rada, 1988	“Accresciuta offerta di pacchetti o "bundle" di beni, servizi, assistenza, self-service e conoscenze focalizzati sul cliente, con lo scopo di aggiungere valore all’offerta del prodotto di base”
Desmet, Van Dierdonck, & Van Looy, 2003	“Tendenza delle aziende manifatturiere ad integrare sempre più numerose componenti di servizio nella loro offerta”
Tellus Institute, 1999	“L'emergere di servizi basati sui prodotti che attenuano la distinzione tra attività manifatturiere e settore dei servizi tradizionali”
Lewis, Portioli Staudacher, & Slack, 2004	“Qualsiasi strategia che cerca di cambiare il modo in cui le funzionalità di un prodotto vengono offerte nei relativi mercati”
Ren & Gregory, 2007	“Un processo di cambiamento in cui le aziende manifatturiere abbracciano l'orientamento ai servizi e/o sviluppano un numero maggiore e migliore di servizi, con l'obiettivo di soddisfare le esigenze dei clienti, ottenere vantaggi competitivi e migliorare le proprie prestazioni.

Tabella 1. Definizioni di servitizzazione (adattamento da Baines, Lightfoot, Benedettini, & Kay (2009).

Vi è peraltro un ampio consenso, sia in letteratura che nel mondo imprenditoriale, sul fatto che la servitizzazione della produzione apporti una serie di benefici: finanziari, in termini di crescita dei margini di profitto e stabilizzazione dei ricavi (Gebauer e Friedli, 2005; Gebauer et al., 2006); strategici, soprattutto per quanto concerne la possibilità di conseguire, attraverso la fornitura di servizi, una posizione di leadership che risulti più sostenibile e difficile da imitare, data la natura intangibile e “labour dependent” dell’offerta; di marketing, relativamente all’ampliamento delle opportunità di vendita dei beni fisici (Mathe and Shapiro, 1993; Gebauer and Fleisch, 2007), alle possibilità di maggiore differenziazione dell’offerta (Mathieu, 2001; Malleret, 2006) e di fidelizzazione dei clienti (Correa et al.,

2007) mediante un'attenta analisi delle loro esigenze e il conseguente sviluppo di soluzioni personalizzate.

Diversi sono gli esempi di studi condotti per testare gli effettivi impatti della servitizzazione sulle performance delle aziende che la intraprendono.

Homburg et al. (2003), forniscono una serie di evidenze empiriche di effetti positivi sull'orientamento dei retailer alla qualità del rapporto con i clienti, sulla profittabilità dei servizi forniti e in generale sulla redditività dell'azienda.

De Souza Jr., Junior, e Miyake (2018) attraverso una dettagliata analisi quantitativa del settore brasiliano della produzione di macchinari e attrezzature industriali, dimostrano come le aziende servitizzate ottengano più elevate performance finanziarie e mostrino migliori competenze organizzative rispetto ad aziende manifatturiere tradizionali del medesimo settore. Chen e Tsou (2012) provano invece, attraverso un'indagine condotta nel settore IT taiwanese che le relative imprese possono raggiungere più alti livelli di performance attraverso il potenziamento dei sistemi di customer service.

Per contro, molteplici sono anche gli studi che dimostrano l'esistenza di una relazione negativa tra servitizzazione e performance aziendali.

Gebauer, Fleisch, e Friedli (2005) definiscono tale fenomeno "paradosso dei servizi": gli sforzi e gli investimenti che le imprese manifatturiere possono intraprendere nel business dei servizi non sempre generano i benefici o i ritorni attesi.

In altre parole, essi possono avere un impatto neutrale o talvolta negativo sulle performance, per lo più negli stadi iniziali del processo di servitizzazione, in primo luogo a causa delle sfide associate all'acquisizione o alla costruzione di nuove competenze.

Per citare alcuni esempi, Bascavusoglu-Moreau & Tether (2011) hanno riscontrato, per un numeroso campione di imprese inglesi servitizzate, che raramente esse conseguono livelli di performance superiori in termini di tasso di sopravvivenza, pur riuscendo a raggiungere più alti tassi di produttività. Sousa & da Silveira (2017) sostengono invece che i servizi avanzati, ovvero quelli basati su una stretta collaborazione con i clienti al fine della progettazione e adattamento dei prodotti alle loro esigenze o specifiche situazioni d'uso, influiscano positivamente sulla crescita delle vendite e sulla redditività, mentre i servizi di base, cioè limitati alla mera installazione e manutenzione, incidono negativamente sulla redditività delle imprese.

È facile pertanto dedurre come risultino necessarie ulteriori indagini per valutare la natura della relazione tra performance e servitizzazione, sebbene diversi studiosi concordino comunque che essa sia strettamente dipendente da fattori contingenti che rendono difficile operare delle generalizzazioni.

1.1.1 Le sfide imposte dalla servitizzazione

Un aspetto chiave che emerge dall'analisi della letteratura sulla servitizzazione è che, a partire dagli anni ottanta, nonostante il processo di integrazione dell'offerta di beni fisici con la fornitura di servizi abbia origini di gran lunga precedenti, si assiste ad un'evoluzione nel modo di intendere tale approccio.

In origine la vendita di beni fisici si configurava come la principale fonte di generazione di valore ed i servizi erano considerati come una mera "aggiunta" alla componente materiale, talvolta dettata da esigenze di marketing.

Con l'avvento della "servitization", la fornitura di servizi si è trasformata in una strategia consapevole e mirata, orientata a perseguire la differenziazione tramite un'offerta di prodotti e servizi totalmente integrata. I servizi di conseguenza possono affermarsi come fonte di valore aggiunto (Vandermerwe and Rada, 1988; Quinn, Doorley, & Paquette, 1990; Gebauer, Friedli, & Fleisch, 2006) la cui rilevanza varia proprio in relazione alle forme di servitizzazione perseguite. Baines, Lightfoot, Benedettini, & Kay (2009), riassumendo i risultati di studi precedenti, parlano, a tal proposito, di un "product-service continuum che va da prodotti con servizi inglobati come "add-on", a servizi con beni materiali integrati come "add-on" ed erogati attraverso una strategia customer-centric per soddisfare bisogni ed aspettative dei clienti".

La transizione da una strategia di "pure manufacturing" ad una di "servitization" comporta una serie di sfide per le imprese, alla cui analisi la letteratura ha dedicato un'attenzione marginale. Non sono infatti disponibili linee guida o modelli formali da seguire per la loro gestione concreta.

Zhang & Banerji (2017) identificano cinque principali categorie di sfide da fronteggiare: (i) la struttura organizzativa, in termini di necessità di aggiornamenti della cultura aziendale alla luce dei cambiamenti apportati al processo di creazione del valore (ora basato sull'offerta di bundle di prodotti, servizi e personale di supporto), addestramento degli

addetti alla fornitura e gestione dei servizi correlati ai prodotti, e conseguente riconfigurazione di ruoli, responsabilità e flussi di lavoro e comunicazione all'interno della struttura; (ii) il modello di business, da riformulare in ottica del processo di value co-creation con clienti e fornitori per lo sviluppo di soluzioni customizzate, tenendo conto della necessità di calibrare i meccanismi di costing e di pricing affinché essi risultino flessibili e in grado di adattarsi all'evoluzione di bisogni e aspettative; (iii) processi di sviluppo, da ridefinire o integrare invocando il supporto di appositi strumenti e tecniche – ancora in fase di sviluppo – e considerando le maggiori difficoltà e che la progettazione dei servizi comporta, data la loro natura intangibile e l'impossibilità di testarli prima del loro utilizzo; (iv) gestione dei clienti, che rappresentano il principale focus per l'implementazione di efficaci strategie di servitizzazione, motivo per cui risulta indispensabile la predisposizione di appropriati sistemi di comunicazione e tracciamento della loro soddisfazione; (v) gestione del rischio, per lo più operativo e finanziario associato all'avvio di iniziative di servitizzazione i cui ritorni, soprattutto nel breve periodo, possono essere incerti, anche a causa di fattori contingenti come cambiamenti nei trend di mercato o nei requisiti dei clienti, introduzione di nuove tecnologie, modifiche legislative o regolamentari, ecc...

In ogni caso, l'implementazione con successo di strategie di servitizzazione richiede, da parte delle imprese, una profonda presa di coscienza di ciò che esse sono effettivamente in grado di fare e quali nuove competenze necessitano acquisire o sviluppare (Davies, Brady, & Hobday, 2006a e 2006b).

L'intera branca della letteratura sul tema della servitizzazione individua, inoltre, come presupposto fondamentale, la necessità di adottare un concreto orientamento al cliente. Per un maggiore focus su tale tema occorre far riferimento ad un altro rilevante filone di studio strettamente correlato, ovvero quello dedito all'analisi dei Product-Service System (PSS).

1.2 I Product-Service Systems

1.2.1 Il concetto di PSS

Sebbene il concetto di Product-Service System risulti altamente correlato al tema della servitizzazione, la principale differenza consiste nella motivazione e nell'origine geografica delle rispettive comunità di ricerca. Il PSS è un concetto scandinavo sviluppatosi agli inizi degli anni novanta che è strettamente legato ai dibattiti sulla sostenibilità e sulla riduzione dell'impatto ambientale delle imprese manifatturiere (Baines T. S., Lightfoot, Benedettini, & Kay, 2009).

In particolare, lo studio dei PSS ha preso le mosse, alla fine degli anni ottanta, da ricercatori che supportavano l'idea secondo cui la crescita dell'economia dovrebbe essere perseguita prestando contemporaneamente attenzione a limitare le pressioni sull'ambiente, e soprattutto i consumi di energia e prodotti materiali. A tal proposito, essi hanno cominciato a sostenere la possibilità di adempiere ad un determinato bisogno del cliente in modo immateriale, ad esempio attraverso la fornitura di servizi progettati ad hoc, e non necessariamente mediante il consueto ricorso a beni "fisici".

Questo approccio è noto come "dematerializzazione" dell'economia (Mulder, 2006), e la sua principale finalità era quella di avviare un cambiamento radicale nel modo di concepire i business di molte imprese, promuovendo il passaggio dalla vendita di soli prodotti alla vendita di funzioni o del mero "utilizzo" del prodotto stesso.

In questo contesto, il concetto di PSS si configura come una proposta di mercato che estende le tradizionali funzionalità di un prodotto mediante l'integrazione di una serie di servizi: il focus si sposta quindi dalla "vendita del prodotto" alla "vendita dell'uso" (Baines T. S., et al., 2007).

Nello studio di un PSS, non si può prescindere dal citare una delle sue prime definizioni, quella di Goedkoop, van Halen, te Riele, & Rommens, 1999 secondo cui "un PSS è un insieme commercializzabile di prodotti e servizi in grado di soddisfare congiuntamente molteplici esigenze di un utente". Negli ultimi due decenni si è osservata comunque una crescente attenzione, da parte del mondo accademico, nei confronti dei PSS, che ha favorito il proliferare delle relative definizioni. Come è possibile osservare dalla Tabella 2, molte di esse sottolineano l'aspetto legato alla capacità di un PSS di migliorare l'impatto sociale ed ambientale delle aziende manifatturiere.

Autore (data)	Definizione di Product-Service System
Goedkoop et al. (1999)	“un sistema di prodotto-servizio è un insieme di prodotti, servizi, reti di "attori" e infrastrutture di supporto che si adopera continuamente per risultare competitivo, soddisfare le esigenze dei clienti e avere un minore impatto ambientale rispetto ai modelli di business tradizionali”.
Roy (2000)	"il [sistema] prodotto-servizio sostenibile considera sistemi socio-tecnici alternativi in grado erogare l'essenziale funzione di utilizzo finale di un prodotto esistente, come il calore o la mobilità”.
Centre for Sustainable Design (2001)	“un sistema pre-progettato di prodotti, infrastrutture di supporto e necessarie reti di comunicazione che soddisfa le esigenze degli utenti sul mercato, ha un impatto ambientale ridotto rispetto ai singoli prodotti o servizi che svolgono la stessa funzione ed è in grado di auto-apprendere”.
Brandsotter (2003)	“un PSS è costituito da prodotti tangibili e servizi intangibili, progettati e combinati in modo che siano congiuntamente in grado di soddisfare le esigenze specifiche dei clienti. Inoltre, il PSS cerca di perseguire gli obiettivi dello sviluppo sostenibile”.
ELIMA report (2005)	“un PSS è definito come un sistema di prodotti, servizi, reti di supporto e infrastrutture progettate affinché esso risulti: competitivo, in grado di soddisfare le esigenze dei clienti abbia un impatto ambientale inferiore rispetto ai modelli di business tradizionali”.
Baines et al. (2007)	"prodotti e servizi combinati in un sistema per fornire all'utente le funzionalità richieste in modo da ridurre l'impatto sull'ambiente”.
Tan et al. (2010)	"spostamento della strategia di business da un focus orientato al prodotto ad un focus orientato al servizio, in cui invece del prodotto stesso, le sue funzioni, la sua utilità e le prestazioni che esso è in grado di fornire sono considerate di maggior valore per il cliente”.
Ding et al. (2016)	"un pacchetto sistematico in cui i servizi immateriali sono collegati a prodotti tangibili per completare le varie attività industriali nell'intero ciclo di vita del prodotto”.
Vezoli et al. (2017)	"un modello di offerta che fornisce un mix integrato di prodotti e servizi che insieme sono in grado di soddisfare una particolare domanda del cliente (fornire una “unità di soddisfazione”), sulla base di interazioni innovative tra gli stakeholder del sistema di produzione del valore (sistema di soddisfazione), dove l'interesse economico e competitivo dei fornitori ricerca continuamente nuove soluzioni ecologicamente e socialmente vantaggiose”.

Tabella 2. Principali definizioni di Product-Service System.

È facile pertanto cogliere una nuova interpretazione del concetto di prodotto, che muta dall'essere considerato come risultato fisico di uno specifico processo di produzione, ad una nuova concezione per cui il prodotto di un'azienda è solo una componente di un insieme integrato di prodotti e servizi interdipendenti, sviluppati con particolare attenzione alla specifica domanda del cliente

Mont (2002) ha inoltre analizzato l'impatto dell'introduzione di PSS dal punto di vista di diversi attori: per i consumatori, il PSS implica il passaggio dall'acquisto di prodotti all'acquisto di servizi e soluzioni di sistema che hanno il potenziale di incrementare il valore percepito, incontrando esigenze talvolta non soddisfatte o non ancora manifestate. Per i produttori e fornitori di servizi, i PSS comportano un maggior grado di responsabilità per l'intera durata di vita del prodotto e l'acquisizione di opportune risorse per la loro progettazione e gestione. In questo contesto, nel passaggio dalla produzione di massa di prodotti standardizzati alla customizzazione di massa in mercati i cui driver sono per lo più attenzione alla qualità e creazione di valore per il cliente, le core competence piuttosto che gli asset fisici contribuiscono significativamente alla competitività delle imprese.

Considerando congiuntamente produttori e consumatori, i PSS potrebbero in alcuni casi comportare dei cambiamenti nella struttura dei diritti di proprietà: in molti casi, il cliente non acquisisce la proprietà del prodotto fisico, che permane in mano all'azienda che lo produce o ne gestisce la fornitura, ma acquista l'uso dello stesso o dello specifico risultato che si genera dal suo impiego.

Inoltre, l'offerta di complesse soluzioni contenenti prodotti e servizi dà luogo anche alla transizione da flussi di ricavi derivanti principalmente dalle transazioni di vendita di prodotti fisici, a meccanismi di remunerazione basati sulla gestione della relazione con il cliente e sulla fornitura di servizi integrati ai prodotti.

1.2.2 Benefici e barriere all'implementazione dei PSS

Il concetto di PSS ha il potenziale di supportare cambiamenti radicali nei tradizionali scenari di produzione e consumo, ed è in grado di accelerare la transizione verso pratiche e modelli di business più sostenibili.

Diversi ricercatori concordano nel sostenere che i PSS si configurino come una cospicua fonte di redditività per le imprese: i servizi, garantendo tipicamente più alti margini rispetto

ai prodotti fisici, rappresentano attraenti fonti di ricavi (Mathieu, 2001); in quest'ottica, i PSS possono rappresentare un'importante strumento di differenziazione o innovazione in settori maturi, con impatti positivi sulla redditività: il valore trasferito al cliente, e quindi la sua disponibilità a pagare, crescono grazie all'ampliamento delle forme di assistenza o delle componenti di servizio offerte, che comprendono attività o procedure che prolungano la durata di un prodotto esistente, ne ampliano le sue funzioni (mediante aggiornamento o ricondizionamento) e rendono il prodotto fisico (o i materiali che lo costituiscono) ancora utilizzabile anche al termine del suo ciclo di vita (Manzini & Vezzoli, 2001). In particolare, l'implementazione di un PSS appare tanto più profittevole quanto più i costi delle fasi di utilizzo e smaltimento (e il recupero dei prodotti a fine vita) sono internalizzati ed il prodotto stesso, nel momento in cui il cliente se ne disfa, ha ancora un buon valore di mercato (Mont, 2002).

Dal punto di vista dei consumatori, essi possono beneficiare di una più ampia varietà di scelta sul mercato, servizi di manutenzione e riparazioni, molteplici schemi di pagamento e della prospettiva di differenti modalità di utilizzo di un prodotto che meglio si adattano alle loro esigenze in termini di titolarità della proprietà.

Attraverso una comunicazione continua con il cliente, che talvolta viene coinvolto direttamente nella progettazione e nell'implementazione del PSS, l'azienda è in grado di fidelizzarlo (Aurich, Mannweiler, & Schweitzer, 2010) ed al tempo stesso di acquisire informazioni rilevanti per sviluppare nuovi metodi, procedure e sistemi in grado di migliorare le performance del prodotto (Sundin, Sandström, Lindahl, & Rönnbäck, 2009) e, indirettamente, la sua immagine.

L'implementazione di un PSS può infine rappresentare una sfida culturale tanto per i consumatori quanto per i fornitori. I PSS offrono nuovi modi di intendere ed influenzare le relazioni con gli stakeholder ed in generale tra i vari attori coinvolti nella catena del valore. Allo stesso tempo, ci si attende che la promozione di servizi aggiuntivi o sostitutivi di prodotti esistenti e di schemi alternativi di utilizzo dei prodotti-servizi possa contribuire alla creazione di nuovi posti di lavoro, compensando in parte la riduzione dell'occupazione nella manifattura tradizionale (Baines T. S., et al., 2007; Manzini, Vezzoli, & Clark, 2001).

Talvolta, i PSS si configurano come una riorganizzazione di processi convenzionali e, nonostante il loro marcato orientamento alla salvaguardia dell'ambiente, possono non risultare intrinsecamente più sostenibili della normale offerta di prodotti.

Studi specifici dimostrano, ad esempio, che l'introduzione di scenari multipli di utilizzo di un prodotto non conducono automaticamente ad un minore impatto sull'ambiente (Krutwagen, van Kampen, 1999). Si pensi al leasing, ad esempio, grazie al quale molti consumatori ottengono l'accesso a beni che essi non potrebbero acquistare direttamente o semplicemente per i quali posticipano l'acquisto. Al tempo stesso, il leasing favorisce la restituzione - ed in alcuni casi la dismissione - dei vecchi prodotti, in quanto la durata di utilizzo è monitorata e spesso al termine del contratto molti trovano più conveniente stipulare un contratto di leasing per un nuovo prodotto piuttosto che scegliere l'opzione di acquisto del vecchio.

Inoltre, anche tra le organizzazioni che risultano propense a progettare ed implementare PSS, i cambiamenti necessari nella cultura aziendale e nel sistema tradizionale di generazione dei profitti potrebbero dissuadere i produttori dall'intraprendere l'iniziativa per via della mancanza di esperienza o conoscenze relativamente a: metodi e strumenti di progettazione dei servizi, meccanismi di pricing da adottare per la nuova tipologia di offerta, sistemi di customer relationship management che permettano all'azienda di rendere l'interfaccia con il cliente meno transazionale ma più relazionale e orientata alla creazione di rapporti di lungo termine.

Riguardo a quest'ultimo aspetto, buona parte dei ricercatori sul tema (Manzini, Vezzoli, & Clark, 2001; Mont, 2002; Goedkoop, van Halen, te Riele, & Rommens, 1999) concordano nel ritenere che una delle principali barriere allo sviluppo di PSS è rappresentata dal cambiamento culturale che investe il cliente, chiamato a sostituire il tradizionale processo di acquisizione della proprietà di un bene con il semplice acquisto del suo utilizzo o delle sue funzionalità.

E proprio allo scopo di vincere questo tipo di resistenze, lo sviluppo di PSS dovrebbe essere supportato da una stretta cooperazione tra produttori, fornitori di servizi e clienti finali al fine di favorire il massimo allineamento tra bisogni da soddisfare e soluzioni già disponibili o da progettare ad hoc.

Benefici	Barriere
<p>Supporto alla differenziazione dell'offerta e alla crescita della redditività grazie all'erogazione, unitamente al prodotto, di nuove componenti di servizio</p> <p>Creazione di barriere ai competitor basate su relazioni più dirette o di forte collaborazione con il cliente, al fine della sua massima soddisfazione</p> <p>Dati sul prodotto raccolti durante il suo utilizzo al fine di migliorarne le prestazioni nel corso del suo ciclo di vita</p> <p>Sollevamento del cliente dall'onere della proprietà del bene</p> <p>Riduzione degli impatti ambientali delle imprese attraverso lo sviluppo di nuovi modelli di consumo e riuso di prodotti e servizi</p> <p>Aumento dell'offerta di lavoro che controbilancia la riduzione dell'occupazione nel settore manifatturiero tradizionale</p>	<p>Necessità di allineamento e collaborazione tra provider e cliente nel passaggio da relazioni transazionali a rapporti di lungo termine basati sulla fiducia</p> <p>Scarsa percezione o esiguità degli impatti socio-economici ed ambientali</p> <p>Timore da parte delle aziende manifatturiere tradizionali nei confronti dei rischi connessi alla mancanza di esperienza nella progettazione ed erogazione di servizi, all'adozione di nuovi meccanismi di pricing, ai cambiamenti da apportare all'organizzazione e ai processi di lavoro</p> <p>Bassa maturità e scarso engagement del cliente nei confronti dei nuovi mercati sorti attorno ai PSS</p> <p>Consumatori non sempre entusiasti del consumo senza acquisizione della proprietà</p>

Tabella 3. Confronto sintetico tra benefici e barriere all'implementazione di PSS (adattamento da Cavalieri & Pezzotta (2012)).

1.2.3 Tipologie di PSS

Negli ultimi due decenni ci sono stati diversi tentativi di categorizzare le varie tipologie di PSS. La classificazione comunemente accettata dalla maggior parte dei ricercatori li suddivide in tre categorie sulla base del tipo di relazione che si instaura tra il provider ed il cliente (Baines et al., 2007; Mont, 2002; Cook, Bhamra, & Lemon, 2006; Tukker & Tischner, 2006; Manzini & Vezzoli, 2003):

- (i) **PSS product-oriented:** sistema che prevede la promozione/vendita del prodotto in maniera tradizionale, con l'aggiunta di una serie di servizi correlati utili garantire funzionalità e durabilità del prodotto (manutenzione, riparazioni, iniziative di recupero e riciclo, training al cliente per ottimizzare l'uso del prodotto o sfruttarne a pieno le

funzionalità, ecc..). La proprietà del prodotto rimane al cliente ma la sua offerta di valore si amplia grazie all'integrazione di servizi complementari.

- (ii) **PSS use-oriented:** sistema basato sulla vendita dell'uso o della disponibilità di un prodotto, la cui proprietà è detenuta dall'azienda che lo offre. Tipicamente il cliente accede al bene attraverso una piattaforma dedicata, ottenendo l'utilità desiderata e pagando una cifra calcolata in genere sulla base del tempo di effettivo utilizzo dell'asset. Esempi noti di tale sistema sono il leasing e le varie piattaforme di sharing mobility come il car-sharing o il bike-sharing.
- (iii) **PSS result-oriented:** sistema che prevede la vendita di un risultato o di una capacità specifici piuttosto che un prodotto specifico. Secondo questo approccio, i prodotti sono sostituiti da nuovi servizi, spesso guidati da nuove tecnologie. Le aziende offrono talvolta combinazioni personalizzate di servizi, mantenendo la proprietà dei prodotti utilizzati, dove il cliente paga per ottenere un determinato risultato finale. Esempi tipici di PSS di questa categoria sono i servizi di pulizia (ad es. i servizi di lavanderia in sostituzione della vendita di lavatrici).

Neely (2008) ha ampliato questa triplice classificazione di base introducendo altre due categorie:

- (iv) **PSS integration-oriented:** sistemi che si sviluppano quando le aziende decidono di ampliare la propria offerta ricorrendo all'integrazioni di varie forme di servizi, tipicamente avviando processi di integrazione verticale. La proprietà del prodotto tangibile è ancora trasferita al cliente, ma il fornitore ricerca l'integrazione verticale, ad esempio rivolgendosi alla vendita al dettaglio e alla distribuzione, ai servizi finanziari, di consulenza, ai servizi immobiliari, di trasporto e consegna, ecc...
- (v) **PSS service-oriented:** sistemi che incorporano il servizio nel prodotto stesso. Quest'ultimo viene venduto al cliente unitamente a specifici servizi a valore aggiunto, i quali costituiscono parte integrante dell'offerta (ovvero non sono forniti come elemento addizionale opzionale, come accade nel caso dei PSS product-oriented). Ad esempio si pensi ai motori aerei che vengono oggi venduti unitamente a sistemi di monitoraggio del loro utilizzo e delle loro prestazioni.

Clayton, Backhouse, & Dani (2012) hanno descritto queste cinque tipologie di sistemi nell'ambito di un continuum prodotto-servizio lungo il quale si individuano offerte variamente combinate di prodotti e servizi.

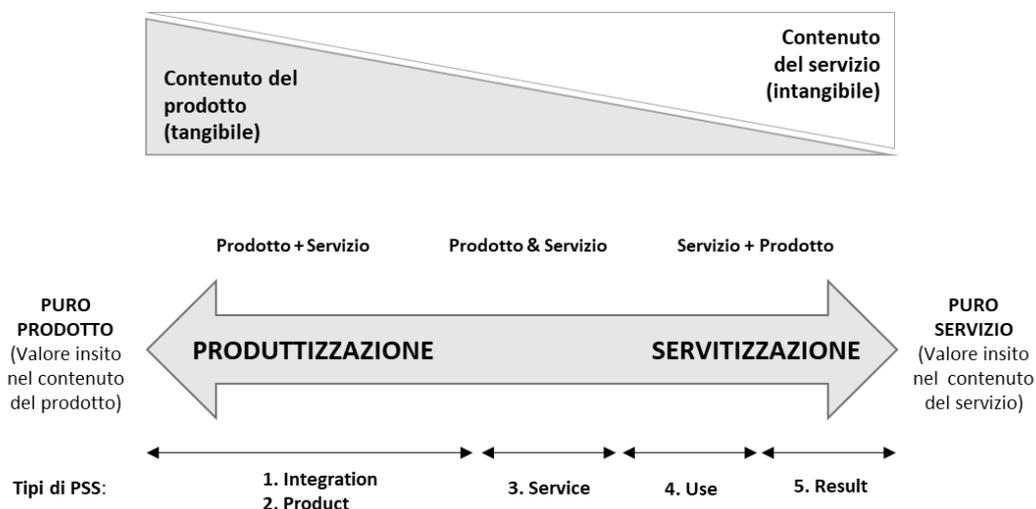


Figura 1. Categorizzazione dei vari tipi di PSS nel continuum prodotto-servizio, adattamento da Clayton, Backhouse, & Dani (2012).

Un PSS può dunque essere progettato ed implementato utilizzando tecniche ed approcci differenti a seconda della misura in cui gli elementi del prodotto e del servizio sono combinati in un'unica offerta, nonché in base al tipo di relazione che viene ad instaurarsi tra provider e cliente. Esiste a tal proposito un consistente corpus di metodologie e strumenti dedicati, molti dei quali basati su approcci sistemici utili ad integrare la prospettiva di prodotto e servizio, tenendo conto anche dei contributi o delle aspettative dei diversi attori e stakeholder coinvolti nel processo di implementazione del PSS (Morelli, 2009).

1.2.4 Modellazione di un PSS

In letteratura si contano diversi contributi alla modellazione del concetto di PSS, ai quali è associata una serie di tecniche e metodologie di progettazione ed analisi formulate ad hoc con riferimento al contesto applicativo in cui il PSS verrà implementato. È dunque possibile enumerare diversi approcci alla modellazione di un PSS (Tabella 4), evidenziando in questo senso la mancanza di un paradigma condiviso ed accettato da poter considerare quale base

per le attività di progettazione e sviluppo, ma anche per la valutazione delle relative performance o qualità.

Fonte	Approccio proposto	Breve descrizione	Focus
(Aurich, Fuchs, & C., 2006) (Yang, Xing, & Lee, 2010)	Integrated Life Cycle	Tecnica di modellazione basata sul ciclo di vita del servizio (e sull'integrazione con il ciclo di vita del prodotto)	Management del ciclo di vita del PSS
(Sakao & Shimomura, Service engineering: a novel engineering discipline for producers to increase value, 2007)	Service Engineering	Struttura multi-modello per la progettazione di un PSS	Progettazione del PSS
(Abramovici, Neobach, Schulze, & Spura, 2009)	IPS ² Metadata Model	Un modello di riferimento basato su metadati per la gestione del ciclo di vita dei PSS industriali (IPS ²)	Management del ciclo di vita del PSS
(Hara, Arai, Shimomura, & Sakao, 2009) (Geum & Park, 2011)	Extended/Product Service Blueprint	Ampliamento della tecnica di modellazione classica "Service Blueprint"	Integrazione Prodotto-servizio
(Müller, Schulz, R., & Stark, 2010)	PSS Layer Method	Struttura di modellazione multilivello per evidenziare requisiti e attività per la progettazione di PSS	Progettazione del PSS (elicitazione dei requisiti)
(Van Ostaeyen, Van Horenbeek, Pintelon, & Duflou, 2013)	Functional Hierarchy Modeling	Tecnica di modellazione per le funzioni del PSS	Progettazione del PSS (analisi funzionale)
(Wiesner, Padrock, & Thoben, 2014)	Extended Product Business Model	Metodologia di integrazione dell'Extended Product (EP) nei modelli di business	Business Modeling
(L. & Brissaud, 2016)	PSS Multi-Views Modeling Framework	Un framework di modellazione a più viste che combina progettazione product-oriented e service-oriented	Progettazione del PSS
(Annarelli, Battistella, & Nonino, 2016)	Struttura concettuale del PSS	Una struttura concettuale derivata dalla letteratura che si occupa dell'analisi dell'impatto economico, ambientale e sociale dei PSS	Valutazione del PSS
(Lahya & P., 2017)	Struttura concettuale del business model del PSS	Un quadro concettuale a supporto dello sviluppo dei PSS dal punto di vista del modello di business	Business Model

Tabella 4: Tecniche di modellazione dei PSS (adattamento effettuato sulla base dello studio condotto da Idrissi, Boucher, & Medini, (2017)).

Per motivazioni congeniali allo scopo del presente studio e al fine di rispondere alla domanda di ricerca, si è deciso di analizzare il PSS considerandolo quale combinazione delle seguenti tre componenti (Tukker & Tischner, 2006; Goedkoop, van Halen, te Riele, & Rommens, 1999):

- il prodotto, che tipicamente costituisce la quasi totalità della sfera tangibile del PSS, progettato per erogare specifiche funzioni ed incorporare gli elementi fisici necessari per l'erogazione del servizio. Nel paradigma della servitizzazione, secondo Tukker (2014) “un prodotto è un bene tangibile fabbricato per essere venduto, che soddisfa specifiche esigenze degli utilizzatori”.
- il servizio, ovvero la parte intangibile del PSS, il quale, sempre in accordo con Tukker, può essere definito come un'attività svolta per specifici stakeholder al fine di soddisfarne espliciti bisogni e generare valore economico. In particolare, nel contesto dei PSS, è possibile parlare di sostituibilità del servizio con il prodotto (o viceversa), in misura maggiore o minore a seconda della natura dell'integrazione con quest'ultimo (Müller & Stark, 2010):
 - (i) Addizionale (il servizio è additivo al prodotto esistente)
 - (ii) Sostitutiva (il servizio sostituisce in parte o quasi totalmente il prodotto)
 - (iii) Manageriale (il servizio contribuisce alla gestione o erogazione delle funzioni del prodotto).
- il sistema, intendendolo genericamente come una combinazione di elementi e delle loro relazioni (Goedkoop, van Halen, te Riele, & Rommens, 1999):
 - (i) Processi: attività parallele o in serie svolte all'interno del PSS. Descrivono come il PSS viene fornito o utilizzato dal cliente, le informazioni scambiate, le risorse utilizzate, etc.
 - (ii) Network: l'infrastruttura che abilita il PSS e gestisce l'interazione tra prodotto, servizi, utenti, etc. Ad esempio, per un sistema di car-sharing station-based l'infrastruttura è rappresentata dalle stazioni, dai server che abilitano il riconoscimento degli utenti, lo sblocco dei veicoli, l'avvio e la fine dei noleggi, dalla piattaforma di telematica e controllo a distanza delle auto, dai sistemi di geolocalizzazione, etc.

- (iii) Parametri di funzionamento: metriche utilizzate per valutare le caratteristiche o le condizioni di erogazione del PSS. Ad esempio, sempre per un servizio di car-sharing, il costo di utilizzo al chilometro o al minuto.
- (iv) Stakeholder, ovvero l'insieme di tutti gli attori che compongono l'ecosistema del PSS: imprese partner, clienti, fornitori, etc.

I sistemi prodotto-servizio stanno forzando una nuova comprensione delle relazioni tra le varie entità ed i molteplici attori coinvolti nella fornitura e nella gestione dei PSS durante il relativo ciclo di vita (Cavaliere & Pezzotta, 2012). Un'azienda che offre un PSS è chiamata ad approfondire il business dei servizi e comprenderne i processi di erogazione in modo molto più organico rispetto ad un'azienda manifatturiera classica. Come implicito nel concetto di PSS, prodotti e servizi risultano integrabili grazie al supporto di "sistemi", con tutte le sopra citate componenti, appositamente progettati ed implementati.

È opportuno precisare che in base al contesto operativo e alle specifiche caratteristiche dell'integrazione tra prodotto e servizio, la configurazione del sistema che la rende possibile può variare significativamente, come già precisato nel paragrafo 1.2.3.

In ogni caso, è opinione condivisa quella secondo cui l'erogazione di soluzioni complesse come quella del prodotto-servizio necessita di risorse, competenze e abilità che possono talvolta non essere disponibili all'interno di un'unica impresa e quindi necessitano di essere create ad hoc o acquisite all'esterno grazie all'attivazione di specifiche relazioni (di fornitura, co-design, ecc..) con altri attori (Pawar & Beltagui, 2009; Annarelli, Battistella, & Nonino, 2016).

CAPITOLO 2

Le dimensioni latenti della qualità dei PSS

2.1 Concetti preliminari

La crescente attenzione verso la percezione dei consumatori in merito alla qualità di prodotti e servizi da essi acquistati, ha spinto da diversi decenni aziende ed accademici a ricercare la combinazione ottimale di tecniche e metodologie di misurazione e controllo della qualità dei propri input, output e processi operativi.

Attualmente, tanto nel campo dei prodotti quanto in quello dei servizi, si contano innumerevoli strumenti per operazionalizzare il concetto di qualità e stimolare il miglioramento continuo. Nel mondo accademico il tema attrae costantemente notevole attenzione divenendo soggetto a periodici aggiornamenti o revisioni con l'intento di supportare le aziende nell'affrontare le sfide che il contesto competitivo impone loro.

È ormai noto, infatti, che la qualità rappresenta una delle dimensioni strategiche chiave per la sopravvivenza e la redditività delle imprese.

Per quanto concerne il paradigma dei PSS, nonostante essi si configurino come una realtà affermata in molti contesti aziendali, gli studi in merito alle metodologie per la valutazione della relativa qualità sono ancora in fase embrionale o, nella maggior parte dei casi, prodotti e servizi continuano ad essere valutati separatamente tralasciando di considerare gli aspetti legati alla loro integrazione.

Gli unici contributi presenti in letteratura forniscono per lo più linee guida o criteri di valutazione puramente qualitativi di specifici aspetti dei PSS. Per citarne alcuni, sono disponibili diversi studi inerenti l'analisi dei requisiti in ottica della qualità finale del PSS (Sousa-Zomer & Miguel, 2017; Barravecchia, Mastrogiacomo, & Franceschini, 2018), la valutazione della soddisfazione del cliente circa il modello di un nuovo PSS nella fase iniziale di progettazione (Kimita, Shimomura, & Arai, 2009; Lee, Geum, & Park, 2015), la stima dell'impatto del PSS sulle dimensioni economica, ambientale e sociale di un'azienda – queste ultime note come le 3P : profitto, pianeta e persone (Kim K.-J. , et al., 2013) .

Pertanto, è opinione condivisa quella secondo cui vi sia al momento scarsa comprensione circa il modo con cui la qualità di un PSS è percepita e siano di fatto assenti strumenti convenzionali per misurarla e gestirla.

A causa delle fondamentali differenze esistenti tra prodotti e servizi, sono evidenti le limitazioni all'idoneità delle procedure di valutazione della qualità specifiche di prodotti e servizi per quanto concerne la loro applicazione ai PSS. Appare allora necessario superare le due visioni separate della qualità dei prodotti e dei servizi e sviluppare un nuovo approccio che consenta di considerare simultaneamente tutti gli aspetti e le peculiarità di tali sistemi, nonché le sinergie tra i vari elementi che li compongono. Occorre inoltre tener presente che la realizzazione di un PSS avviene grazie ad un'estesa rete di creazione di valore aggiunto, che comprende produttori degli elementi tangibili, fornitori di servizi e partner di varia natura (nella maggior parte dei casi figure distinte) in stretta collaborazione con i loro clienti. Pertanto, i diversi soggetti coinvolti nell'implementazione del PSS devono essere debitamente considerati nel processo di modellizzazione dello stesso e nella definizione degli strumenti per valutarne la qualità.

In secondo luogo, essendo i processi di realizzazione dei PSS in molti contesti basati su una forte integrazione con i clienti sin dalle fasi iniziali di progettazione, la relativa qualità deve essere misurata rispetto alle esigenze individuali del cliente stesso. È infatti il cliente a valutare, a seguito dell'uso del PSS, se le sue esigenze o aspettative sono state soddisfatte. Dunque, è opportuno che il provider di un PSS disponga di un appropriato sistema di misurazione per monitorarne la qualità in itinere e relativamente a ciascuna delle fasi che compongono il suo ciclo di vita.

Obiettivo del presente studio è appunto quello di formalizzare una metodologia concretamente utilizzabile dai provider di PSS che integri le tecniche già esistenti, ma al tempo stesso permetta di cogliere e valorizzare i benefici del connubio tra le sfere del prodotto e del servizio, nonché gli aspetti legati all'integrazione e alla capacità di quest'ultima di incrementare il valore percepito dal cliente.

2.2 Metodologia di ricerca

Nel perseguire il fine dello studio, è stato utilizzato un approccio innovativo derivante dall'integrazione tra le tradizionali tecniche di misurazione dei costrutti della qualità e le

recenti sperimentazioni condotte nell'ambito degli user-generated content (UGC), considerati un potente strumento per indagare aspettative ed opinioni dei consumatori.

Il primo passo è dunque consistito nell'identificare una serie di determinanti ritenute cruciali per la qualità di un PSS.

A tal proposito, seguendo l'approccio proposto da DeVellis (2016), si è anzitutto specificato il dominio del costrutto di misura. Per via della composizione eterogenea di un PSS, si è ritenuto necessario considerare simultaneamente gli aspetti che influenzano sia gli elementi tangibili che quelli intangibili dell'offerta di valore. Si sono pertanto passate in rassegna quelle che in letteratura sono riconosciute come le determinanti della qualità rispettivamente di prodotti e servizi.

Quindi, si è proceduto con la derivazione di specifiche determinanti di qualità per i PSS, integrando le caratteristiche della sfera del prodotto e di quella del servizio ed al tempo stesso individuandone di nuove, in grado di riflettere gli aspetti legati al contenuto innovativo di tali sistemi e alle sinergie che si generano tra i vari elementi costituenti.

A questo punto si è proseguito con la generazione di un set di item (enunciati) rappresentativi delle dimensioni così definite.

Le tecniche tradizionali di indagine delle percezioni dei consumatori sulla qualità di prodotti o servizi avrebbero previsto a questo punto l'avvio di un'apposita procedura di analisi e testing finalizzata alla costruzione di una struttura di scala in grado di operationalizzare il concetto di qualità di un PSS.

Più specificatamente, queste ultime richiedono i seguenti passi (Churchill, 1979): (i) generazione di un campione iniziale di item riferiti alle dimensioni individuate per indagare il costrutto; (ii) somministrazione degli item ad un gruppo di consumatori mediante interviste o questionari, al fine di poter collocare su una scala le relative valutazioni; (iii) perfezionamento del pool iniziale di item ed analisi fattoriale per l'identificazione del numero ottimale di dimensioni del costrutto; (iv) ottimizzazione della scala nell'ambito di un processo iterativo che valuti simultaneamente affidabilità e dimensionalità delle misure del costrutto, ottenibili utilizzando la scala stessa.

Sebbene alquanto consolidato, questo metodo è ritenuto dispendioso in termini di tempo e di risorse (Churchill, 1979). Inoltre, presenta diverse limitazioni, tra cui: (i) la dimensione limitata del campione di clienti inizialmente intercettato, (ii) la definizione del pool iniziale di elementi per misurare la percezione della qualità può essere influenzata dalle soggettività

degli esperti del settore, o alcune dimensioni possono essere sottovalutate o addirittura non rilevate, (iii) le risposte acquisite potrebbero includere potenziali errori di difficile rilevazione (DeVellis, 2016; Churchill Jr, 1979).

Pertanto, tenendo conto dei suddetti aspetti si è optato per l'adozione di un approccio innovativo per l'indagine delle determinanti di qualità di un PSS, così da provare ad avanzare una conferma empirica, anche solo parziale, al framework sviluppato.

Si è cioè tentato di estrarre le dimensioni latenti della qualità di una specifica famiglia di PSS assunta come riferimento per la sperimentazione, direttamente da un insieme di dati testuali non strutturati, rappresentati da un corpus di recensioni postate online dagli utenti del PSS stesso. Dunque, l'assunzione che ha guidato l'analisi è stata quella secondo cui se le determinanti identificate nel framework inizialmente sviluppato sono effettivamente considerate dagli utenti nella formulazione del loro giudizio sul PSS in esame, allora dovrà trovarsi traccia nelle review da essi postate.

Gli user-generated content sono oggi considerati uno strumento per l'ottenimento di feedback dai consumatori potente, penetrante e gratuito o a basso costo. Sono inoltre disponibili in elevati volumi, permettendo di acquisire attraverso di essi svariate categorie di informazioni o eseguire differenti tipologie di analisi.

Dunque, per l'analisi proposta si è ricorso ad una specifica metodologia nel campo del topic modeling. Con tale espressione si denota una serie di tecniche di analisi testuale che ricercano le strutture tematiche nascoste all'interno di un corpus di documenti e clusterizzano i documenti stessi attorno agli argomenti di maggiore discussione.

In particolare, l'algoritmo utilizzato, il Latent Dirichlet Allocation, è un modello probabilistico che consente l'individuazione degli argomenti (i topic) più ricorrenti nel corpus e delle relative parole chiave.

L'obiettivo prefissato è stato quindi quello di rintracciare, tra i topic estratti dal corpus, almeno alcune delle determinanti individuate nella parte iniziale dello studio, in modo confermare a livello empirico, anche solo parzialmente, il framework proposto.

L'approccio descritto è stato così ritenuto idoneo a perseguire il fine della ricerca, sebbene presenti anch'esso una serie di limitazioni che saranno discusse e precisate nei paragrafi successivi.

2.3 Derivazione delle determinanti di qualità di un PSS

Il concetto di qualità ha subito molteplici evoluzioni nel corso del tempo. Diversi studiosi si sono cimentati nel cercare di condensare nella propria definizione alcuni aspetti e dimensioni di un prodotto o un servizio ritenuti salienti nell'influenzare la percezione della relativa qualità.

Data la multidimensionalità del concetto di qualità, non esiste tuttavia una definizione universalmente riconosciuta ed accettata, motivo per cui, ai fini del presente studio si è scelto di far riferimento a quella presente nella normativa ISO 9000:2015 secondo cui la qualità costituisce "il grado con cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti", ove per requisito si intende "un'esigenza o aspettativa che può essere espressa, implicita o cogente".

Nell'ottica della valutazione della qualità di un PSS, un requisito può quindi essere pensato come un qualsiasi aspetto o dimensione capace di contribuire al soddisfacimento di un determinato bisogno o attesa del cliente-utilizzatore del PSS.

In questa sezione si affronta la questione relativa alle dimensioni di un PSS che influenzano la percezione della relativa qualità.

Come conseguenza della composizione eterogenea dei PSS, appare necessario indagare tanto gli elementi tangibili dell'offerta di valore al cliente, quanto quelli intangibili.

Inoltre, poiché nel processo di accesso ed utilizzo del PSS l'acquirente entra inevitabilmente in contatto con un sistema appositamente designato e più o meno complesso, potendo eventualmente instaurare relazioni dirette con il provider, occorre tener conto anche degli aspetti legati a questo tipo di interazioni e delle influenze che possono generare sulla valutazione della qualità complessiva. Pertanto, nei paragrafi che seguono si riportano i principali risultati di precedenti studi condotti a riguardo dei fattori che potenzialmente orientano la valutazione della qualità dei PSS.

È opportuno precisare che al momento non esiste in letteratura alcuno studio che proponga un insieme organico di criteri per misurare specificatamente la qualità di un PSS.

2.3.1 Determinanti di qualità dei prodotti

La qualità dei prodotti può essere valutata sulla base di diversi aspetti. Tradizionalmente essa è misurata in termini di conformità alle specifiche o numero di difetti.

Tale definizione è tuttavia insufficiente per poter cogliere la percezione del cliente in merito alla qualità del prodotto che acquista. Nel 1984 Garvin, analizzando le strategie competitive di alcune grandi aziende manifatturiere dell'epoca (quali Steinway, Toyotam Polaroid) ha proposto una nota lista di otto determinanti o componenti critiche per la qualità dei prodotti tangibili. Il suo intento era principalmente quello di offrire alle imprese un vocabolario attraverso il quale discutere delle modalità con cui competere strategicamente sulla qualità e cercare eventualmente di costruire un vantaggio competitivo attorno ad una o più delle suddette determinanti. Queste sono sintetizzate di seguito:

- Prestazione (“Performance”): il prodotto svolge la funzione richiesta o il lavoro per il quale è stato progettato? Tale dimensione si riferisce alle caratteristiche operative primarie di un prodotto ed è generalmente valutabile sulla base di attributi misurabili (ad esempio, la velocità di esecuzione di un programma applicativo per PC, oppure accelerazione e cilindrata di un'automobile).
- Funzionalità o attributi accessori (“Features”): cosa è in grado di fare il prodotto? Questa componente valuta le caratteristiche secondarie o addizionali rispetto alle funzioni di base. Esse possono contribuire a distinguere un prodotto dalla concorrenza e gli acquirenti le considerano talvolta come indicative di un livello di qualità superiore.
- Affidabilità (“Reliability”): con quale frequenza il prodotto presenta malfunzionamenti? Tale dimensione riflette la probabilità che si verifichino guasti o inconvenienti in un intervallo di tempo stabilito. Si tratta di una misura significativa soprattutto per i beni durevoli e diversi sono i settori industriali per i quali la percezione della qualità dei relativi prodotti è significativamente influenzata dalla dimensione di affidabilità.
- Conformità (“Conformance”): il prodotto è realizzato esattamente come previsto dal progetto? Questa dimensione dipende dal grado di corrispondenza tra le caratteristiche operative di un prodotto ed i requisiti evidenziati in fase di progettazione. Solitamente si considera di alta qualità un prodotto che soddisfa esattamente gli standard prefissati. Per un'automobile ad esempio, se una delle sue componenti presentasse dimensioni maggiori o minori rispetto a quelle richieste potrebbero verificarsi problemi di assemblaggio o, nel caso questo andasse a buon fine, potrebbero comunque prodursi impatti sulle prestazioni previste da progetto.

- Durata (“Durability”): qual è la durata attesa del prodotto? La vita utile di un prodotto è influenzata da due dimensioni: da un punto di vista tecnico, la durata rappresenta l’intervallo di tempo medio prima che il prodotto si deteriori o necessiti di essere sostituito; dal punto di vista economico, la durata può essere definita come il numero di utilizzi che il prodotto può garantire prima di andare in contro a rottura e la sua sostituzione divenga più conveniente rispetto alla continua riparazione. I clienti si attendono che i prodotti da essi acquistati funzionino correttamente per periodi di tempo sufficientemente lunghi. L’industria automobilistica o dei grandi elettrodomestici sono esempi di settori per i quali la suddetta dimensione di qualità è molto considerata dalla maggior parte dei clienti.
- Manutenibilità (“Serviceability”): con quale facilità un prodotto può essere riparato? In molti settori industriali la valutazione sulla qualità del prodotto da parte dell’acquirente è direttamente influenzata dall’economicità e rapidità con cui le operazioni di manutenzione o riparazione possono essere effettuate.
- Estetica o aspetti formali (“Aesthetics”): come si presenta il prodotto? Questa dimensione riguarda l’aspetto esteriore del prodotto ed include fattori come la forma, il colore, lo stile, la configurazione del packaging, le caratteristiche tattili, etc.
- Livello di qualità percepito (“Perceived quality”): qual è la reputazione di un prodotto o dell’azienda che lo produce? Tale aspetto guida in molti contesti le scelte degli acquirenti che possono essere influenzati dall’immagine, dalla notorietà o dalle comunicazioni ricevute da terzi in merito al prodotto, ma anche eventuali notizie di guasti che si siano rese altamente visibili al pubblico o abbiano comportato il ritiro del prodotto dal mercato.

Il modello di Garvin risulta oggi alquanto datato, soprattutto se si considera il panorama delle tecniche di misurazione quantitativa e miglioramento continuo della qualità dei prodotti sviluppate negli ultimi tre decenni, quali ad esempio gli strumenti di controllo statistico dei processi, le tecniche di campionamento e il Design of Experiments (DOE) (Montgomery, 2009). È in ogni caso innegabile il contributo di Garvin alla definizione della qualità come un concetto multidimensionale ed articolato. Non a caso il framework da lui proposto è utilizzato tuttora come riferimento in molti contesti pratici ed accademici per valutare le percezioni degli utenti in merito agli specifici aspetti della qualità di un prodotto ed eventualmente supportare l’interpretazione delle priorità nella progettazione.

2.3.2 Determinanti di qualità dei servizi

La misurazione della qualità dei servizi è considerata un tema di grande interesse sia per numerosi accademici che per gli addetti ai lavori nel mondo produttivo.

Molte delle definizioni avanzate in merito alla qualità di un servizio concordano nel sostenere che essa costituisca il risultato del confronto che gli acquirenti operano tra attese sulle performance del servizio ed il modo in cui esso viene effettivamente erogato (Caruana & Malta, 2002; Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1985, 1988, 1991).

La partecipazione del cliente quale fattore di produzione esterno e l'intangibilità dei risultati del servizio comportano tuttavia una serie di difficoltà nella misurazione oggettiva della sua qualità. A causa di queste ultime sono stati sviluppati diversi modelli per spiegare e descrivere la qualità dei servizi; tra questi il SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1988) è considerato uno degli approcci più efficaci per la valutazione della qualità di un servizio, indipendentemente dalla sua natura (Roy, et al., 2015).

Gli autori del modello individuano le seguenti specifiche determinanti della qualità di un servizio, sulla base della dimostrazione che tendenzialmente i consumatori adottano criteri simili per le orientare le proprie valutazioni:

- Elementi tangibili: si tratta delle aspetto dei supporti tangibili al servizio quali strumenti, attrezzature e materiali comunicativi, ma anche del personale.
- Affidabilità: riguarda la capacità di erogare il servizio in modo affidabile e preciso, nel rispetto delle condizioni pattuite con l'acquirente.
- Capacità di risposta: concerne la reattività del provider nel fornire prontamente il servizio e soddisfare le esigenze dei clienti come e quando richiesto.
- Capacità di rassicurazione: si sostanzia nella competenza e cortesia degli addetti e nella relativa capacità di ispirare fiducia e sicurezza.
- Empatia: consiste nell'assistenza premurosa ed eventualmente personalizzata che viene riservata agli utenti del servizio.

In molte industrie dei servizi il modello è stato utilizzato come base per la costruzione di appositi questionari per la valutazione della qualità dei servizi offerti, provando di essere uno strumento sufficientemente robusto ed affidabile (Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1991; Franceschini, 2001).

Nonostante le sue numerose applicazioni, il SERVQUAL ha ricevuto comunque diverse critiche, che hanno portato a sue successive revisioni e rielaborazioni (Cronin & Taylor, 1994; Brown, Churchill, & Peter, 1993; Teas, 1993).

In ogni caso, assodata l'intrinseca difficoltà nella misurazione degli attributi che definiscono la qualità del servizio, a causa della variabilità del processo di erogazione e della simultanea presenza di più grandezze d'influenza, è possibile considerare l'insieme delle determinanti identificate nel SERVQUAL quale valido punto di partenza per la valutazione delle componenti di servizio che influenzano la qualità di un PSS.

2.3.3 Altri fattori influenti per la qualità di un PSS

Sebbene le dimensioni di qualità individuate da Garvin per i prodotti ed il SERVQUAL per i servizi siano validamente applicabili per valutare molteplici aspetti di un PSS, tali strumenti non sono pienamente sufficienti per cogliere la percezione della qualità complessiva del PSS. A tal proposito, appare opportuno considerare gli aspetti legati alle sinergie che si generano tra i vari elementi costituenti ricorrendo alla visione sistemica dello stesso.

In altre parole, può risultare utile indagare la qualità considerando il PSS nella sua interezza ed i suoi specifici meccanismi di funzionamento.

A tal proposito si è ricorso alla ricerca in letteratura di quelli che sono considerati aspetti cruciali o requisiti essenziali per la soddisfazione delle aspettative e dei bisogni dei clienti di un PSS. Sono state cioè individuate le seguenti determinanti, le quali si assume, sulla base di appositi studi empirici, possano essere in grado di influenzare la percezione di qualità di un PSS:

- **Conformità del PSS:** si riferisce al rispetto da parte del provider dei requisiti tecnici inerenti la dimensione tangibile del PSS e degli accordi sul livello di servizio da fornire (Kimita, Shimomura, & Arai, 2009; Sakao & Lindahl, 2015). La conformità può riguardare anche la soddisfazione di normative e standard appositamente definiti dagli enti di competenza nel settore di riferimento del PSS (Mazo & Borsato, 2014). Basti pensare al settore del car sharing il quale è soggetto a regolamenti specifici dettati dalle autorità territoriali ed è tenuto al rispetto di specifici standard ambientali e di sicurezza.
- **Tempo di risposta:** riguarda la capacità del PSS di fornire risposte rapide ed appropriate alle richieste di informazioni o di azioni avanzate dall'utente. È questa una determinante propria soprattutto dei sistemi ad alto contenuto di automazione o informatizzazione

(Nelson, Todd, & Wixom, 2005). Si ritiene, tuttavia, che possa costruire un'importante fattore determinante della qualità di un sistema, soprattutto in contesti industriali (come ad esempio l'automotive) soggetti a rapidi cambiamenti e con alti tassi di innovazioni tecnologiche (Flieri & Willison, 2016).

- **Accessibilità:** rappresenta la proprietà del PSS di essere facilmente fruibile da svariate tipologie di utenti senza significativi sforzi di apprendimento delle relative modalità d'uso o dispendio di altre risorse (ad esempio per raggiungere fisicamente il PSS ed utilizzarlo concretamente) (Bailey & Pearson, 1983; Nelson, Todd, & Wixom, 2005).
- **Flessibilità:** indica la capacità del PSS di adattarsi a differenti richieste dei suoi utenti o a mutevoli condizioni del contesto in cui esso opera. Nella misura in cui un sistema offre ai suoi utenti la possibilità di svolgere diverse attività attraverso di esso (si pensi ad esempio ad uno smartphone che abilita l'utente all'esecuzione di una gamma di funzioni che va dai servizi standard di telefonia e navigazione su Internet all'esecuzione di pagamenti o rilevazione dei battiti cardiaci o della pressione sanguigna) la flessibilità può costituire una determinante chiave della qualità del sistema, del relativo funzionamento e dell'output che esso produce (Nelson, Todd, & Wixom, 2005; Flieri & Willison, 2016).
- **Integrazione:** esprime la capacità del PSS di combinare i suoi elementi o le funzioni offerte per supportare le operazioni degli utenti. Ad esempio, lo sviluppo del prototipo di un nuovo smartphone è un processo molto complesso, in cui diverse unità di operative (per lo più distinte in software e hardware) collaborano per creare e integrare virtualmente le diverse parti singolarmente sviluppate ed al tempo stesso abilitare l'esecuzione di tutte le varie categorie di servizi fruibili attraverso l'uso del dispositivo (Flieri & Willison, 2016).
- **Usabilità:** riprendendo la definizione della normativa ISO 9241-11 in materia di Ergonomia e Interazione uomo-macchina, si tratta della "proprietà per cui un prodotto o un sistema si presta ad essere utilizzato da specifici utenti per raggiungere obiettivi predeterminati con efficacia, efficienza e soddisfazione in un preciso contesto d'utilizzo". I requisiti di usabilità necessitano di essere attentamente precisati in fase di progettazione del PSS, soprattutto nel caso in cui esso presenti un alto contenuto tecnologico o di innovazione, in quanto essa può influenzare significativamente la percezione da parte dell'utente della qualità del PSS stesso, indipendentemente dal fatto

che esso svolga correttamente le funzioni per le quali è stato implementato (Jokela, Iivari, Matero, & Karukka, 2003).

- Customizzazione: il grado con cui l'intero PSS o sue componenti possono essere variamente combinate o utilizzate dall'acquirente per soddisfare i suoi bisogni. La customizzazione può eventualmente riguardare anche la valutazione del grado di rispondenza del PSS ai requisiti definiti dal cliente preliminarmente alla progettazione (Geng, Chu, Xue, & Zhang, 2010; Tu, Huang, Kuo, & Lin, 2013).
- Sostenibilità: la capacità del PSS di proporsi quale soluzione in grado di limitare gli impatti ambientali associati al suo utilizzo, in termini di riduzione del consumo di materiali, della generazione di rifiuti o dell'emissione di sostanze inquinanti (Kim K. , et al., 2016), generalmente attraverso lo sviluppo di nuovi e più efficienti modelli di produzione e consumo.
- Social interaction: la capacità del PSS di favorire la creazione di comunità interattive di stakeholder che condividano risorse, forniscano assistenza reciproca e stimolino lo sviluppo delle attività economiche, con ricadute più o meno significative sulla qualità della vita degli stessi consumatori (Chou, Chen, & Conley, 2015). Diversi autori sottolineano inoltre l'importanza del net-working e delle tecnologie online community-based attraverso cui gli utenti possono interagire con altri acquirenti del PSS pubblicando o acquisendo le informazioni di cui hanno bisogno (Islam & Rahman, 2017).

In quest'ottica, le tecnologie dell'informazione si pongono come fondamentale strumento di supporto per le interazioni peer-to-peer e la co-creazione del valore con il cliente attraverso il recupero di asset talvolta sottoutilizzati. Si pensi ad esempio alle varie forme di mobilità condivisa che puntano ad un uso più efficiente dei mezzi di trasporto, ed in particolare delle auto, che in molte economie avanzate risultano in sovrannumero rispetto al totale effettivo dei patentati (18° Rapporto ANIASA - Dati, scenari e trend sullo sviluppo della New Mobility, 2019).

2.4 Framework generale per la valutazione qualità del PSS

A causa dell'intrinseca diversità esistente tra prodotti e servizi, vi sono innumerevoli limitazioni all'applicabilità ai PSS degli specifici strumenti di valutazione della qualità rispettivamente di prodotti e servizi (Waltemode, Carsten, & Aurich, 2012).

La struttura sistemica che caratterizza il PSS necessita di essere adeguatamente gestita al fine di poter considerare tutte le esternalità che si generano tra ciascun componente e come esse impattano sulla percezione della qualità complessiva da parte del cliente.

A tal proposito risulta opportuno fissare un nuovo insieme di dimensioni che siano in grado di rappresentare i fattori che possono influenzare le valutazioni dei consumatori circa la qualità di un PSS.

In prima analisi, tale operazione può essere svolta riunendo le otto dimensioni della qualità dei prodotti proposte da Garvin (1987), le cinque determinanti della qualità dei servizi identificate da Parasurman, Zeithlam e Berry nel modello SERVQUAL (1988) e la tassonomia degli attributi di qualità ricercati in letteratura specificatamente per i PSS.

La tabella 5 riporta l'insieme delle dimensioni della qualità del PSS ottenuto attraverso il processo appena descritto.

È evidente la presenza di alcune grandezze quantificabili ricorrendo ai paradigmi classici della misura, ed altre la cui valutazione appare assai più delicata, non essendovi alcun legame specifico con una catena di riferibilità metrologica (ad esempio si pensi alla customizzazione).

Determinanti di qualità dei Prodotti	+	Determinanti di qualità dei Servizi	+	Altri fattori d'influenza sulla qualità dei PSS	=	Dimensioni di qualità dei Product-Service Systems	Interpretazione
Prestazione		Elementi tangibili		Conformità		Prestazione	- Insieme delle caratteristiche operative primarie di un PSS. Tale dimensione dipende solitamente da attributi misurabili
Attributi						Conformità	- Precisione con cui il PSS soddisfa gli standard prefissati
Conformità						Durata	- Proprietà del PSS di garantire la corretta operatività, senza richiedere eccessive manutenzioni o riparazioni, per tutta la durata di vita prevista da progetto
Durata						Manutenibilità	- Rapidità con cui il PSS può essere riportato in condizioni operative, a fronte di guasti o di manutenzione
Manutenibilità						Estetica	- Dimensione soggettiva valutabile dall'utente in base al suo atteggiamento o alle preferenze personali nei confronti del PSS
Estetica						Affidabilità	- Abilità di fornire funzionalità e servizi dichiarati in modo affidabile ed accurato. Riflette la probabilità che un componente del PSS presenti malfunzionamenti o interruzioni nella sua normale operatività in un determinato intervallo di tempo
Affidabilità		Affidabilità				Capacità di risposta	- Disponibilità ad aiutare i clienti e fornire loro funzionalità e servizi richiesti in un intervallo di tempo ragionevole
-		Capacità di risposta		Tempo di risposta Accessibilità			

Livello di qualità percepito e reputazione	Capacità di rassicurazione		Percezione di sicurezza	- Capacità del PSS di ispirare fiducia e sicurezza nel suo uso, offrendo al cliente la percezione di libertà da rischi di vario tipo	
	Empatia	-	Empatia	- Cura ed attenzione individuale dedicate agli acquirenti del PSS	
		Flessibilità	Flessibilità	- Capacità del PSS di modificare servizi e funzionalità per adattarsi a nuove condizioni del mercato, richieste ed esigenze degli utenti	
	-	-	Usabilità	Usabilità	- Facilità di accesso al PSS e sforzi richiesti per il suo utilizzo
	-	-	Integration	Integrazione	- Misura con cui il PSS supporta la connessione tra i suoi costituenti ed integra vari stakeholder per rispondere alle diverse esigenze operative
	-	-	Customizzazione	Customizzazione	- Modularità delle soluzioni offerte nell'ambito del PSS per rispondere alle diverse esigenze degli utenti
-	-	Sostenibilità	Sostenibilità	- Percezione dell'impegno del PSS nel supportare la riduzione degli impatti sull'ambiente e promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili	
-	-	Social interaction	Social interaction	- Percezione dell'utilità sociale del PSS nel favorire la creazione di community di utenti e provider che collaborino proattivamente	

Tabella 5. Derivazione delle determinanti di qualità di un PSS.

2.4.1 Concetti preliminari alla costruzione della scala di misura della qualità dei PSS

Il problema della quantifica degli attributi che influenzano la qualità di un PSS va affrontato anzitutto definendo il «sistema di misura» più adeguato e le relative proprietà di scala. Sulla scorta degli studi condotti da Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985), si è assunto di considerare la misura della qualità di un PSS assimilabile al processo di misura di un atteggiamento. Il giudizio sulla qualità complessiva si forma pertanto dal confronto tra le aspettative e le percezioni.

Si è allora proseguito con la generazione di una serie di item utili ad indagare le dimensioni di qualità individuate. Al fine di verificare la pertinenza e la chiarezza di questo pool iniziale di item è stato chiesto ad un gruppo di esperti di esaminarli ed eventualmente precisarli. L'elenco completo degli stessi è mostrato nell'appendice A.

I metodi quantitativi di valutazione delle percezioni dei clienti in merito alla qualità, soprattutto nel campo dei servizi, richiedono a questo punto che il set di item venga somministrato ad un campione casuale di utenti e sottoposto ad una procedura iterativa di purificazione, basata sulla riduzione del numero di item e sulla valutazione delle componenti e dell'affidabilità di ogni dimensione. In tale fase, è possibile anche ricorrere ad indagini sui cosiddetti focus group, ovvero campioni di clienti ritenuti rappresentativi del bacino di utenti di diverse categorie di prodotti o servizi. Il tutto allo scopo di definire una struttura di scala costituita da un certo numero di item riferiti ad uno specifico insieme dimensioni in grado di rappresentare univocamente il costrutto della qualità di un PSS.

Ad ogni iterazione, in pratica, mediante l'utilizzo di apposite tecniche di analisi fattoriale, occorrerebbe procedere ad una verifica di consistenza delle dimensioni inizialmente individuate, attraverso il calcolo di opportuni indicatori (generalmente il coefficiente di affidabilità α di Cronbach ed uno specifico indice di correlazione tra i punteggi ricevuti dai singoli item ed il totale – indice *item-to-total*). Tale operazione risulta necessaria in quanto si osserva la tendenza ad individuare concettualmente molte più dimensioni di quelle che possono essere sufficienti ad identificare un costrutto e permetterne l'analisi a livello empirico (Churchill, 1979).

Al termine della suddetta procedura iterativa, se il valore del coefficiente di consistenza calcolato per ogni dimensione presenta valori sufficientemente elevati la struttura di scala

così costruita è pronta per alcuni test aggiuntivi per i quali dovrebbe essere raccolto un nuovo campione di dati. Quindi si procede ad applicare nuovamente il processo appena descritto, operando eventualmente un'ulteriore riduzione della scala.

Infine, l'ultimo step per la costruzione della scala consiste nell'esecuzione di uno specifico controllo di validità, operato a livello empirico, tipicamente seguendo i concetti di *convergent validity* o *discriminant validity* (Churchill, 1979; Franceschini, 2001).

Il primo metodo permette di valutare la correlazione esistente tra misure di un medesimo costrutto ottenute usando metodi diversi ed indipendenti. La discriminant validity è invece quella provata dall'osservazione di una scarsa o nulla correlazione tra la misura da validare e altre misure di altri costrutti che si assume siano non legati a quello misurato. Una volta costruita la scala, la misurazione prevede che si valuti la collocazione lungo la scala stessa degli atteggiamenti dei soggetti valutatori in relazione all'oggetto della misura. È necessario a tal proposito il calcolo di apposite statistiche che permettano in primo luogo di determinare la posizione dei vari item sulla scala e successivamente di quantificare il giudizio complessivo di ogni soggetto, eventualmente comparandolo a quello di altri valutatori.

Nella figura seguente è mostrata una schematizzazione della procedura appena illustrata.

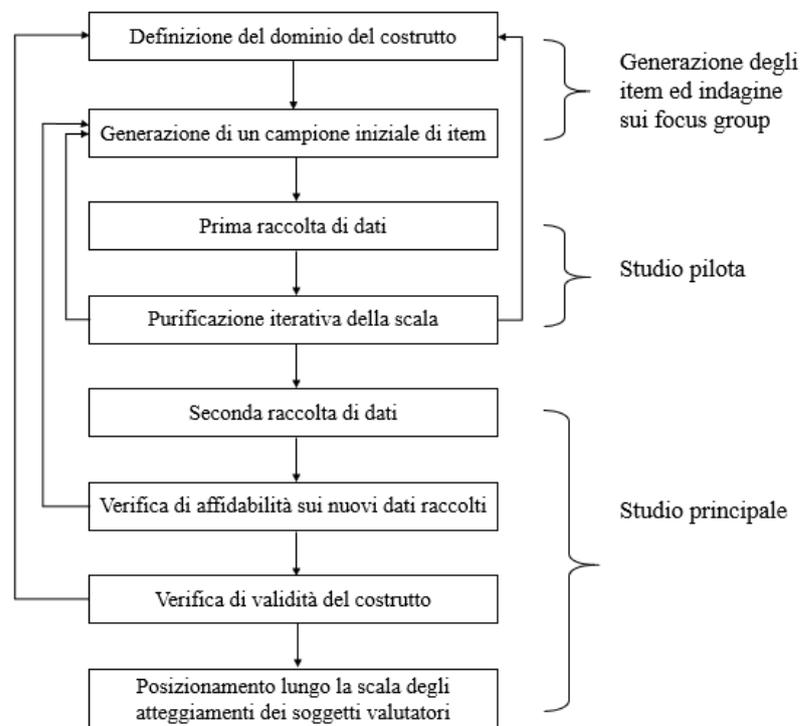


Figura 2. Fasi del processo di sviluppo di una scala di misura secondo le linee guida fornite da Churchill (Churchill, 1979).

Come anticipato nei paragrafi precedenti, questo tipo di attività non è stato eseguito nel presente studio, sia per le diverse limitazioni che essa presenta (e di cui si è parlato nel paragrafo 2.2), sia perché si è preferito ricorrere ad un approccio innovativo e di recente formulazione per l'indagine delle determinanti della qualità di un PSS. Si ritiene in ogni caso che i passi fino ad ora compiuti possano comunque essere utilizzati come punto di partenza per l'applicazione della tradizionale metodologia di tipo top-down appena descritta, così da permettere la costruzione di un'apposita scala di misura per la qualità dei un PSS.

CAPITOLO 3

Strumenti di data mining per l'identificazione delle determinanti della qualità di un PSS

3.1 Introduzione all'analisi: il mondo degli user-generated content

Nell'ambito delle tecniche di misurazione, per verificare la validità di un costrutto, ovvero di un concetto che definisce la percezione di un fenomeno o la caratteristica che si intende misurare (nel caso del presente studio la percezione della qualità di un PSS), è necessario comprendere il fondamento semantico delle misure proposte o ottenute (Franceschini, 2001). Esistono diversi approcci per testare la validità di un costrutto, in genere basati sul collegamento del costrutto di interesse con altri, al fine di implementare un procedimento di verifica per il fenomeno misurato.

Quello seguito in questo studio mira di fatto ad eseguire un test di convergent validity o validità di convergenza. Quest'ultima esprime l'entità della correlazione esistente tra misure di uno stesso costrutto individuate ricorrendo a metodi diversi ed indipendenti l'uno dall'altro. In particolare, per verificare il framework proposto nel paragrafo 2.2, e trovare una conferma empirica delle determinanti della qualità di un PSS individuate riunendo i vari contributi sul tema presenti in letteratura, si è optato per l'implementazione di un approccio innovativo per la ricerca delle dimensioni latenti della qualità di una specifica famiglia di PSS assunta come riferimento per la sperimentazione. Si è cioè ricorso all'analisi, utilizzando apposite metodologie che verranno descritte nei prossimi paragrafi, di uno specifico insieme di user-generated content (UGC), ovvero un corpus di recensioni postate online dagli utenti del PSS oggetto di studio.

Gli "user-generated content" (UGC) sono definiti come "lavoro creativo che viene pubblicato su siti web accessibile al pubblico e creato senza un collegamento diretto al profitto monetario o a interessi commerciali" (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2001). Nel novero degli UGC rientrano recensioni, discussioni su bacheche e forum online e molti dei contenuti associati alle interazioni sui social network.

Da oltre un decennio, la rete Internet ha favorito il loro rapido aumento, nonché utilizzo, in svariati contesti, soprattutto in concomitanza con la diffusione su larga scala delle tecnologie Web 2.0 (Guo, Barnes, & Jia, 2017).

Diversi studi hanno infatti dimostrato che, i dati estraibili in varie forme dagli user-generated content possono validamente essere utilizzate quali fonti di informazioni importanti per ricercatori e professionisti impegnati nel comprendere ed indagare le preferenze, la domanda o la soddisfazione dei consumatori (Chau & Xu, 2012; Ye, Law, Li, & Li, 2011; Ghose & Ipeirotis, 2011). Peraltro, l'avvento di aggregatori come Yelp! o TripAdvisor ha aumentato la disponibilità di informazioni utili ai clienti stessi per comparare le prestazioni dell'offerta di prodotti e/o servizi ed eventualmente orientare la propria valutazione in merito alla loro qualità. Queste piattaforme, peraltro, incoraggiano gli utenti di varie categorie di prodotti, servizi o PSS a contribuire attivamente e in maniera spontanea alla creazione dei contenuti quali review, feedback, valutazioni su specifici aspetti o categorie di discussione. Inoltre, molti produttori di prodotti o erogatori di servizi invitano i propri clienti a condividere esperienze e recensioni sulla propria offerta in cambio di promozioni, regali o incentivi (Guo et al., 2017).

Un ampio filone della letteratura sul tema ha esaminato le caratteristiche degli user-generated content e i loro effetti sul processo decisionale dei consumatori. Si rilevano senza dubbio fenomeni di distorsione delle risposte in merito alla soddisfazione o al livello di qualità atteso o percepito ("response bias") (Hu, Zhang, & Pavlou, 2009) e condizionamenti psicologici che, unitamente a fattori culturali o di contesto possono indirizzare le scelte finali dei clienti (Stamolampros, Korfiatis, Kourouthanassis, & Symitsi, 2018). Infine, con particolare riferimento alle review online, il loro contenuto informativo è talvolta limitato dall'aggregazione delle dimensioni di soddisfazione in un punteggio generico o dai vincoli imposti dalla preselezione di specifiche categorie di topic di riferimento per la review, su piattaforme che permettono agli utenti di segnalare o commentare singole dimensioni di qualità (o non qualità) di prodotti e servizi.

Ai fini del presente studio, per poter trascurare gli effetti delle sudette limitazioni sulle valutazioni espresse dagli utenti nelle review, si è scelto di far riferimento ad un corpus costituito da recensioni non strutturate postate su appositi blog deputati alla discussione

sul livello generale di soddisfazione a riguardo di un sistema di car-sharing, il PSS assunto come riferimento per questo studio.

Si ritiene infatti che le recensioni non strutturate riflettano i punti di vista dei clienti e permettano loro di individuare le determinanti specifiche dell'offerta di prodotti e servizi che influenzano (positivamente o negativamente) l'esperienza del relativo acquisto e uso. Pertanto, come presupposto dell'analisi, si assume che i vari utenti discutano nelle review dei principali fattori di soddisfazione o insoddisfazione senza condizionamenti legati all'attribuzione di punteggi valutativi o alla selezione di categorie di topic predefinite.

3.2 Il metodo Latent Dirichlet Allocation (LDA)

Nel presente studio si sono assunti come riferimento i recenti sviluppi delle tecnologie e dei metodi di modellazione tematica, come quelle utilizzate nei campi del machine learning e del natural language processing, per estrarre le dimensioni che potrebbero influenzare la qualità di un PSS da un ampio corpus di dati testuali. Il "topic modeling" o modellazione tematica è l'insieme delle tecniche che consentono l'estrazione di cluster lessicali co-occorrenti in una collezione di documenti sulla base di calcoli statistico-probabilistici. Più specificatamente, un modello tematico ("topic model") è un modello probabilistico che permette l'individuazione dei topic, ovvero degli argomenti di discussione, che ricorrono all'interno di un documento o di una raccolta e le connessioni tra essi esistenti, attraverso l'indagine della distribuzione delle parole rispettivamente in ciascun documento ed in tutto il corpus.

Il Latent Dirichlet Allocation (LDA) (Blei, Andrew & Michael, 2003) è uno dei metodi più utilizzati per il topic modelling, il quale si propone di comprendere il significato semantico di un testo studiando la somiglianza tra la distribuzione dei termini del documento con quella di un topic specifico o di un'entità all'interno del corpus. In altri termini, data una raccolta di documenti, l'applicazione dell'algoritmo LDA permette di individuare l'insieme dei topic in base ai quali organizzarli sulla base dei seguenti assunti:

1. ogni documento può essere modellato come un insieme di argomenti
2. ciascun argomento si caratterizza per una particolare distribuzione dei termini in esso presenti.

In modo intuitivo, è possibile dire che alla base del metodo LDA opera un modello generativo del testo che, per semplicità, può essere spiegato nel seguente modo: quando un autore redige un testo in prima battuta definisce l'insieme degli argomenti (topic) di cui intende parlare e poi decide approssimativamente la proporzione con cui ogni argomento sarà trattato nel testo stesso. Ora, ammettiamo che ogni possibile topic possa essere identificato come un insieme di parole con una precisa distribuzione: una sorta di contenitore di parole in cui queste ultime possono essere ripetute in modo diverso in base al loro rilievo rispetto all'argomento. L'autore potrà dunque estrarre parole in maniera casuale dai vari contenitori che corrispondono agli argomenti che intende trattare: in particolare sceglierà per ognuno di essi un numero di parole proporzionale alla rilevanza che intende attribuire a ciascun argomento. Alla fine, non dovrà far altro che ordinare in modo sequenziale l'insieme delle parole così ottenuto, costruendo il suo testo.

Chiaramente, le parole del testo presenteranno una distribuzione derivante dalla rilevanza degli argomenti/contentori da cui sono state estratte e dall'importanza delle parole nei singoli contenitori. Ad esempio se l'argomento "cibo" ha un peso nel testo pari al 50% e la parola "pizza" ha il 70% di probabilità di apparire nel topic "cibo", allora segue che quest'ultima avrà un'elevata frequenza relativa nel testo.

Passando a descrivere il metodo LDA in termini più formali, sia $D = \{1, \dots, M\}$ un insieme di documenti, tipicamente detto corpus. Per lo studio in esame, i documenti a cui si fa riferimento sono le recensioni dei clienti del PSS oggetto del caso di studio, ma qualsiasi tipo di documento testuale può essere utilizzato come input per il metodo LDA. Ogni documento $d \in D$ nel corpus contiene un elenco di termini, rappresentati con il vettore w_d . Ognuno di essi ha lunghezza N_d , il che significa che i documenti del corpus possono presentare lunghezza variabile. Inoltre, è sempre possibile individuare nel corpus un insieme finito di parole (eventualmente presenti simultaneamente in più documenti), che costituisce il cosiddetto vocabolario. La dimensione del vocabolario è indicata con V . Di seguito è illustrato un semplice esempio di quattro documenti. Il testo 1 consiste di 14 parole, perciò $N_1 = 14$.

I documenti 2, 3 e 4 presentano ovviamente lunghezze differenti, ovvero risulta $N_2 = 27$, $N_3 = 8$, $N_4 = 15$.

Il vocabolario è mostrato solo per le parole del documento 1, ma è semplice derivarlo anche per gli altri 3 documenti. È comunque ragionevole assumere che il vocabolario del corpus generale abbia dimensione superiore a $N_2 = 27$, che è la dimensione del documento più lungo nel presente esempio.

Le parole che esprimono l'opinione dell'autore della review sono mostrate in grassetto. Queste sono le possibili parole di interesse poiché contengono impressioni e valutazioni del cliente, le quali si assume siano implicitamente connesse alle specifiche dimensioni del PSS che condizionano il giudizio sulla relativa qualità.

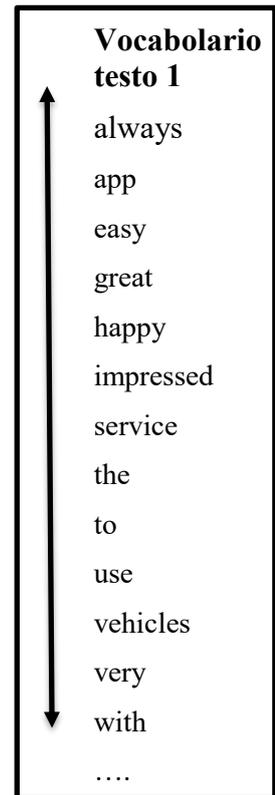
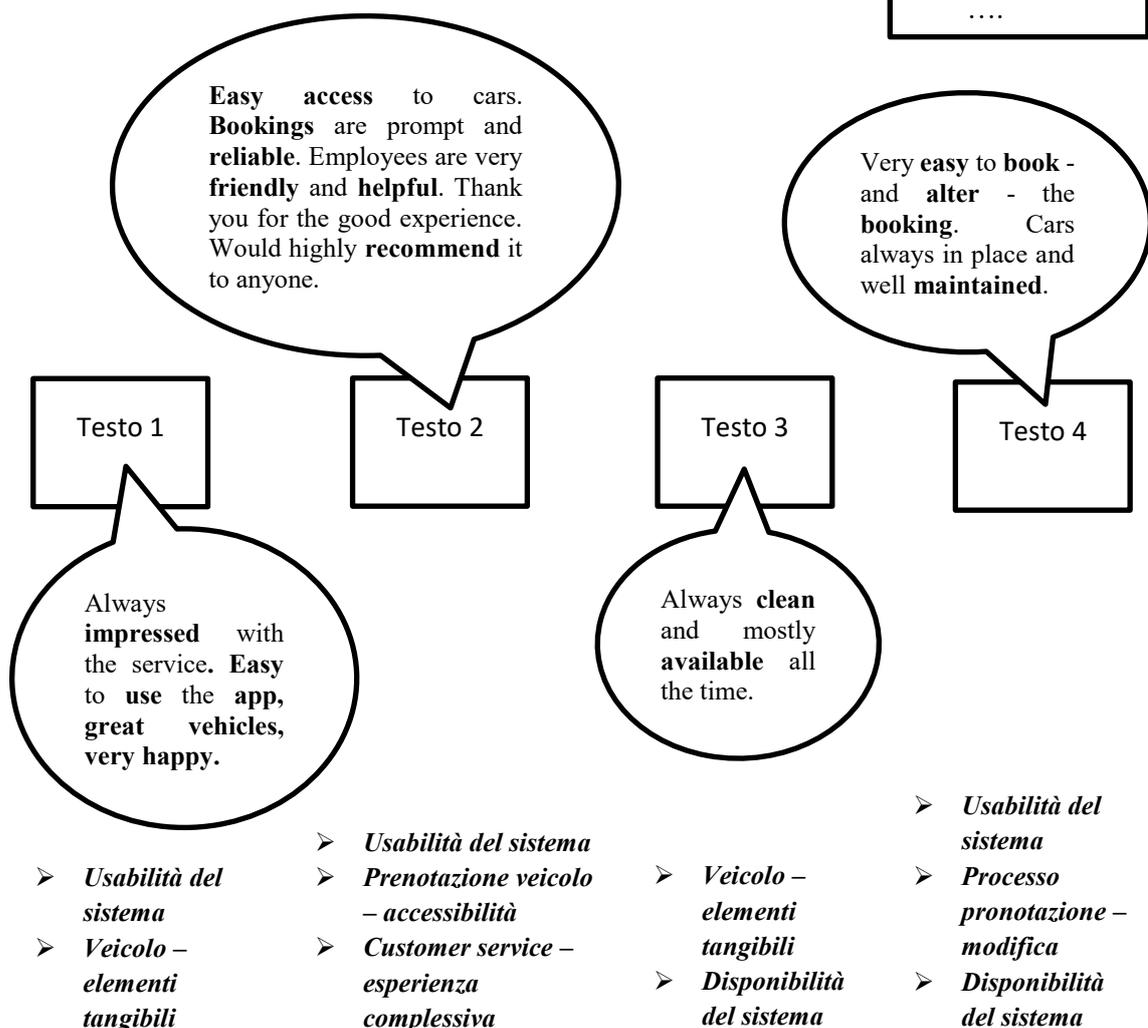


Figura 3: Esempio illustrativo del funzionamento del modello LDA.



Ogni parola $(w_d)_i$ in un documento è identificata da due indici, d ed i , il che significa la parola in esame appartiene al documento d ed occupa il posto i all'interno del documento stesso (con $d \in \{1, \dots, M\}$ e $i \in \{1, \dots, N_d\}$). Pertanto, il vocabolario di ciascun testo consiste di tutte le parole che lo compongono disposte in ordine alfabetico ed identificate da un indice, ovvero è possibile dedurre che $\forall d, i, (w_d)_i \in \{1, \dots, V\}$.

Il vocabolario del corpus è ovviamente formato dell'unione dei vocabolari di ciascun documento. È bene precisare comunque che l'algoritmo non considera l'ordine con cui le parole sono disposte in ciascun testo; è invece rilevante la frequenza con cui le parole compaiono nei vari documenti del corpus (Koks, 2019).

Altro parametro di input per la LDA è il numero di topic K in grado di rappresentare i principali argomenti di discussione all'interno dell'intero corpus di review. Di seguito è riportata una breve descrizione dei parametri del modello.

Parametro	Significato
D	Set di documenti , “Corpus”
M	Numero di documenti
w_d	Lista di parole nel documento d
$(w_d)_i$	Parola presente nella posizione i nel documento d
N_d	Numero di parole nel documento d
V	Dimensione del vocabolario
K	Numero di topic
k	Indice del topic

Tabella 6. Panoramica dei parametri e dei dati osservazionali del metodo LDA

Tornando all'esempio riportato in figura 3, l'autore del testo 1 commenta la facilità d'uso dell'app, l'autore del testo 2 la facilità di accesso alle auto, mentre nella quarta review si cita la semplicità con cui è possibile prenotare un veicolo. Si potrebbe pertanto considerare tali elementi della discussione come riconducibili al tema della usabilità del sistema. Come gli autori dei testi 1, 2 e 4, molti altri utenti potrebbero scrivere nelle loro review a proposito della facilità d'uso, cosicchè questa possa essere considerata un tema ricorrente. Al tempo stesso, se molti recensori, come l'autore del testo 2, utilizzassero la

parola “helpful”, ad esempio a proposito del customer service, è possibile che si estragga un topic in cui la parola principale ad esso correlata è “helpful”.

In maniera intuitiva, in figura 3, è stato individuato per ogni documento l’argomento o l’insieme degli argomenti oggetto di discussione. Questi potrebbero potenzialmente essere estratti dall’algoritmo LDA, se effettivamente ricorrono all’interno del corpus.

In altre parole, con l’applicazione del metodo LDA è possibile individuare l’insieme dei topic che meglio consente di rappresentare il corpus esaminato; quindi, può risultare utile visualizzare (proprio come in figura 3) per ciascun documento, quali topic di volta in volta sono discussi e con quale proporzione. Ad esempio, il testo 3 è attribuibile per il 50% all’argomento “aspetti tangibili del veicolo” e per il restante 50% a quello della “disponibilità del sistema”.

È opportuno precisare che gli argomenti restituiti in output dal metodo LDA non sono generalmente segnalati da un’etichetta o da un tema generale quale la “usability”; l’algoritmo permette di estrarre solamente una distribuzione di parole e di argomenti a cui esse sono correlate.

Più precisamente, ogni topic $k \in \{1, \dots, K\}$ per ciascun documento ha una precisa distribuzione delle parole raggruppate nel vocabolario precedentemente costruito sulla base dei testi esaminati, con probabilità più elevate per le parole che possono essere considerate altamente esplicative del topic stesso.

Si noti inoltre che il metodo LDA non richiede la conoscenza anticipata degli argomenti che verranno estratti dai documenti del corpus, né permette di determinare il loro numero (che deve comunque essere definito preliminarmente con apposite metodologie illustrate di seguito), in quanto si tratta di un metodo non supervisionato.

Nell’ambito delle attività di Data Mining è infatti possibile distinguere due categorie: tecniche di apprendimento supervisionato, le quali individuano nel corpus alcune variabili di riferimento per predire il valore sconosciuto o futuro di altre variabili obiettivo (ad esempio i modelli di regressione), e le tecniche di apprendimento non supervisionato che ricercano nel corpus dei pattern ricorrenti (sequenze ripetute “nascoste” nel corpus e semanticamente valide) che siano interpretabili e descrivano i dati in base alla presenza di elementi comuni tra i vari documenti.

3.2.1 Descrizione del metodo LDA

Dal punto di vista matematico, l'algoritmo LDA opera nel seguente modo:

1. Per ogni documento $d \in \{1, \dots, M\}$,
deriva un vettore θ_d rappresentativo della distribuzione dei topic (e quindi della proporzione con cui ciascuno è presente nel documento) da una distribuzione *Dirichlet* (α), ovvero $\theta_d \sim \text{Dirichlet}(\alpha)$.
2. Per ogni topic $k \in \{1, \dots, K\}$,
deriva un vettore ϕ_k dipendente della distribuzione delle parole nel vocabolario, sempre assumendo per queste ultime una distribuzione *Dirichlet* (β), ovvero $\phi_k \sim \text{Dirichlet}(\beta)$.
3. Per ogni valore d, i delle parole presenti in ciascun documento, avviene:
 - a) l'assegnazione della parola ad un topic $(z_d)_i$ estratto da una distribuzione *Multinomiale* ($1, \theta_d$);
 - b) l'identificazione per ciascuna parola $(w_d)_i$ della probabilità multinomiale $((w_d)_i \sim \text{Multinomiale}(1, \phi_{(z_d)_i}))$ condizionata a quella del topic $(z_d)_i$.

In sintesi l'algoritmo LDA, presuppone un processo di analisi del testo in due stadi: inizialmente sceglie l'insieme dei topic atti a rappresentare il corpus e poi individua il gruppo di parole per discutere ciascun topic.

Nel processo generativo inoltre vengono avanzate alcune ipotesi rilevanti: la distribuzione θ_d di ogni topic in ciascun documento è indipendente da quella dello stesso topic negli altri documenti. Questo appare ragionevole in quanto è verosimile che gli autori delle recensioni decidano autonomamente su quali argomenti vogliono scrivere.

Tuttavia, tutti gli utenti discutono a proposito dello stesso PSS, quindi l'indipendenza è un assunto forte che ci si aspetta non sia soddisfatto in ogni set di dati. Lo stesso vale per la distribuzione delle parole associate ai topic: ogni distribuzione ϕ_k è indipendente da tutte le altre, ovvero la probabilità che una parola appartenga ad un particolare topic è indipendente dalle distribuzioni di probabilità delle altre parole.

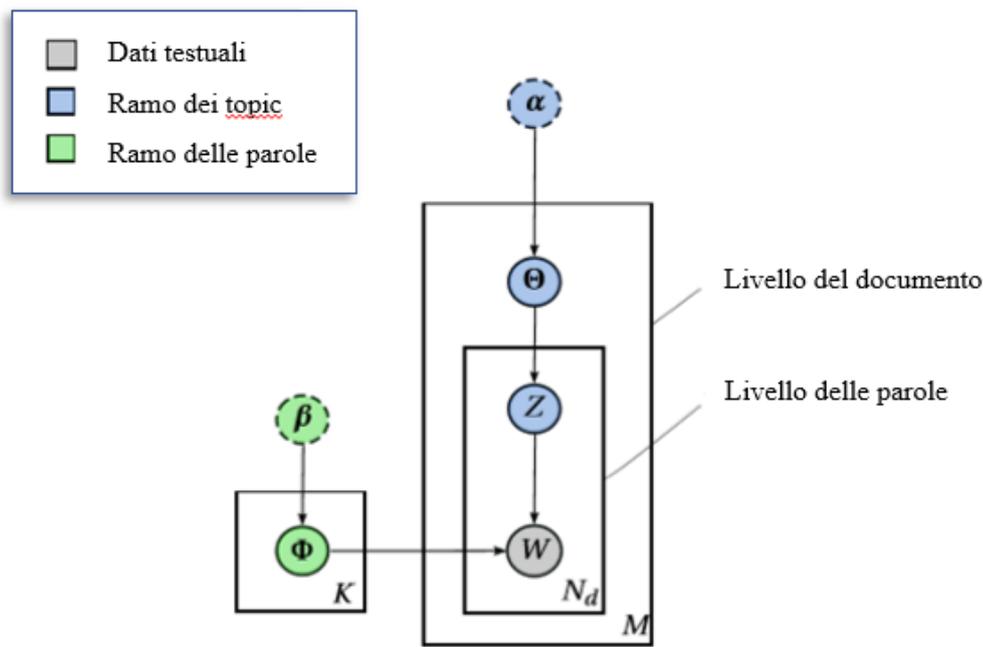


Figura 4: “Plate Notation” del metodo LDA, adattamento da Koks (2019).

I nodi tratteggiati rappresentano gli iperparametri del modello α e β , θ è la distribuzione dei topic nel documento d e ϕ è la distribuzione delle parole correlate al topic. Il nodo in grigio rappresenta le variabili osservate, ovvero le parole del documento, mentre la variabile casuale Z rappresenta il k -esimo topic che ha una corrispondenza uno ad uno con la parola w .

La figura 4 illustra il processo generativo appena descritto e può essere letta nel seguente modo. I tre rettangoli possono essere pensati come tre "cicli for" e rappresentano i tre livelli del modello gerarchico alla base del metodo. Considerando innanzitutto i due a destra, il rettangolo esterno rappresenta il corpus o il loop che si ripete per ciascun documento, dal primo all'ultimo. Il vettore dell'iperparametro α si trova all'esterno del rettangolo ed è quindi indipendente dai documenti. Il vettore casuale θ rappresentativo della distribuzione dei topic rientra nel perimetro del ciclo, quindi questo vettore viene calcolato per ogni documento. Scendendo ad un livello di maggiore profondità, si considera la singola parola nel documento. Più precisamente per ogni coppia di indici di ciascuna parola nel documento, l'algoritmo LDA assegna prima un topic e poi una parola. Queste assegnazioni sono fatte tante volte quante sono le parole di volta in volta presenti nel documento, quindi N_d volte per il documento d . Il rettangolo a sinistra è separato e non dipende direttamente dai documenti. Il vettore dell'iperparametro β è posto al di fuori del rettangolo, il che significa che si assume che la distribuzione a priori delle parole associate al topic Φ sia la stessa per ogni argomento. Quindi, un vettore casuale ϕ è

generato K volte, tante quante sono i topic da estrarre, come è indicato nell'angolo del rettangolo.

La distribuzione di Dirichlet, essendo coniugata naturale alla multinomiale, è particolarmente appropriata come distribuzione a priori, e ne risulta una notevole semplificazione per quanto riguarda i problemi di inferenza.

I due iperparametri α e β dell'analisi LDA sono numeri reali non negativi che governano il topic model. In particolare, α è il parametro rappresentativo delle distribuzioni di Dirichlet dei topic in ciascun documento. La densità di una Dirichlet di dimensione K per il vettore delle probabilità $p = (p_1, \dots, p_k)$ di una Multinomiale è:

$$Dir(\alpha_1, \dots, \alpha_k) = \frac{\Gamma(\sum_j \alpha_j)}{\prod_j \Gamma(\alpha_j)} \prod_{j=1}^k p_j^{\alpha_j-1}$$

I parametri della suddetta distribuzione sono rappresentati dal vettore di numeri reali $\alpha_1, \dots, \alpha_k$; ogni α_j può essere interpretato come un conteggio a priori per il numero di estrazioni di un certo topic in un dato documento, prima di aver esaminato le parole del documento. Ai fini dell'applicazione dell'analisi LDA, è ragionevole assumere una distribuzione di Dirichlet simmetrica con un singolo iperparametro $\alpha_1 = \dots = \alpha_k = \alpha$; questa scelta porta ad avere una distribuzione a priori sui topic sufficientemente liscia, con parametro di lisciamiento α (Blei, Ng, & Jordan, 2003).

Più semplicemente, il parametro α rappresenta la concentrazione di topic in ciascun documento: più alto è il valore di α , più elevato è il numero di argomenti discussi in un certo documento.

Le medesime ipotesi semplificative sono valide anche per il parametro β , che costituisce il parametro della distribuzione di Dirichlet delle parole associate ad un topic. In pratica denota la densità di parole per topic, il che significa che più alto è il valore di β , più grande è la sequenza di parole che descrive un dato argomento.

È infine importante osservare che, per l'applicazione del modello LDA i parametri α e β , necessitano di essere stimati preliminarmente usando apposite metodologie. Il metodo Collapsed Gibbs Sampling è quello più diffuso ed utilizzato (Griffiths & Steyvers, 2004), ma presenta molte criticità (Teh, Newman, & Welling, 2006). Per superarle sono stati sviluppati diversi metodi alternativi, tra cui: (i) Stochastic approximate variational Bayes

(Foulds, Boyles, DuBois, & Welling, 2013); (ii) Approximate variational Bayes (Asuncion, Welling, & Smyth, 2009) and (iii) Collapsed Variational Bayes, zeroth order (Asuncion et al., 2009; Teh et al., 2007).

L'approccio utilizzato nel presente studio è illustrata nel paragrafo 3.4.3.

Il metodo LDA è computazionalmente molto complesso, tanto più quanto la dimensione del corpus di dati testuali è consistente. A tal proposito, per la sua applicazione ci si è avvalsi del supporto di appositi tool di text analysis disponibili su Matlab.

L'acquisizione dei dati è invece avvenuta grazie al ricorso ad un tool per l'estrazione massiva delle review dai rispettivi forum, Data Toolbar, e a Microsoft Excel per la categorizzazione delle review ed il preprocessing del testo, attività descritta più nel dettaglio nel paragrafo 3.4.2.

In definitiva, i passi seguiti per l'applicazione del modello sono stati i seguenti:

- i) identificazione del corpus di review;
- ii) preelaborazione del corpus;
- iii) ottimizzazione dei parametri LDA ed identificazione del numero ottimale di topic
- iv) estrazione ed etichettatura dei topic.

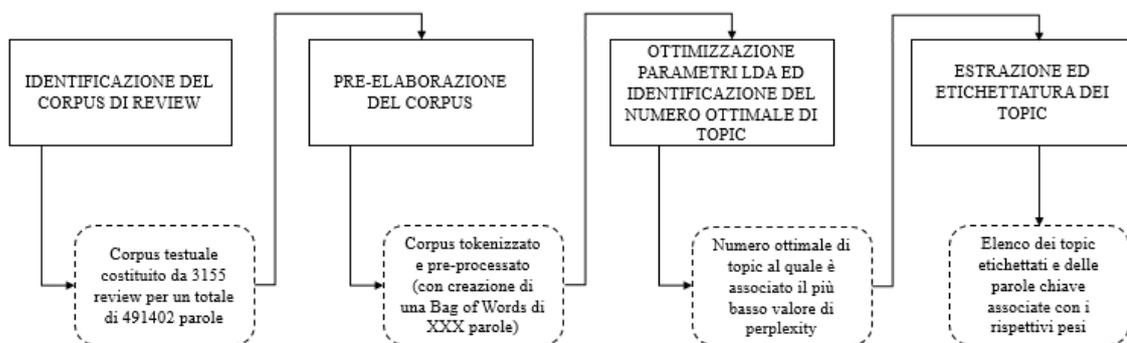


Figura 5: Fasi dell'applicazione del metodo LDA.

Un'ultima importante considerazione riguarda il fatto che il modello LDA non avanza alcuna ipotesi o assunzione circa la struttura del testo o le proprietà sintattiche e grammaticali della lingua in cui è scritto il corpus di dati testuali.

Inoltre, si è optato per il modello LDA invece di altre tecniche di text analysis disponibili in letteratura sulla base dei seguenti motivi: in primo luogo, il modello LDA eccelle per

quanto riguarda l'efficienza dell'analisi a livello altamente granulare di dati particolarmente numerosi (Blei, Ng, & I., 2003).

Inoltre, il metodo LDA permette di calcolare la frequenza pratica di occorrenza di ogni dimensione estratta in base alla sua concentrazione nelle review. Ad esempio, gli utenti selezionano le parole dal proprio vocabolario per esprimere opinioni personali su diversi aspetti del PSS in esame, come la facilità d'uso, le problematiche riscontrate, il prezzo e così via. Questi argomenti, che rappresentano gli aspetti più significativi della soddisfazione dell'utente hanno una distribuzione attraverso le recensioni dipendente della loro frequenza di occorrenza associata all'esperienza dei consumatori circa l'acquisto o uso del PSS.

3.3 Il focus dello studio: il car-sharing

In economia della mobilità urbana, con il termine inglese car-sharing si intende l'utilizzo in sequenza di un unico veicolo da parte di una pluralità di utenti, sia attraverso iniziative di multiproprietà poste in essere da soggetti privati (schema prevalente all'inizio ma ormai totalmente in disuso), sia attraverso iniziative pubbliche o private tendenti a costituire un parco di auto fruibili dall'utenza e reperibili in punti prestabiliti, dietro il pagamento di un prezzo (Sprei & Ginnebaugh, 2018).

La mobilità veicolare rappresenta, senza dubbio, l'attività che più di ogni altra caratterizza i moderni assetti urbani e il car sharing costituisce un esempio di Product-Service System che vale la pena osservare sia dal punto di vista dei suoi elementi costituenti sia da quello della valutazione delle performance o della percezione della relativa qualità da parte degli utenti.

La sostenibilità e in particolare la sostenibilità urbana, rappresenta una delle principali finalità per cui è nato il car sharing nonché uno dei pilastri a supporto della sua diffusione, soprattutto nei paesi del Nord Europa e Nord America, dove il sistema è particolarmente apprezzato per le sue versatilità ed affidabilità e gli operatori del settore hanno raggiunto un buon livello di professionalità. La condizione favorevole di sviluppo del servizio risiede principalmente nell'attuale rigidità del mercato veicolare, che offre ampie possibilità di scelta a chi desidera acquistare un veicolo, ma concede poche alternative, economiche e funzionali, a chi ne fa un uso occasionale. Il car sharing si rivolge a quest'ultima categoria di automobilisti: le opportunità di scelta garantite dalla

composizione del parco auto e la possibilità di muoversi senza sostenere i disagi e i costi fissi legati al possesso dell'automobile rendono il car sharing una valida alternativa all'acquisto.

Nel corso del tempo sono emersi diversi modelli di car sharing. Nei modelli tradizionali, simili ai sistemi di autonoleggio, un'azienda predispone una flotta di veicoli in modo che gli utenti registrati al sistema possano utilizzarla secondo le necessità.

Più nel dettaglio, i sistemi di car sharing possono essere distinti in due tipologie principali: stationary (o roundtrip car sharing) e free-floating (o one-way car sharing). Nel primo caso i veicoli, una volta prelevati, necessitano di essere riconsegnati in alcune specifiche stazioni o parcheggi predisposti all'interno dell'area di copertura del sistema; nel secondo invece i veicoli possono essere rilasciati, a fine noleggio, in qualunque parcheggio presente nell'area di utilizzo (in alcuni casi anche quelli a pagamento o in zone a traffico limitato).

Un ultima categoria di sistemi rientranti nel novero del car-sharing, ma che costituisce un'evoluzione recente dei modelli tradizionali appena descritti è rappresentata dai sistemi peer-to-peer, in base ai quali gli utenti possono condividere auto private in alternativa a quelle appositamente predisposte da specifiche aziende operanti nel settore del car-sharing (Renner, 2016). Negli ultimi anni si è infatti assistito ad un aumento dell'emergere di provider come Uber, Lyft e Sidecar, che, attraverso le applicazioni per smartphone, consentono praticamente a qualsiasi automobilista di offrire servizi di guida condivisi.

Indipendentemente dalla specifica configurazione del modello di business, è possibile ritenere che il car-sharing costituisca un esempio esaustivo di Product-Service System sul quale applicare gli strumenti proposti in questo studio. In esso è infatti possibile riconoscere facilmente le componenti di base di un PSS:

- il prodotto, ovviamente rappresentato dal veicolo che l'utente può noleggiare. La tipologia di veicolo può variare a seconda del provider. Vi sono ad esempio aziende, come Car2go, la cui flotta è costituita esclusivamente da utilitarie destinate alla percorrenza di brevi tragitti, perlopiù in aree urbane; altri provider come Zipcar o Share-Now possiedono invece, nel loro parco auto, diversi modelli variabili tra berline, utilitarie e van (talvolta anche auto elettriche), in alcuni casi, a seconda della tipologia di abbonamento sottoscritto, utilizzabili anche per effettuare viaggi più

lunghi e con eventuale uscita dall'area di copertura del sistema (ma con obbligo, in ogni caso, di riconsegna della vettura all'interno di quest'ultima).

- il servizio, il quale include tutte una serie di attività indispensabili per l'utilizzo del sistema da parte dell'utente: i servizi di iscrizione online con eventuale convalida dei documenti in uffici dedicati, prenotazione del veicolo (con possibile scelta della relativa tipologia), modifica o cancellazione della stessa totalmente via app mobile, pagamento automatico mediante prelievo diretto dal conto dell'utente associato al profilo in fase di registrazione, le operazioni di manutenzione e pulizia delle auto svolte periodicamente dal personale dell'azienda provider o di aziende partner, i servizi di assistenza call center e/o front-office deputati alla risoluzione di problematiche o all'offerta di supporto nell'esecuzione delle varie operazioni connesse all'uso del sistema.
- il sistema, nel quale è possibile riconoscere elementi quali:
 - (i) i processi alla base dell'erogazione del PSS e della sua corretta fruizione da parte dell'utente: acquisizione e verifica dei dati forniti in fase di registrazione al sistema, monitoraggio GPS della localizzazione delle auto, instradamento delle prenotazioni, validazione dei fine noleggio e calcolo del prezzo dovuto, ecc...
 - (ii) l'infrastruttura, sostanzialmente costituita da una piattaforma tecnologica che integra la meccanica automobilistica, l'elettronica ed una varietà di applicazioni software e hardware, ma che soprattutto abilita e coordina la comunicazione tra l'utente, il veicolo ed il sistema di server del provider. Nel caso dei sistemi station-based, l'infrastruttura consta anche delle stazioni di prelievo e consegna dell'auto, o nel caso di car-sharing elettrico, delle colonnine di ricarica dislocate in vari punti all'interno dell'area di copertura. La gamma di tecnologie utilizzate varia ovviamente da un provider ad un altro, anche a seconda della tipologia di car sharing offerto. Per fare un esempio, i sistemi free-floating prevedono in genere lo sblocco e l'apertura dei veicoli interamente tramite app, con invio di comandi a server multipli che possono abilitare o respingere le richieste di noleggio a seconda che siano soddisfatti o meno determinati requisiti; invece per i sistemi station-based o di car-sharing elettrico, l'apertura dei veicoli richiede oltre all'invio della richiesta tramite dell'app, anche l'uso di un apposito badge

RFID da passare su un apposito lettore collocato sul parabrezza della vettura o sulla colonnina di aggancio o ricarica.

- (iii) parametri di funzionamento, quali ad esempio il costo di utilizzo al chilometro o al minuto e le caratteristiche delle varie tipologie di abbonamento, le tariffe di iscrizione, la frequenza delle operazioni di manutenzione programmata, ecc...
- (iv) stakeholder, rappresentati oltre che dall'impresa provider e dai relativi clienti, da tutti i partner che abilitano la fruizione del PSS, quali ad esempio le amministrazioni o le imprese locali, le assicurazioni, le aziende fornitrici di carburante presso cui gli utenti possono effettuare i rifornimenti, ecc...

Il PSS assunto come riferimento per l'attività di estrazione, a livello empirico, delle determinanti della relativa qualità mediante il processo di data mining descritto nei paragrafi precedenti, rientra nella categoria del car-sharing free-floating, la quale costituisce attualmente la modalità più diffusa per via della sua notevole versatilità e la scalabilità di tale modello di business (Renner, 2016). Nel paragrafo seguente è fornita una breve descrizione del provider di car-sharing assunto come riferimento per il presente studio.

3.3.1 Il PSS oggetto della sperimentazione: Zipcar

Il PSS per il quale, attraverso le tecniche di topic modeling precedentemente descritte, si è cercato di individuare le dimensioni che influenzano la percezione degli utenti circa il suo livello di qualità, è un sistema di car sharing operante a livello globale ed in continua espansione: Zipcar.

Si tratta un'azienda americana di car-sharing free-floating sussidiaria di Avis Budget Group, nata come piccola start-up nel 2000 con l'obiettivo di servire la nicchia di mercato occupata dai consumatori che necessitano saltuariamente di un'automobile per brevi spostamenti, soprattutto nelle grandi città.

Fondata con solo 4 veicoli in tutto, è attualmente il più grande provider di car sharing al mondo, con la sua flotta di circa 12.000 auto in Nord America, Inghilterra, Islanda, Costa Rica, Taiwan e Turchia. Zipcar offre ai suoi iscritti vari pacchetti di noleggio di diverse tipologie di automobili, richiedendo il pagamento di una tariffa fissa per minuto di utilizzo o giornaliera, la quale viene addebitata direttamente sulla carta o sul conto del cliente

associati all'account in fase di iscrizione. Tali tariffe includono le spese di rifornimento, assicurazione e altri costi associati alla proprietà dei veicoli.

Le auto Zipcar sono disponibili in diverse aree delle città servite. Una volta prenotate tramite app e prelevate, devono poi essere riconsegnate, al termine del noleggio, in una qualsiasi altra area autorizzata in prossimità del punto di arrivo.

Gli utenti di Zipcar sono oggi oltre un milione nelle circa 500 città servite. La notevole estensione geografica della rete, già consolidata a partire dal 2010, ed il crescente numero di iscritti (circa 760.000 nel 2012) ha suscitato l'interesse di Avis Budget Group, colosso mondiale del noleggio di autovetture, nei confronti dell'acquisizione di Zipcar, che si è concretizzata nel gennaio 2013 per un valore di circa 500 milioni di dollari (Eha, 2013). Nel 2018 Zipcar ha realizzato 278,9 milioni di dollari di fatturato e, sebbene nel 2017 il marchio abbia subito una svalutazione di circa 2 milioni, Avis Budget Group continua ad investire nel car sharing e nell'esplorazione di nuovi mercati in tutto il mondo (in Costa Rica ed Islanda il sistema è diventato operativo nel 2018). L'obiettivo è quello di rendere la sua rete sempre più capillare ed efficiente, integrando l'offerta di noleggi auto tradizionali con soluzioni più versatili in grado di rispondere alle molteplici esigenze di mobilità dei suoi utenti (Avis Budget Group Annual report, 2018).

3.4 Applicazione del metodo LDA

3.4.1 Fase 1: identificazione del corpus di documenti

La numerosità del bacino di utenti di Zipcar è tale per cui i forum di discussione sulle problematiche riscontrate durante l'uso o il livello generale di soddisfazione siano diversi, motivo per cui l'insieme delle review reperibili online è particolarmente corposo. Il corpus esaminato si compone dunque di recensioni in lingua inglese postate dagli utenti di Zipcar sulle piattaforme Yelp per Stati Uniti e Canada e Trustpilot.com per il Regno Unito. Esse sono state pubblicate in un intervallo di tempo che va dal 2005 fino alla metà di Maggio 2019, e sono distinte per città (Baltimora, Boston, Chicago, Los Angeles, New York, Portland, Providence, San Francisco, Seattle, Toronto, Vancouver, Washington, Bristol, Cambridge, Londra e Oxford).

Le review della parte iniziale del periodo monitorato sono ovviamente molto poche sia perché Zipcar era presente solo in numero limitato di città rispetto a tutte quelle

considerate nel campione, sia perché le review online non si configuravano ancora come un utile strumento di feedback per gli utenti della community.

Il dataset analizzato è pertanto costituito da 3155 recensioni, di cui 969 per il Regno Unito e 2186 per Stati Uniti e Canada, per un totale di 491402 parole.

Per ciascuna recensione è stata memorizzata anche la data in cui è stata postata online, così da poter eventualmente tracciare, nell'ambito di un'indagine successiva a quella presentata in questo studio, un profilo evolutivo della soddisfazione degli utenti del PSS.

3.4.2 Fase 2: pre-processamento del corpus

L'attività di pre-processamento del testo, necessaria per incrementare l'efficienza dell'algoritmo LDA, è stata svolta seguendo le linee guida definite in alcuni studi precedenti (Barravecchia, Franceschini, Mastrogioacomo, & Zaki, 2019; Tirunillai & Tellis, 2014; Guo, Barnes, & Jia, 2017). La sua esecuzione è stata possibile grazie all'ausilio di appositi tools di Text Analsys disponibili su MatLab. In primo luogo, si è utilizzato un algoritmo (o secondo la terminologia di Matlab di una funzione) che preparasse il testo all'analisi seguendo le metodologie del Natural Language Processing (Matlab Text Analytics Toolbox, 2019). Si tratta di un campo di ricerca interdisciplinare che riunisce informatica, intelligenza artificiale e linguistica, il cui scopo è quello di implementare algoritmi in grado di analizzare, rappresentare e perfino "comprendere" il linguaggio naturale, scritto o parlato, in maniera non dissimile dagli esseri umani (Collobert, et al., 2011).

Pertanto le operazioni di pre-processing eseguite sul corpus sono state le seguenti:

1. eliminazione della punteggiatura e dei numeri e conversione del testo in caratteri minuscoli;
2. eliminazione manuale delle parole poco significative dal punto di vista del relativo contenuto topico (ad esempio "half", "etc", "hair", "mean").
3. "tokenizzazione" del testo, ovvero suddivisione delle sequenze di caratteri costituenti ogni review in unità minime di analisi dette "token". I token possono includere solo parole ma anche punteggiatura, date, sigle, ecc... , a seconda del criterio ortografico o linguistico utilizzato e del linguaggio e sistema grafico del testo. Il solver utilizzato nella presente analisi segue criteri linguistici, in quanto il corpus in esame è scritto

in una lingua inglese, la quale presenta già per sua natura delle segmentazioni che permettono di isolare unità elementari di testo dotate di senso compiuto (Turtulici, 2017).

4. rimozione delle cosiddette stop words inglesi (ad esempio “the”, “and”, “when”, “is”, “at”, “which”, “on”, “and”, “in”) in quanto contribuiscono scarsamente alla delineazione dei topic in grado di rappresentare il corpus;
5. eliminazione delle parole con pochi caratteri (<2) o troppi (>15), le quali potrebbero derivare da abbreviazioni del linguaggio parlato o errori di scrittura, confondendo di conseguenza i risultati;
6. assegnazione di tutte le parole di ciascun documento alle rispettive categorie morfologiche (ad esempio sostantivo, verbo, articolo, ecc..) nell’ambito di un processo denominato POS (Part of Speech) tagging.
7. lemmatizzazione del testo, ovvero tutte parole con significato e radice simile ma diversa forma flessa sono automaticamente ricondotte alla loro forma canonica, detta lemma. Ad esempio, le parole “worked” e “working” sono sostituite dal relativo lemma “work”.
8. creazione di un vocabolario o di una Bag of Words (BoW) dei dati di input. Per affinare ulteriormente l’analisi, si procede infine alla rimozione dal vocabolario di tutti quei termini che si trovano con rara frequenza nel corpus, in quanto essi non hanno un impatto significativo nella ricerca del numero ottimale di topic atti a descrivere il corpus né nell’identificazione dei topic stessi, soprattutto se la BoW è ampia.

Per avere un’idea di come opera il tool di preprocessamento del testo di Matlab consideriamo una review estratta casualmente dal corpus:

“Great concept, which has clearly formed into a working business. Sadly some little things which greatly let it down. Booking location moved with 2 days notice, increasing my travel to car by 45 minutes both ways - 1.5 hours extra in costs. No form of discount for the inconvenience. Zipcar does not make it very visible that you only get 60 miles a day, resulting in extra costs. The first reminder email received sent me to the wrong google map pin, again resulting in wasted time. Positives - clean vehicles.”

A seguito del pre-processamento del testo, si ottiene il seguente output:

“great concept clearly form work business sadly thing greatly let down book location move day notice increase travel car minute way hour extra cost form discount inconvenience make visible mile day result extra cost reminder email receive send wrong google map pin result waste time positive clean vehicle”.

È facile osservare oltre alla conversione del testo in caratteri minuscoli e all’eliminazione della punteggiatura e dei numeri, l’esito delle operazioni di tokenizzazione e lemmatizzazione del testo (si noti ad esempio come il verbo “*resulted*” sia stato riportato alla sua forma base “*result*”, o ancora come i plurali “*costs*” e “*vechicles*” siano stati ricondotti ai rispettivi singolari “*cost*” e “*veichle*”, ecc..). È assente inoltre la parola “Zipcar” che, come molte altre ritenute poco significative ai fini dell’analisi o in grado di corrompere i risultati, è stata appositamente rimossa.

Il tool di text pre-processing di Matlab restituisce a seguito delle operazioni di cui sopra (eccetto, ovviamente, quelle eseguite manualmente sul corpus) un vocabolario di 4319 parole, a partire dalle 491402 iniziali di tutto il corpus.

A tal proposito, è interessante osservare la rappresentazione grafica fornita da Matlab del confronto tra il vobabolario originale del corpus e quello che si ottiene al termine della fase di pre-processamento dei dati testuali.

Ovviamente sono mostrate soltanto le parole con la più elevata ricorrenza, essendo la la numerosità del vocabolario molto elevata. In particolare, le parole più frequenti sono quelle evidenziate in rosso e con il carattere di dimensione maggiore (a mano a mano che la frequenza di occorrenza della parole nel corpus diminuisce, il suo font si riduce di dimensione).

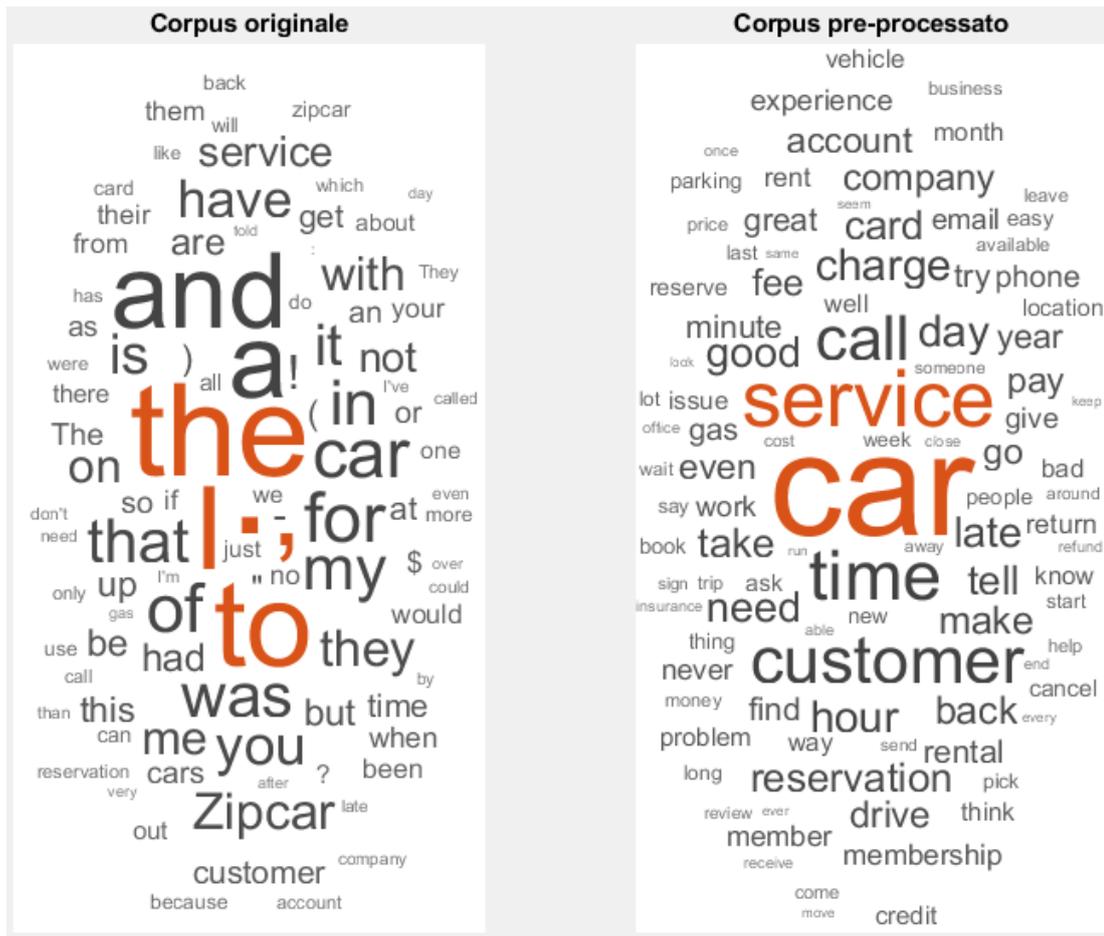


Figura 6: Confronto tra il vocabolario originale del corpus e la Bag of Words che si ottiene al termine del pre-processamento, rappresentati come nuvole di parole.

3.4.3 Fase 3: Ottimizzazione dei parametri LDA ed identificazione del numero ottimale di topic

Per poter applicare il metodo LDA è necessario procedere alla stima dei relativi parametri, in primo luogo del numero di topic. A tall fine, la metodologia utilizzata nel presente studio si basa sulla valutazione della capacità con cui il metodo LDA è in grado di descrivere il corpus di dati testuali esaminato in relazione al numero di topic di volta in volta fornito in input all’algoritmo. Il tutto nell’ambito di un ciclo iterativo implementato grazie al supporto di un apposito tool disponibile su Matlab (lo script utilizzato è riportato in appendice B), che contemporaneamente ottimizza anche gli altri parametri di input dell’algoritmo utilizzando il metodo Stochastic Collapsed Variational Bayesian Inference (Foulds, Boyles, Dubois, Smyth, & Welling, 2013).

La bontà del fitting del metodo LDA per l'insieme di dati raccolti viene dunque misurata ad ogni iterazione attraverso il calcolo di un apposito indicatore, di ricorrente utilizzo nella letteratura sul topic modeling: la perplexity. È possibile definire questa misura come il reciproco della media geometrica della verosimiglianza (log-likelihood) calcolata per ogni parola. Più formalmente, dato un modello, la *perplexity* si calcola come segue:

$$P(W|\Phi, \alpha) = \exp\left(-\frac{\sum_{m=1}^M \log p(w_m|\Phi, \alpha)}{\sum_{m=1}^M N_m}\right)$$

in cui M indica il modello stimato (ovvero l'insieme dei documenti, di numerosità M), w_m il vettore di parole (di dimensione N) nel documento m -esimo, Φ la matrice dei topic ed α l'iperparametro del metodo LDA. Sulla base della suddetta specificazione, un valore di perplexity ridotto indica una migliore rappresentazione dei dati testuali del corpus attraverso i topic stimati.

La *perplexity* è generalmente calcolata suddividendo il dataset in due parti: una per il training, su cui è sviluppato il modello, e una per il testing, sulla quale misurare le performance del modello.

Nell'applicazione in analisi il set di review per il testing w_m , è composto dal 10% delle review estratte in maniera casuale. Sulla restante parte dei documenti (documenti per il training) è applicato il metodo LDA.

Utilizzando il set di documenti per il training è quindi definito il topic model caratterizzato da: topic matrix Φ ed iper-parametro α (topic concentration).

L'iper-parametro β non viene preso in considerazione per il calcolo della *perplexity*, essendo riferito alla concentrazione delle parole nei documenti del set di training.

La scelta del solver Collapsed Variational Bayesian ("cvb0") per l'inferenza sui parametri di imput del metodo LDA è stata determinata dal confronto dei quattro metodi disponibili tra i tools di Matlab in termini di andamento della perplexity in relazione al numero di topic. In particolare, gli altri solver esaminati sono il Collapsed Gibbs Sampling ("cgs"), lo Stochastic Approximate Variational Bayes ("savb") e l'Approximate Variational Bayes ("avb"), tre tecniche utilizzate nell'ambito dell'inferenza bayesiana ma caratterizzate da velocità di convergenza e livello di "fit" (ovvero bontà di adattamento del modello) differenti.

Di seguito (Figura 7) è illustrato l'esito del confronto dei quattro metodi considerati. Per ciascuno è stato tracciato l'andamento dei valori della perplexity in relazione al numero di topic esaminato ad ogni iterazione del metodo. Si osserva come l'andamento della perplexity calcolata con il metodo Collapsed Variational Bayesian si mantenga a valori inferiori rispetto a quelli ottenibili con gli altri metodi, cosa che permette di riconoscerlo come il più adeguato a rappresentare i dati testuali esaminati. I metodi Stochastic Approximate Variational Bayes ed Approximate Variational Bayes presentano, infatti, andamenti della perplexity chiaramente crescenti con il numero di topic, mentre l'inferenza basata sul Collapsed Gibbs Sampling, pur fornendo valori di perplexity decrescenti, non permette di evidenziare per quest'ultima un valore di minimo definito in corrispondenza del quale riconoscere il numero ottimale di topic.

Dunque, sulla base dell'inferenza basata sul metodo Collapsed Variational Bayesian possiamo concludere che il numero ottimale di topic si determini in corrispondenza del più basso valore di *perplexity* restituito dall'algoritmo, ovvero risulti $K = 20$.

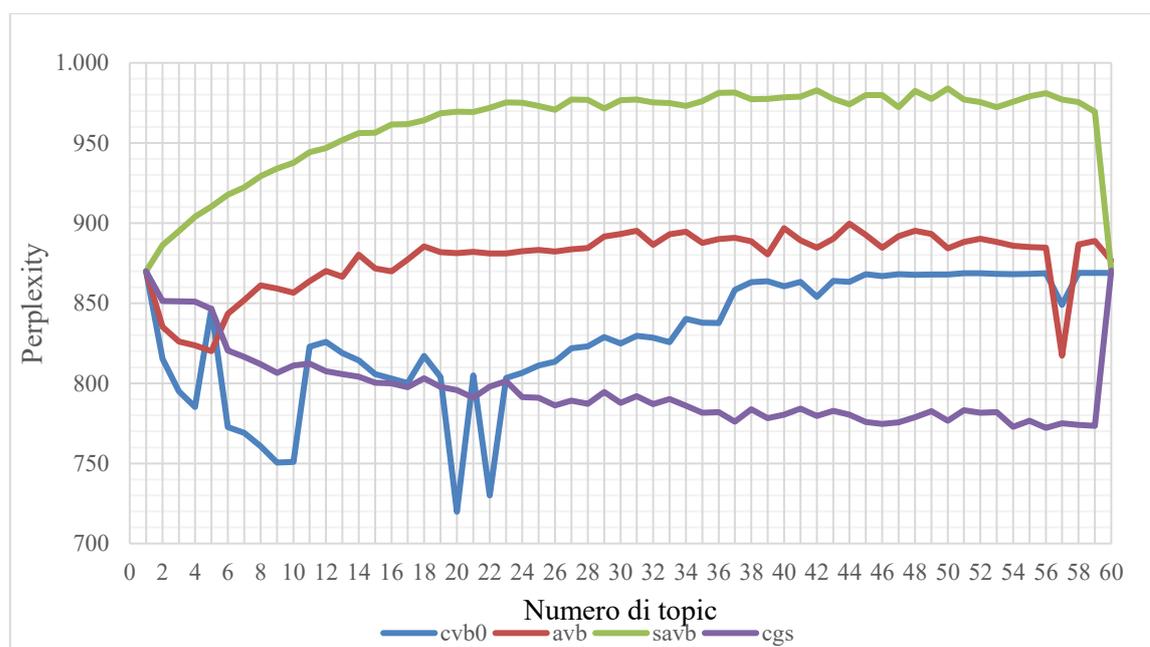


Figura 7. Confronto dei metodi di inferenza per gli iperparametri del metodo LDA: Collapsed Variational Bayesian (“cvb0”), Collapsed Gibbs Sampling (“cgs”), Stochastic Approximate Variational Bayes (“savb”), Approximate Variational Bayes (“avb”).

È facile dedurre come il fitting migliore si ottenga utilizzando il metodo Collapsed Variational Bayesian, il quale individua il numero ottimale di topic in corrispondenza di $K = 20$.

Per quanto concerne gli altri parametri del modello, il solver Collapsed Variational Bayesian assume di default un valore di β pari ad 1, mentre il valore della concentrazione

dei topic α è ottimizzato simultaneamente al calcolo della perplexity. Nelle varie iterazioni del metodo LDA per ciascun numero di topic, è cioè determinato il valore ottimale della concentrazione dei topic α in corrispondenza del quale si ottiene il più basso valore di perplexity, e quindi il fitting migliore del modello ai dati esaminati.

L'andamento della *perplexity* e dell'iperparametro α in relazione al numero di topic calcolato da Matlab è invece mostrato nella figura seguente.

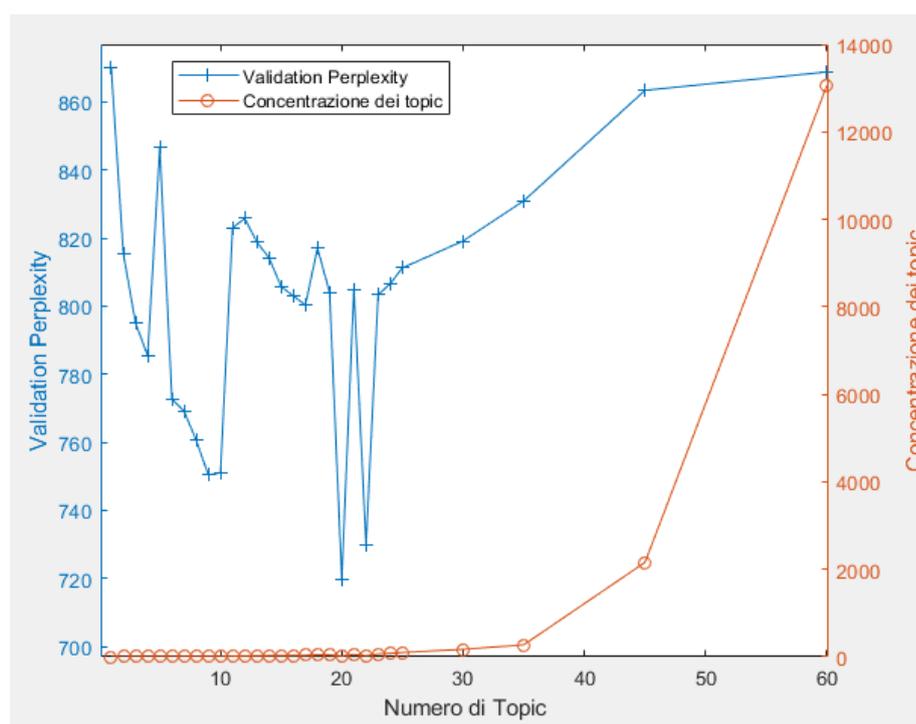


Figura 8. Andamento della perplexity e della concentrazione dei topic (α) nel corpus in relazione al numero di topic.

L'iperparametro α , in corrispondenza del numero ottimale di topic $K = 20$, si attesta al valore $\alpha = 2,251$, indicando pertanto che la concentrazione di topic in ciascun documento dovrebbe risultare pari ad almeno 2, ovvero con elevata probabilità in ciascun documento sono discussi simultaneamente almeno due dei 20 topic designati come descrittivi dell'intero corpus.

3.4.4 Fase 4: Estrazione ed etichettatura dei topic

A questo punto si è applicato l'algoritmo LDA per il numero di topic così identificato. L'output restituito da Matlab è mostrato di seguito (Tabella 6).

Per ogni topic è elencato anche l'insieme delle prime 15 parole ad esso associate ed i relativi pesi (in ordine decrescente per ciascun topic). Questi ultimi coincidono con il valore della probabilità LDA che la parola appartenga al topic in esame (appartenente al vettore che contiene le probabilità di osservare la suddetta parola in ciascuno dei topic estratti per rappresentare il corpus).

L'etichettatura di ciascun topic è stata quindi effettuata sulla base dell'identificazione delle connessioni logiche e semantiche tra le parole più frequenti (ovvero dotate di probabilità LDA più elevata) più per ciascun topic.

È bene precisare che si tratta comunque di un'operazione dotata di una certa arbitrarietà, utile per lo più al fine di categorizzare i vari topic e definire il loro allineamento o meno (sempre da un punto di vista semantico) con le generiche dimensioni di qualità di un PSS identificate precedentemente a livello teorico.

Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso
1. Customer Service – Interazione	service	0,21173	6. Regolamento parcheggi	car	0,058117
	customer	0,14978		parking	0,039825
	bad	0,035875		people	0,029084
	never	0,031637		time	0,0243
	call	0,022774		park	0,021588
	company	0,021593		find	0,020947
	problem	0,019125		spot	0,017188
	ever	0,017898		work	0,016604
	time	0,016017		make	0,014452
	money	0,015168		lot	0,014314
	experience	0,013245		thing	0,014143
	care	0,013064		space	0,013891
terrible	0,013004	think	0,013724		
good	0,012903	problem	0,012565		
business	0,012658	good	0,012379		
2. Processo prenotazione veicolo – Accessibilità	car	0,15574	7. Processo prenotazione – Modifica e cancellazione (customization)	reservation	0,08257
	book	0,044887		time	0,032226
	time	0,037479		make	0,028134
	day	0,031233		hour	0,027486
	available	0,02364		car	0,022981
	away	0,022168		change	0,0214
	experience	0,020624		reserve	0,021106
	last	0,019542		cancel	0,020634
	go	0,01858		location	0,015048
	find	0,017219		find	0,012072
	weekend	0,015475		day	0,010535
	plan	0,015404		pick	0,010433
good	0,013403	tell	0,0094212		
even	0,013383	try	0,0083229		
year	0,013104	new	0,0082948		
3. Facilità d'utilizzo	great	0,072947	8. Customer Service – Capacità di risposta (risoluzione problematiche)	service	0,051162
	easy	0,054639		customer	0,047775
	good	0,052872		member	0,036825
	need	0,030719		issue	0,028997
	car	0,03009		make	0,015552
	convenient	0,023796		vehicle	0,015244
	recommend	0,023209		review	0,012675
	app	0,017951		team	0,012667
	clean	0,014012		provide	0,012322
	helpful	0,013591		question	0,011795
	hire	0,013049		resolve	0,011684
	vehicle	0,012034		situation	0,011442
join	0,011374	time	0,01139		
price	0,011326	experience	0,0093262		
excellent	0,010705	call	0,0090632		
4. Veicolo – Conformità ai requisiti	car	0,35523	9. Usabilità del sistema	car	0,074186
	location	0,04008		drive	0,035363
	time	0,016696		need	0,031324
	new	0,016484		gas	0,022016
	different	0,016314		insurance	0,02001
	around	0,015067		live	0,013586
	well	0,014549		pay	0,012289
	rent	0,013791		good	0,010775
	reserve	0,013497		friend	0,0099445
	share	0,012036		month	0,0097256
	need	0,010649		around	0,0095336
	app	0,010152		parking	0,0091713
system	0,0091127	include	0,0085385		
area	0,0090629	year	0,0080818		
bad	0,0081462	fun	0,0075747		
5. Customer Service – Interazione	try	0,032348	10. Tariffe e addebiti	late	0,11435
	office	0,026465		time	0,067915
	phone	0,022647		charge	0,063601
	even	0,019388		return	0,051368
	call	0,018785		minute	0,049015
	help	0,01738		fee	0,044926
	someone	0,015708		hour	0,033652
	tell	0,015564		reservation	0,02507
	number	0,015553		call	0,021614
	person	0,014641		extend	0,020852
	give	0,011452		back	0,020078
	go	0,01119		car	0,016201
same	0,010389	extra	0,013449		
back	0,010185	early	0,012397		
speak	0,0099459	next	0,009694		

Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso
11. Regolamento di viaggio	trip	0,029352	16. Iscrizione – Accessibilità al sistema	fee	0,075291
	car	0,028653		membership	0,045796
	make	0,021061		charge	0,038901
	lot	0,019191		sign	0,037407
	rental	0,019177		pay	0,021935
	end	0,017127		application	0,021634
	hour	0,015986		refund	0,018282
	way	0,014101		think	0,015461
	take	0,012926		annual	0,013616
	free	0,012547		online	0,013541
	move	0,011438		website	0,013514
	bit	0,010073		process	0,013248
bus	0,0089162	monthly	0,013033		
pick	0,0085196	month	0,01288		
rent	0,0084568	year	0,012513		
12. Pacchetti di noleggio	rental	0,06181	17. Informazioni personali – Aggiornamento	card	0,11269
	price	0,036046		credit	0,071091
	rate	0,029461		company	0,021
	day	0,024505		give	0,019629
	mile	0,021454		even	0,015784
	year	0,018139		call	0,014648
	hour	0,017362		new	0,01321
	car	0,016724		week	0,011428
	company	0,014811		keep	0,011245
	rent	0,01425		mail	0,011144
	cheap	0,014077		send	0,010368
	cost	0,011854		month	0,010303
	need	0,011428		update	0,010257
	hourly	0,010805		work	0,010195
less	0,010012	sign	0,010069		
13. Customer Service – comunicazione e capacità di risposta	email	0,071387	18. Regolamento rifornimenti	gas	0,072521
	call	0,057878		car	0,04295
	send	0,031881		card	0,042455
	tell	0,02986		tank	0,021549
	receive	0,028551		time	0,020818
	day	0,02793		fill	0,017984
	ask	0,021724		work	0,015857
	phone	0,019685		station	0,015032
	say	0,018828		back	0,014093
	week	0,018084		open	0,013658
	ticket	0,017994		find	0,012888
	take	0,013796		unlock	0,01163
	back	0,012398		leave	0,011386
	contact	0,010852		call	0,010892
response	0,010189	door	0,0097372		
14. Affidabilità e assistenza su strada – Risoluzione problematiche	call	0,049213	19. Veicolo – Elementi tangibili (conformità ai requisiti)	report	0,023701
	tell	0,036002		car	0,023122
	back	0,031121		damage	0,022896
	car	0,031093		go	0,01576
	garage	0,026132		dirty	0,015265
	start	0,021754		well	0,014204
	take	0,020833		take	0,013574
	hour	0,016881		think	0,01137
	wait	0,016074		rent	0,011238
	phone	0,015757		look	0,011109
	minute	0,013603		seat	0,010979
	come	0,013204		clean	0,010884
	tow	0,012074		thing	0,010077
	rep	0,011711		drive	0,0096499
ask	0,011653	light	0,0095903		
15. Account – Attivazione, sospensione e cancellazione	account	0,096228	20. Regolamento danni e sinistri	vehicle	0,035151
	membership	0,035708		insurance	0,027333
	cancel	0,033767		accident	0,025832
	year	0,029605		damage	0,021971
	company	0,025045		cost	0,015818
	business	0,024024		report	0,014534
	pay	0,022843		driver	0,014534
	tell	0,017111		fault	0,014198
	close	0,014624		member	0,010954
	money	0,012591		pay	0,010754
	charge	0,011662		hit	0,010001
	refuse	0,011344		fine	0,0099639
	month	0,010481		avoid	0,0099345
	suspend	0,010191		good	0,0095116
take	0,010156	incident	0,0092954		

3.5 Interpretazione e verifica di consistenza dei risultati

Per poter verificare i risultati ottenuti e derivare una conferma empirica del fatto che i topic emersi dall'analisi risultino effettivamente rappresentativi del corpus considerato (e quindi dell'opinione generale degli utenti di Zipcar), si è proceduto con la suddivisione delle review, in maniera assolutamente casuale, in due insiemi quasi della stessa dimensione (Campione 1 e Campione 2); quindi si è applicato per ciascuno di essi il metodo LDA. Si è ovviamente assunto in input il medesimo numero di topic ($k = 20$), al fine di verificare se emergesse una certa omogeneità nei topic descrittivi dei due campioni, e al tempo stesso di ciascun sottoinsieme ed il corpus complessivo di partenza. I due sottoinsiemi di topic con le relative parole chiave sono mostrati in appendice C.

Il confronto è stato effettuato, in termini di numero di parole coincidenti tra il topic i -esimo del corpus generale ($Topic_i$ per $i = 1, \dots, 20$) e ciascuno dei 20 topic estratti da ognuno dei due sottoinsiemi ($topic_{jk}$ per $j = 1, 2$ e $k = 1, \dots, 20$).

Certamente si tratta di un modo alquanto grossolano di operare dei confronti tra i diversi sottoinsiemi dei dati testuali in esame. Tuttavia, è possibile ritenere che questo modus operandi sia comunque efficace per ottenere delle prove preliminari di consistenza dei risultati emersi dalla sperimentazione.

In particolare, adottata la seguente simbologia:

Indice/pedice	Significato
i	Indice del topic estratto dal corpus generale
j	Pedice identificativo del sottoinsieme di review estratto dal corpus generale
k	Pedice identificativo del topic estratto dal sottoinsieme del corpus generale

Tabella 7. Spiegazione dei simboli identificativi dell'indicatore $\theta_{j,k}^i$.

i confronti sono stati condotti ricorrendo al calcolo di un indicatore rappresentativo della proporzione di parole coincidenti tra i due topic confrontati rispetto alle 15 parole estratte per ognuno:

$$\theta_{j,k}^i = \frac{\text{n}^\circ \text{ di parole coincidenti tra } Topic_i \text{ e } topic_{jk}}{15} \in [0,1]$$

In altre parole, per ognuno dei 20 topic del corpus generale è stato individuato il grado di similarità con gli altri topic estratti da ciascuno dei due campioni, identificando di volta in volta il numero di parole in comune.

Per meglio chiarire l'attività svolta, consideriamo il topic 1 estratto dal corpus generale. È possibile osservare come esso presenti affinità con il topic 2 del campione 1 (ben 10 parole coincidenti su 15) ed il topic 15 del campione 2 (6 parole su 15). Di seguito è illustrato il suddetto esempio. Le parole coincidenti nei topic estratti dai due campioni sono evidenziate in rosso. È facile notare come i tre topic confrontati possano essere ragionevolmente ricondotti al tema del supporto al cliente da parte dell'assistenza dedicata.

Corpus generale		
Topic	Parola	Peso
1. Customer Service – Supporto al cliente	1. service	0,2117
	2. customer	0,1497
	3. bad	0,0358
	4. never	0,0316
	5. call	0,0227
	6. company	0,0215
	7. problem	0,0191
	8. ever	0,0178
	9. time	0,0160
	10. money	0,0151
	11. experience	0,0132
	12. care	0,0130
	13. terrible	0,0130
	14. good	0,0129
	15. business	0,0126

Campione 1		
Topic	Parola	Peso
2	1. service	0,1646
	2. customer	0,1254
	3. company	0,0359
	4. bad	0,0329
	5. time	0,0218
	6. good	0,0185
	7. ever	0,0171
	8. care	0,0144
	9. call	0,0140
	10. give	0,0138
	11. try	0,0128
	12. help	0,0124
	13. terrible	0,0098
	14. rude	0,0092
	15. nothing	0,0087

Campione 2		
Topic	Parola	Peso
8	1. service	0,0544
	2. car	0,0469
	3. customer	0,0393
	4. company	0,0206
	5. business	0,0205
	6. time	0,0201
	7. card	0,0185
	8. issue	0,0184
	9. fee	0,0159
	10. credit	0,0155
	11. call	0,0129
	12. report	0,0120
	13. membership	0,0119
	14. year	0,0113
	15. look	0,0081

$$\theta_{1,2}^1 = \frac{10}{15} = 0,667$$

$$\theta_{2,8}^1 = \frac{6}{15} = 0,4$$

Figura 8. Esempio di confronto tra il topic 1 del corpus generale ed i topic estratti dai suoi due campioni.

È opportuno precisare che il topic 1 presenta il medesimo valore dell'indicatore ϑ anche nel confronto con i topic 15 e 20 del campione 2, come mostrato in figura 10.

Corpus generale			Campione 2					
Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso
1. Customer Service – Supporto al cliente	1. service	0,2117	15	1. time	0,0278	20	1. customer	0,0289
	2. customer	0,1497		2. company	0,0217		2. company	0,0191
	3. bad	0,0358		3. month	0,0201		3. call	0,0148
	4. never	0,0316		4. customer	0,0188		4. reservation	0,0141
	5. call	0,0227		5. people	0,0172		5. make	0,0140
	6. company	0,0215		6. make	0,0164		6. service	0,0121
	7. problem	0,0191		7. account	0,0146		7. keep	0,0110
	8. ever	0,0178		8. service	0,0145		8. work	0,0088
	9. time	0,0160		9. back	0,0131		9. even	0,0086
	10. money	0,0151		10. try	0,0131		10. time	0,0084
	11. experience	0,0132		11. ticket	0,0126		11. good	0,0084
	12. care	0,0130		12. car	0,0102		12. month	0,0076
	13. terrible	0,0130		13. never	0,0100		13. offer	0,0074
	14. good	0,0129		14. ever	0,0096		14. card	0,0072
	15. business	0,0126		15. even	0,0087		15. long	0,0070



$$\theta_{2,15}^1 = \frac{6}{15} = 0,4 \qquad \theta_{2,20}^1 = \frac{6}{15} = 0,4$$

Figura 9: Confronto tra il topic 1 del corpus generale ed i topic estratti dal campione 2 con medesimo valore dell'indicatore di similarità.

Tuttavia, le parole coincidenti in questi due casi sono quelle di peso minore nel topic 1 del corpus generale e nei topic 15 e 20 del sottoinsieme 2, per cui si è ritenuto in questo caso che l'affinità risulti più significativa tra tale topic e il topic 8 del campione 2.

Tale circostanza, riscontrabile anche in altri confronti, è legata al fatto che per ciascun topic sono state estratte solo le prime 15 parole di peso maggiore. Per un confronto più preciso occorrerebbe incrementare (eventualmente mediante un processo iterativo di ottimizzazione dell'analisi) il numero di parole di volta in volta estratte, e compararle tenendo conto anche del relativo peso, dal quale ovviamente dipende l'ordine con cui esse sono mostrate per ciascun topic.

3.5.1 Assunzioni alla base della verifica di consistenza dei risultati

Nel presente studio, si è ritenuto sufficiente operare un confronto di tipo semi-quantitativo, basato cioè sul calcolo dell'indicatore sopra definito e sulle similarità semantiche esistenti tra i gruppi di parole comparati. Pertanto, un possibile approfondimento di tale lavoro potrebbe essere quello di individuare i criteri più

opportuni per confrontare i tre set di dati e soprattutto quantificare in maniera più accurata il loro “grado di similarità”.

In ogni caso è possibile avanzare alcune considerazioni circa l’esito dei confronti effettuati, riassunti in due matrici riportate nell’appendice D.

Innanzitutto, è bene precisare alcune assunzioni rilevanti che sono state avanzate nel confrontare i set dei topic individuati:

1. Si è ritenuto che due topic risultino affini quando il numero di parole coincidenti è almeno pari ad $1/3$ (5 parole su 15), ovvero risulti $\vartheta \geq 0,4$.

La lunghezza delle review nel corpus è estremamente variabile (da 3 fino ad oltre 100 parole), pertanto si è considerata ragionevole l’ipotesi per cui, se almeno 5 parole (tra quelle di peso maggiore) sono condivise tra i topic confrontati questi possano essere valutati come simili perché probabilmente uno stesso topic può essere trattato in recensioni diverse con un numero di parole differente ma almeno pari a 5. In altri termini, è probabile che la discussione su uno specifico topic sia condensata, in alcune recensioni di breve lunghezza, in un numero di parole addirittura inferiore a 5, e tali parole siano almeno in parte coincidenti con quelle estratte per il topic in esame.

Per meglio chiarire il concetto appena esposto, consideriamo la recensione n° 207: “Simple, easy – and it works”. È naturale concludere che essa si riferisca ad usabilità ed affidabilità del sistema. Ben due topic sono toccati in questa review con un numero di parole, tra quelle inserite nella Bag of Words, pari a 3 (“simple”, “easy”, “work”) di cui le prime due riconducibili al tema dell’usabilità (per il 66%) e l’ultima a quello della disponibilità (per il 33%)

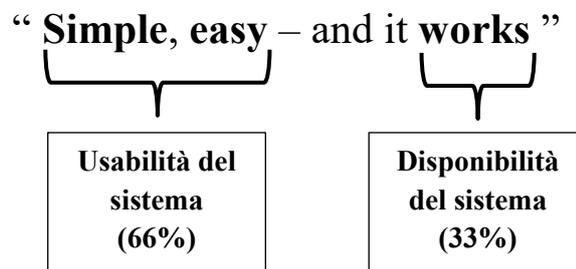


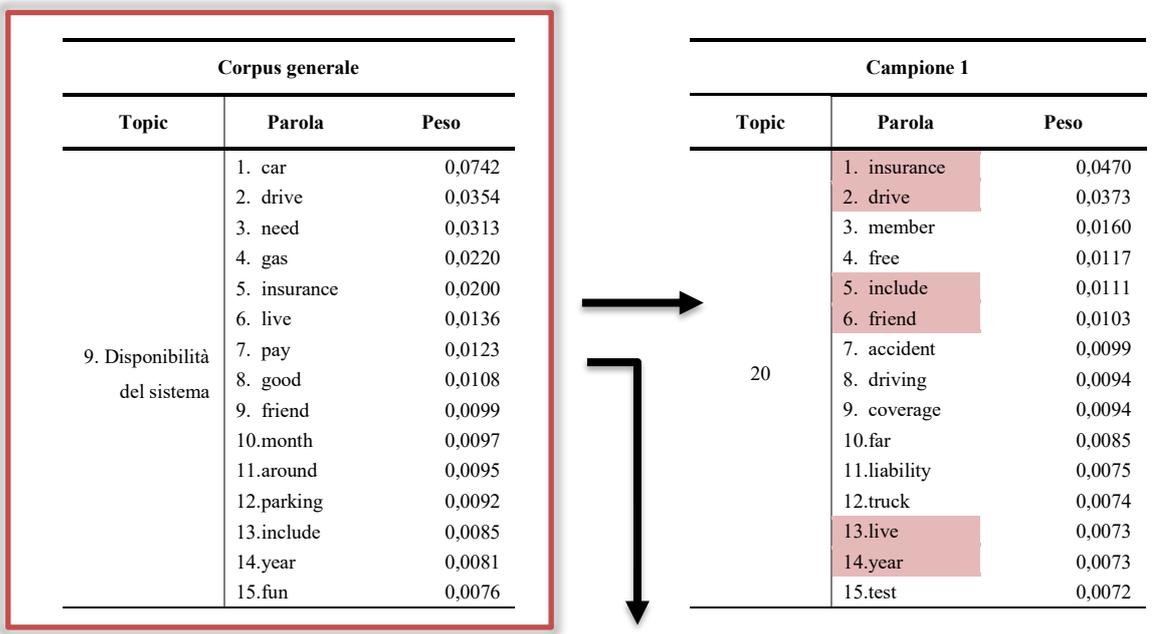
Figura 10. Esempio illustrativo delle ipotesi alla base delle assunzioni di similarità tra i topic del corpus generale e quelli estratti da ciascun campione

2. I topic del corpus generale che presentano il medesimo numero di parole coincidenti con più topic estratti da uno dei suoi sottoinsiemi (e quindi stesso valore di θ) sono

analizzati anche in termini di peso delle parole e relativo ordinamento nel topic (analogamente a quanto fatto nell'esempio precedente).

Quindi per ciascuno dei 20 topic si è ricercato almeno un corrispettivo nei due campioni selezionati dal corpus complessivo. Tale operazione ha permesso di dimostrare che l'insieme dei topic individuati nel corpus generale si conserva, quasi nella sua totalità, anche nei due campioni da esso estratto.

A titolo esemplificativo consideriamo il topic 9, il quale è si ritiene sia riferito alla disponibilità del sistema.



Campione 2											
Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso	Topic	Parola	Peso
1	1. car	0,1235	3	1. car	0,1068	7	1. car	0,0798	10	1. car	0,0845
	2. good	0,0298		2. gas	0,0186		2. start	0,0222		2. take	0,0306
	3. need	0,0207		3. time	0,0176		3. make	0,0192		3. find	0,0149
	4. drive	0,0170		4. good	0,0168		4. trip	0,0183		4. home	0,0140
	5. great	0,0157		5. available	0,0145		5. need	0,0159		5. time	0,0134
	6. easy	0,0143		6. cost	0,0136		6. gas	0,0146		6. need	0,0133
	7. time	0,0130		7. drive	0,0127		7. place	0,0125		7. day	0,0122
	8. gas	0,0127		8. damage	0,0114		8. drive	0,0117		8. lot	0,0110
	9. move	0,0102		9. price	0,0111		9. hour	0,0117		9. customer	0,0107
	10.app	0,0098		10.weekend	0,0109		10.share	0,0113		10.parking	0,0103
	11.rate	0,0085		11.think	0,0106		11.rental	0,0102		11.work	0,0085
	12.run	0,0085		12.great	0,0105		12.company	0,0095		12.good	0,0082
	13.free	0,0081		13.number	0,0081		13.end	0,0089		13.new	0,0072
	14.reservation	0,0079		14.find	0,0080		14.year	0,0079		14.around	0,0072
	15.day	0,0079		15.insurance	0,0075		15.reservation	0,0076		15.service	0,0071

Figura 11. Esempio di confronto tra topic estratti dai campioni che presentano il medesimo valore dell'indicatore di similarità.

Mentre nel campione 1 il topic 9 presenta il più alto valore dell'indicatore di similarità con il topic 20, ed è quindi semplice concludere la sua affinità con esso, nel campione 2 sono ben quattro i topic che presentano il medesimo numero di parole coincidenti (e quindi stesso valore di θ).

In questo caso si è ritenuto ragionevole considerare come effettivamente affini i topic 1 e 7, per via del fatto che in essi le parole che coincidono sono quelle che nel topic 9 del corpus principale hanno peso maggiore.

Si assume infatti che le parole in cima all'ordinamento, nonché quelle di peso superiore, siano quelle che meglio contribuiscono a delineare e contraddistinguere il topic.

Pertanto, a seguito di tutti i confronti effettuati, il prospetto della distribuzione dei topic nei due sottoinsiemi è mostrato nella Tabella 7, in cui sono riportati per ciascun topic del corpus generale, i topic valutati come simili nei due campioni.

Si noti che per alcuni topic del corpus complessivo, si è ritenuto che i topic simili nei due campioni fossero più di uno. Questo per via del fatto che non solo il numero di parole coincidenti è il medesimo ma anche perché alcune di tali parole sono simultaneamente presenti nei topic estratti dal campione, facendo sì che questi ultimi si somiglino; ad esempio, i topic 17 e 18 del campione 2 sono entrambi riconducibili al tema delle prestazioni dell'assistenza clienti, che nel corpus generale sono declinati rispettivamente in disponibilità dell'assistenza (Topic 5) e comunicazione e capacità di risposta (Topic 13).

È inoltre interessante notare come il topic 19, sulla base dei criteri di analisi delle somiglianze adottati, non presenti alcun corrispettivo definito, né nel campione 1 né nel campione 2. Con buona probabilità esso si riferisce alle operazioni di ispezione dello stato esterno ed interno del veicolo e successiva compilazione di un apposito "vehicle status report" che l'utente è chiamato a svolgere prima di iniziare il viaggio.

La spiegazione del suddetto risultato potrebbe essere legata al fatto che le parole associate a tale topic sono molto specifiche degli aspetti tangibili del veicolo oggetto nella fase di ispezione preliminare all'inizio del noleggio (ad esempio "dirty", "seat", "clean", "light") e di conseguenza presentano frequenza ridotta (rispetto alle parole correlate ad altri topic) in quanto difficilmente potrebbero essere utilizzate per discutere topic differenti rispetto quello in esame.

Topic del corpus generale	Topic simili Campione 1	Topic simili Campione 2
1. Customer Service – Esperienza complessiva	Topic 2	Topic 8
2. Prenotazione veicolo – Accessibilità	Topic 1	Topic 2
3. Usabilità del sistema	Topic 3	Topic 1
4. Copertura del sistema	Topic 4	Topic 10, Topic 13
5. Customer Service – Disponibilità del personale	Topic 10	Topic 17, Topic 18
6. Regolamento parcheggi	Topic 17	Topic 10
7. Processo prenotazione – Modifica e cancellazione	Topic 6	Topic 5
8. Customer Service – Capacità di risposta	Topic 5, Topic 18	Topic 11
9. Disponibilità del sistema	Topic 20	Topic 1, Topic 7
10. Tariffe e addebiti	Topic 6	Topic 6
11. Regolamento d’uso – viaggio	Topic 11	Topic 9
12. Pacchetti di noleggio	Topic 8	Topic 2
13. Customer Service – comunicazione	Topic 12	Topic 17, Topic 18
14. Assistenza e risoluzione problematiche in viaggio	Topic 16	Topic 18
15. Account – Attivazione, sospensione e cancellazione	Topic 9	/
16. Iscrizione alla community – Accessibilità	Topic 13	Topic 12
17. Account – Aggiornamento dati	/	Topic 20
18. Regolamento d’uso – rifornimenti	Topic 11	Topic 19
19. Veicolo - Elementi tangibili (conformità ai requisiti)	/	/
20. Regolamento danni e sinistri	Topic 18	/

Tabella 8. Similitudini tra i topic del corpus generale e quelli estratti dai suoi due campioni.

Di conseguenza, potrebbe accadere che la loro frequenza nei campioni estratti dal corpus si riduca significativamente, al punto che il topic 19 non emerga come descrittivo di nessuno dei due sottoinsiemi di review.

La medesima giustificazione potrebbe essere avanzata anche nel caso dei topic 15, 17 e 20 che presentano un topic simile soltanto in uno dei due campioni.

Al tempo stesso, vi sono alcuni topic nei due campioni (15 e 19 per il campione 1 e 14 e 16 per il campione 2) che non sono stati riconosciuti come affini a nessuno dei topic del

corpus generale. Analizzando le parole ad essi associate da un punto di vista semantico, si osserva tuttavia come essi siano comunque riconducibili ad uno tra i topic del corpus. Ad esempio, il topic 14 del campione 2 è senza dubbio relativo all'esperienza di interazione con il customer service, mentre il 16 al regolamento di viaggio.

Tali anomalie rispetto alle attese sull'allineamento tra i topic rappresentativi del corpus generale e quelli estratti dai due campioni, supposte valide le giustificazioni avanzate per esse, non alterano comunque i risultati positivi dell'analisi.

È dunque possibile concludere che la composizione dei topic rappresentativi dell'insieme di review di partenza sia pressochè confermata a livello dei due sottoinsiemi utilizzati per validare i risultati. Per ulteriori dimostrazioni circa il grado di corrispondenza tra il corpus generale ed i due campioni sarebbe necessario aumentare il grado di profondità dell'analisi. Potrebbe ad esempio essere utile ricorrere a metodi quantitativi per la comparazione dei pesi delle parole nei vari topic, da definire accuratamente tenendo conto delle proprietà generali degli indicatori e della natura dei dati da confrontare (in questo caso delle probabilità). Si rimanda tuttavia tale obiettivo a sviluppi futuri della presente attività di ricerca.

3.1 Considerazioni sui risultati del test di convergent validity effettuato

L'analisi di text mining effettuata sul corpus di review acquisite a proposito del provider di car sharing Zipcar ha permesso di evidenziare come alcune delle determinanti della qualità di un PSS individuate a livello teorico siano effettivamente considerate dagli utenti nel loro processo valutativo delle prestazioni del sistema in esame.

È emerso infatti che dimensioni come usabilità, disponibilità/affidabilità, aspetti tangibili del sistema e comunicazione e capacità di risposta a livello della componente di servizio del PSS costituiscano temi di discussione ricorrenti sui forum considerati.

Per maggiore chiarezza e allo scopo di riassumere l'esito del del test di convergent validity effettuato, di seguito è illustrato un confronto sintetico tra l'insieme dei topic estratti dal corpus di recensioni usato per la sperimentazione e le determinanti della

qualità di un PSS generico identificate nel framework teorico sviluppato nella parte iniziale dello studio.

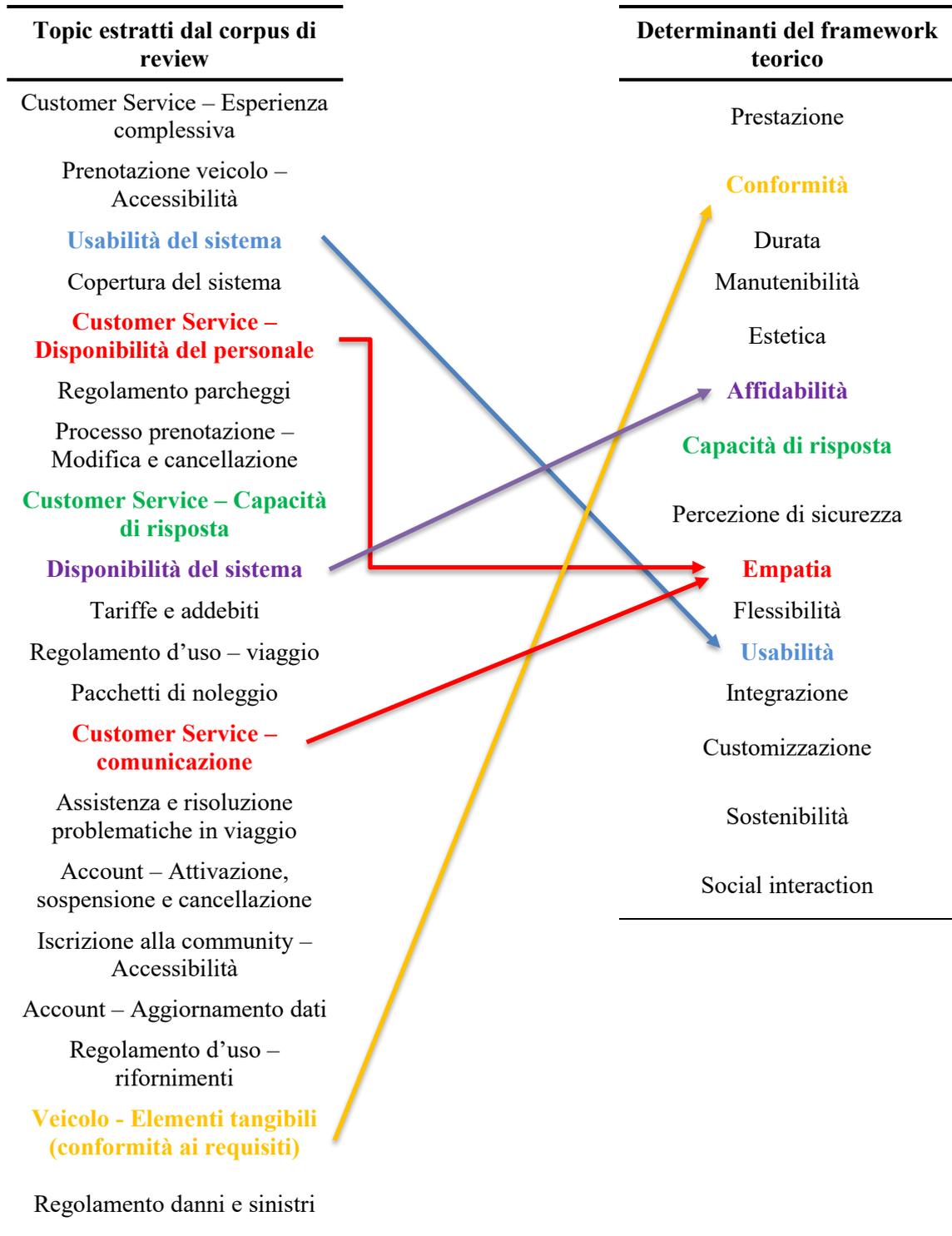


Figura 12. confronto sintetico tra l'insieme dei topic estratti dal corpus e le determinanti della qualità di un PSS generico identificate nel framework teorico.

I topic che è possibile ritenere rappresentativi, almeno approssimativamente, delle determinanti di qualità di un PSS che influenzano le percezioni e i giudizi degli utenti sono evidenziati e collegati alle determinanti a cui è possibile associarli.

Si noti, ad esempio, come i topic relativi a disponibilità e comunicazione del personale del customer service siano entrambi riconducibili alla determinante dell'empatia, genericamente definibile, in linea con Parasuraman, Zeithaml, & Berry (1991), come la cura e l'attenzione individuale che un'azienda offre ai propri clienti.

O ancora, il tema della disponibilità del sistema, considerata l'accezione data al topic di misura dell'attitudine del sistema di essere in grado di svolgere una funzione richiesta in determinate condizioni ad un dato istante o durante un dato intervallo di tempo, è invece associabile alla dimensione dell'affidabilità del sistema.

In ogni caso, la verifica di validità del costrutto della qualità di un PSS, che si è cercato di delineare attraverso l'identificazione delle sue determinanti, avrebbe però richiesto che ciascuna di queste ultime venisse confermata a livello empirico. In altre parole il risultato ottimale sarebbe stato quello per cui ogni dimensione del framework teorico sviluppato emergesse quale topic di discussione per buona parte dei documenti esaminati.

Tuttavia, è opportuno precisare che, per poter costruire un riscontro empirico sufficientemente ampio e di validità generale, è necessario ampliare i confini dell'analisi, ad esempio esaminando altri PSS ricorrendo ad una procedura analoga o comunque non molto dissimile. Avendo assunto di considerare la misura della percezione di qualità di un PSS come un processo simile alla misurazione di un atteggiamento, analogamente a quanto fatto in studi precedenti nello specifico campo dei servizi (Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1985) sarebbe opportuno considerare simultaneamente più categorie di PSS, così da poter concludere che il framework sviluppato sia idoneo ad ingare il costrutto in esame. Gli user-generated content offrono ad tal proposito la possibilità di acquisire una mole di dati sufficientemente elevata e con un impiego molto limitato di risorse.

È comunque possibile ritenere di effettivo interesse la verifica effettuata, sebbene limitata, circa la validità del modello proposto e concludere che l'obiettivo di rispondere alla domanda di ricerca sia stato parzialmente conseguito, pavimentando la strada per ulteriori sviluppi e approfondimenti sul tema.

CAPITOLO 4

Limitazioni dello studio e possibili sviluppi futuri

Il paradigma dei Product-Service System è ampiamente riconosciuto in letteratura quale promettente approccio per migliorare la competitività delle aziende manifatturiere e riorientare i loro modelli di consumo e di produzione (Van Ostaeyen, Van Horenbeek, Pintelon, & Duflou, 2013). Nonostante i numerosi studi condotti sui processi di progettazione ed implementazione dei PSS con la finalità di conseguire la massima soddisfazione del cliente, scarsa attenzione è stata finora dedicata all'indagine di come la relativa qualità sia percepita. Certamente, in diversi contesti operativi, è comunque riscontrabile l'utilizzo delle metodologie tradizionali per la misurazione della qualità rispettivamente di prodotti e servizi; tuttavia sono di fatto assenti approcci ingegneristici, concretamente utilizzabili da parte delle aziende erogatrici, per la valutazione della qualità dei loro PSS a livello integrato, ovvero tenendo conto non solo degli aspetti peculiari della componente tangibile e di quella di servizio ma anche delle sinergie che tra esse si generano, incrementando l'offerta di valore al cliente.

Per rispondere all'esigenza di sviluppare appositi strumenti di misurazione e gestione della qualità dei PSS, nel presente studio si è cercato anzitutto di identificare le determinanti potenzialmente in grado di influenzarla. A tal proposito sono stati utilizzati due approcci: il primo, che potremmo definire di tipo top-down, ha previsto la ricerca in letteratura di un insieme di dimensioni caratteristiche della qualità di prodotti, servizi e sistemi, unitamente all'individuazione di altre determinanti specifiche dell'integrazione di tali componenti e degli effetti da essa derivanti. In linea con le tecniche di misurazione quantitativa della percezioni dei clienti sulla qualità di un prodotto/servizio, si sarebbe dovuto proseguire l'analisi con la verifica delle suddette dimensioni, mediante la somministrazione di appositi questionari ed infine la costruzione di un'apposita scala di misura. È noto, però, come tale approccio risulti spesso oneroso in termini di tempo e risorse da dedicare all'analisi, la quale non è comunque esente da una serie di specifiche limitazioni, come discusso nel paragrafo 2.2.

Pertanto, per la validazione a livello empirico dell'insieme di dimensioni individuate si è preferito ricorrere ad un metodo innovativo di indagine delle dimensioni latenti di un costrutto, definibile di tipo bottom-up.

In altre parole, attraverso un'analisi di text-mining di un corpus di review postate online dai clienti di un PSS di riferimento nel settore del car sharing, si è cercato di estrapolare un set di dimensioni che confermassero, almeno parzialmente, quello identificato nel framework teorico inizialmente designato.

I risultati ottenuti dimostrano come alcune delle dimensioni latenti ipotizzate nella fase preliminare dell'analisi siano effettivamente considerate e valutate dagli utenti del sistema nel perimetro del loro giudizio complessivo sul PSS in esame.

Questo secondo approccio presenta però delle limitazioni.

In primo luogo, il modello utilizzato per estrarre le dimensioni latenti della qualità del PSS considerato è computazionalmente complesso, tanto più quanto la dimensione dei dati da analizzare è elevata. In questo studio, il dataset esaminato presenta dimensioni adeguate all'obiettivo prefissato, ma per poter incrementare la precisione dell'analisi sarebbe opportuno ampliare l'insieme dei dati testuali da modellare e di conseguenza la potenza di calcolo necessaria. Tuttavia, con i progressi nell'informatica e lo sviluppo di tecniche di analisi dei Big Data sempre più sofisticate, questa limitazione sul piano della complessità computazionale tenderà a dissiparsi nel tempo, eventualmente consentendo l'utilizzo di tali modelli in svariati contesti applicativi e con la finalità o meno di permettere indagini sulla qualità o sulla soddisfazione dei consumatori.

In secondo luogo, questo studio si concentra solo sulle recensioni del car sharing, ma potrebbe essere validamente esteso ad altre categorie di user-generated content o semplicemente a review online di altri PSS per evidenziare o confermare le dimensioni identificate nel framework teorico di partenza. O ancora, potrebbe risultare interessante effettuare un'analisi comparativa a livello geografico o demografico delle dimensioni estraibili dalle recensioni.

In ogni caso, ampliando i confini dell'analisi e riunendo un numero sufficientemente elevato di riscontri empirici a supporto della domanda di ricerca inizialmente avanzata, diverrebbe possibile proporre un modello di validità generale a partire dal quale costruire un'apposita metodologia per la misura della qualità di un PSS.

In terzo luogo, con il metodo LDA si escludono dall'analisi parole rare o poco frequenti appartenenti alla coda della distribuzione delle parole stesse nel corpus; tali parole potrebbero riflettere preferenze emergenti o aspettative dei consumatori che potrebbero essere utili per lo sviluppo di nuove varianti di uno stesso PSS o l'introduzione di migliorie e/o integrazioni a PSS esistenti.

Inoltre, l'applicazione allo stesso PSS dell'analisi descritta ad intervalli di tempo regolari, potrebbe permettere di evidenziare possibili variazioni nelle variabili di influenza della percezione di qualità o l'individuazione di nuove.

Ognuna delle limitazioni di cui sopra potrebbe essere ricca di spunti per ulteriore ricerca sul tema, il quale prova di essere certamente di grande attualità nel mondo accademico ed imprenditoriale .

Appendice A

Item generati per ciascuna delle dimensioni di qualità individuate nel framework teorico sviluppato (paragrafo 2.2)

Dimensioni di qualità del PSS	Item
Prestazione	<p>La prestazione dei prodotti costituenti il PSS è soddisfacente in relazione alle loro funzionalità principali</p> <p>La prestazione dei prodotti costituenti il PSS è soddisfacente in relazione al loro costo di utilizzo</p> <p>La prestazione dei prodotti costituenti il PSS è soddisfacente in relazione al loro consumo energetico e al loro impatto ambientale</p> <p>La prestazione dei servizi offerti nell'ambito del PSS è soddisfacente in relazione alle esigenze da soddisfare</p> <p>La prestazione dei servizi offerti nell'ambito del PSS è soddisfacente in relazione al loro costo</p> <p>La prestazione dei servizi offerti nell'ambito del PSS è soddisfacente in relazione al loro consumo energetico e al loro impatto ambientale</p> <p>La prestazione delle infrastrutture del PSS è soddisfacente in relazione alle loro funzionalità principali</p> <p>La prestazione delle infrastrutture del PSS è soddisfacente in relazione al loro costo di utilizzo</p> <p>La prestazione delle infrastrutture del PSS è soddisfacente in relazione al loro consumo energetico e al loro impatto ambientale</p> <p>La prestazione dei supporti digitali del PSS è soddisfacente in relazione alle loro funzionalità principali</p>
Conformità	<p>I prodotti costituenti il PSS rispettano gli standard di sicurezza</p> <p>Le infrastrutture costituenti il PSS rispettano gli standard di sicurezza</p> <p>I prodotti costituenti il PSS rispettano gli standard ambientali</p> <p>Le infrastrutture costituenti il PSS rispettano gli standard ambientali</p> <p>Il trattamento dei dati personali generati dall'utilizzo del PSS è conforme alle normative</p> <p>Il PSS fornisce le funzioni o i risultati dichiarati</p>
Durata	<p>La durata nel tempo della struttura dei prodotti costituenti il PSS è sufficientemente elevata</p> <p>La durata estetica della struttura dei prodotti costituenti il PSS è sufficientemente elevata</p> <p>La durata dei prodotti accessori del PSS è sufficientemente elevata</p> <p>I prodotti costituenti il PSS non evidenziano forme di deterioramento o usura immediati</p> <p>Le infrastrutture costituenti il PSS non evidenziano forme di deterioramento o usura immediati</p>

Manutenibilità	<p>I servizi di manutenzione e riparazione dei prodotti del PSS sono disponibili quando necessario</p> <p>I servizi accessori del PSS sono facilmente accessibili</p> <p>L'aggiornamento e la risoluzione dei problemi dei supporti digitali del PSS (app – piattaforme web – software) avvengono rapidamente senza creare difficoltà o impedimenti all'uso</p> <p>La risoluzione dei problemi è tempestiva</p> <p>Il tempo comunicato per la risoluzione delle problematiche è effettivamente rispettato</p> <p>La sostituzione dei prodotti del PSS in caso di guasti non riparabili è tempestiva</p> <p>Riparazione o manutenzione dei prodotti del PSS avvengono rapidamente</p> <p>Riparazione o manutenzione delle infrastrutture del PSS avvengono rapidamente</p>
Aspetti formali	<p>L'aspetto estetico dei prodotti del PSS è gradevole</p> <p>Il design dei prodotti del PSS è appropriato per le funzioni che questo deve svolgere</p> <p>La qualità percepita dei materiali dei prodotti del PSS è soddisfacente</p> <p>Il design dei supporti digitali del PSS (App – piattaforme web – software) è accattivante</p> <p>L'aspetto estetico del materiale informativo e di supporto del PSS è attraente a vedersi</p> <p>Il personale di servizio del PSS ha un aspetto curato ed ordinato</p>
Affidabilità	<p>I prodotti e i servizi del PSS sono forniti nelle modalità e con le caratteristiche promesse</p> <p>In presenza di problemi il personale di assistenza del PSS mostra un sincero interesse nel risolverli</p> <p>L'organizzazione e la configurazione del PSS sono tali da consentire la risoluzione in autonomia piccoli guasti o malfunzionamenti e l'ordinaria manutenzione</p> <p>Il PSS mostra una buona continuità delle sue prestazioni nel tempo</p> <p>I prodotti del PSS non presentano malfunzionamenti ricorrenti</p> <p>Le infrastrutture del PSS sono funzionanti con continuità</p>
Capacità di risposta	<p>Le modalità di accesso e uso del PSS sono chiaramente specificate</p> <p>Il PSS è sempre prontamente disponibile all'uso</p> <p>Le conoscenze richieste per l'uso del PSS sono adeguatamente fornite</p> <p>L'interazione con il personale di assistenza del PSS è rapida ed efficace</p> <p>Il personale di assistenza è sempre disposto ad aiutare il cliente</p>

Percezione di sicurezza	I prodotti costituenti il PSS sono ritenuti sicuri
	La competenza trasmessa al cliente è ritenuta adeguata per un uso sicuro del PSS
	Vi è fiducia nel fatto che il trattamento dei dati e delle informazioni personali da parte del provider del PSS avvenga nel rispetto delle normative
	Le transazioni che abilitano l'uso del PSS sono reputate sicure
	Il personale di servizio ha un'adeguata competenza nel rispondere ad esigenze specifiche
Empatia	Il comportamento del personale di assistenza ispira fiducia
	Il personale di assistenza è cortese
	Il personale di assistenza o di servizio del PSS dedica attenzione individuale al cliente
	La configurazione del PSS è tale da adattarsi alle diverse esigenze del cliente
	Il PSS cerca di soddisfare le esigenze del cliente con continue integrazioni o aggiornamenti delle soluzioni offerte
Usabilità	L'utilizzo del PSS è disponibile ad orari comodi per tutti i clienti
	L'apprendimento delle modalità d'uso dei prodotti del PSS è semplice e rapido
	L'apprendimento delle modalità d'uso dei servizi del PSS è semplice e rapido
	L'interazione con i supporti digitali del PSS (App – piattaforme web – software) è semplice e immediata
	I vari componenti del PSS presentano una buona usabilità
Integrazione	È possibile integrare diverse componenti di prodotto e servizio al fine di ottenere un PSS personalizzato
	Le performance dei prodotti del PSS sono giudicate superiori grazie alle funzioni dei servizi del PSS
	Le performance dei servizi del PSS sono giudicate superiori grazie alle funzioni dei prodotti del PSS
	Le performance dei prodotti del PSS sono giudicate superiori grazie alle funzioni delle infrastrutture del PSS
	Le performance dei servizi del PSS sono giudicate superiori grazie alle funzioni delle infrastrutture del PSS
	I diversi provider coinvolti nell'erogazione del PSS si integrano efficacemente

Customizzazione	<p>All'interno del PSS sono disponibili diverse alternative di personalizzazione della componente di prodotto</p> <p>All'interno del PSS sono disponibili diverse alternative di personalizzazione della componente di servizio del PSS</p> <p>Il PSS consta di una gamma di prodotti e/o servizi sviluppati ad-hoc per rispondere a bisogni specifici del cliente</p> <p>Le esigenze del cliente sono soddisfatte con un'attenzione personalizzata</p>
Sostenibilità	<p>I prodotti costituenti il PSS hanno un impatto ambientale nullo o limitato</p> <p>I prodotti costituenti il PSS richiedono un consumo energetico nullo o limitato</p> <p>Il PSS ha la reputazione di impegnarsi attivamente nel rispetto dell'ambiente</p> <p>Vi è fiducia nell'interesse del PSS nei confronti della tutela dell'ambiente</p> <p>L'utilizzo del PSS supporta lo sviluppo di nuovi modelli di produzione e consumo più efficienti</p>
Social interaction	<p>L'utilizzo del PSS favorisce l'incontro e la comunicazione con altri utenti attraverso l'utilizzo di appositi sistemi di feedback</p> <p>L'utilizzo del PSS supporta l'integrazione tra provider e partner coinvolti nella sua fornitura</p> <p>L'utilizzo del PSS è accessibile a tutte le fasce di età</p>

Appendice B

B.1 Script Matlab per l'applicazione del metodo LDA

```
%% Importazione dati
rng('default')
filename = "testo.csv";
data = readtable(filename, 'TextType', 'string');

%% Eliminazione righe vuote
idx = strlength(data.Review) == 0;
data(idx,:) = [];

%% Pre-processamento del testo
documents = preprocessWeatherNarratives(data.Review);
documents(1:15)

%% rimozione lista definita parole (dal file "rimuovere.csv")
parole=readtable('rimuovere.csv', 'TextType', 'string');
newDocuments = removeWords(documents, table2array(parole));

%% Creazione della Bag of words
cleanBag = bagOfWords(newDocuments)
cleanBag = removeInfrequentWords(cleanBag, 2)
[cleanBag, idx] = removeEmptyDocuments(cleanBag);
try
    labels(idx) = [];
end

%% Confronto dei documenti prima e dopo il pre-processamento
rawDocuments = tokenizedDocument(data.Review);
rawBag = bagOfWords(rawDocuments)

numWordsClean = cleanBag.NumWords;
numWordsRaw = rawBag.NumWords;
reduction = 1 - numWordsClean/numWordsRaw

%% Analisi numero di topic ottimale per LDA
% Rimozione casuale del 10% dei documenti
numDocuments = numel(documents);
cvp = cvpartition(numDocuments, 'HoldOut', 0.1);
documentsTrain = documents(cvp.training);
documentsValidation = documents(cvp.test);

bag = bagOfWords(documentsTrain);
bag = removeInfrequentWords(bag, 2);
bag = removeEmptyDocuments(bag);

% settaggio del numero di topic da analizzare
numTopicsRange = [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43
44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 5 58 59 60];

% lancio del metodo LDA sul 90% dei documenti
```

```

for i = 1:numel(numTopicsRange)
    numTopics = numTopicsRange(i);
    mdl = fitlda(cleanBag,numTopics, ...
        'Solver','cvb0', ... %solver utilizzato dal metodo LDA per
ottimizzare parametri 8alternative considerate cvb0, avb, cgs, savb)
        'InitialTopicConcentration',0.0000001, ... % settaggio della
concentrazione iniziale dei topic ad un valore basso, quasi nullo
        'FitTopicConcentration',false, ...
        'Verbose',0);

    [~,validationPerplexity(i)] = logp(mdl,documentsValidation);
    TopicConcentration(i) = mdl.TopicConcentration;
end

%stampa del grafico relativo all'andamento della Perplexity e della
concentrazione dei topic in relazione al numero di topic esaminato
figure
yyaxis left
plot(numTopicsRange,validationPerplexity(1:length(numTopicsRange)),'+-
')
ylabel("Validation Perplexity")

yyaxis right
plot(numTopicsRange,TopicConcentration(1:length(numTopicsRange)),'o-')
ylabel("Concentrazione dei topic")

legend(["Validation Perplexity" "Concentrazione dei
topic"],'Location','southeast')
xlabel("Numero di Topic")

%% Estrazione dell'output dell'algorithmo LDA su un numero definito di
topic (nel caso in esame numTopics=20)
numTopics = 20;
mdl = fitlda(cleanBag,numTopics,...
    'Solver','cvb0', ...
    'Verbose',1);

for n = 1:numTopics
    %tbl = topkwords(mdl,15,n)
    tbl = topkwords(mdl,15,n)
end

```

B.2 Scrip Matlab della funzione di pre-processamento del corpus (preprocessWeatherNarratives)

```
% Eliminazione punteggiatura
cleanTextData = erasePunctuation(textData);

% Conversione del testo del corpus in caratteri minuscoli
cleanTextData = lower(cleanTextData);

% Tokenizzazione del testo
documents = tokenizedDocument(cleanTextData);

% Rimozione di una specifica lista di stop word (già presente nelle
librerie di Matlab)
documents = removeWords(documents, stopWords);

% Rimozione delle parole con meno di due caratteri o con più di 15
caratteri
documents = removeShortWords(documents, 2);
documents = removeLongWords(documents, 15);

% Lemmatizzazione delle parole basata sull'algoritmo Porter Stemming
documents = addPartOfSpeechDetails(documents);
documents = normalizeWords(documents, 'Style', 'lemma');

end
```

Appendice C

C.1 Topic estratti dal campione 1

Topic	Parola	Peso
1	car	0,2013
	time	0,0736
	work	0,0267
	problem	0,0246
	people	0,0206
	need	0,0194
	good	0,0188
	book	0,0187
	every	0,0155
	well	0,0155
	last	0,0150
	month	0,0140
	week	0,0135
	reservation	0,0131
	never	0,0123
2	service	0,1647
	customer	0,1254
	company	0,0359
	bad	0,0329
	time	0,0219
	good	0,0185
	ever	0,0171
	care	0,0144
	call	0,0140
	give	0,0138
	try	0,0128
	help	0,0124
	terrible	0,0098
	rude	0,0092
	nothing	0,0087
3	car	0,0940
	easy	0,0456
	great	0,0416
	book	0,0246
	app	0,0234
	good	0,0220
	recommend	0,0198
	need	0,0187
	clean	0,0178
	price	0,0173
	close	0,0124
	vehicle	0,0123
	location	0,0120
	option	0,0116
	hire	0,0111
4	car	0,0787
	need	0,0404
	good	0,0296
	great	0,0278
	live	0,0261
	convenient	0,0257
	rental	0,0163
	around	0,0156
	well	0,0145
	available	0,0138
	cost	0,0129
	helpful	0,0128
	area	0,0123
	trip	0,0117
	move	0,0116

Topic	Parola	Peso
5	service	0,0981
	customer	0,0648
	issue	0,0291
	experience	0,0288
	call	0,0255
	member	0,0244
	rep	0,0170
	try	0,0154
	office	0,0146
	make	0,0139
	offer	0,0133
	company	0,0116
	keep	0,0111
	help	0,0094
	cancel	0,0093
6	late	0,0618
	reservation	0,0541
	car	0,0535
	return	0,0460
	minute	0,0379
	time	0,0367
	hour	0,0322
	charge	0,0259
	fee	0,0231
	reserve	0,0188
	find	0,0152
	day	0,0133
	location	0,0126
	rental	0,0117
	parking	0,0111
7	car	0,0657
	lot	0,0297
	drive	0,0270
	good	0,0209
	need	0,0204
	cheap	0,0194
	end	0,0175
	thing	0,0161
	parking	0,0154
	think	0,0123
	trip	0,0112
	probably	0,0111
	nice	0,0109
	run	0,0108
	buy	0,0108
8	car	0,0399
	rate	0,0275
	charge	0,0272
	price	0,0260
	fee	0,0224
	mile	0,0165
	even	0,0155
	cost	0,0151
	year	0,0138
	pay	0,0129
	hourly	0,0118
	many	0,0117
	make	0,0115
	hour	0,0112
	extra	0,0108

9	card	0,0768
	account	0,0541
	membership	0,0522
	credit	0,0427
	year	0,0316
	cancel	0,0274
	pay	0,0261
	charge	0,0234
	month	0,0223
	money	0,0196
	member	0,0153
	close	0,0144
	try	0,0124
	never	0,0111
call	0,0106	
10	late	0,0409
	time	0,0260
	call	0,0242
	person	0,0198
	minute	0,0181
	say	0,0181
	wait	0,0180
	phone	0,0177
	tell	0,0165
	reservati	0,0159
	know	0,0155
	hour	0,0155
	back	0,0149
	someone	0,0135
let	0,0131	
11	gas	0,0755
	car	0,0679
	hour	0,0303
	card	0,0252
	day	0,0234
	pay	0,0214
	drive	0,0174
	time	0,0169
	pick	0,0156
	rental	0,0147
	tank	0,0145
	rent	0,0144
	less	0,0136
	fill	0,0126
reserve	0,0116	
12	call	0,0757
	email	0,0638
	tell	0,0481
	phone	0,0332
	receive	0,0302
	account	0,0278
	send	0,0278
	ask	0,0261
	week	0,0201
	back	0,0198
	speak	0,0138
	response	0,0136
	day	0,0122
	contact	0,0120
answer	0,0114	

13	fee	0,0446
	company	0,0380
	sign	0,0302
	application	0,0217
	refund	0,0200
	membership	0,0185
	bill	0,0183
	even	0,0182
	pay	0,0170
	tell	0,0156
	send	0,0144
	business	0,0135
	address	0,0126
	charge	0,0119
website	0,0116	
14	car	0,0456
	go	0,0361
	day	0,0274
	back	0,0225
	new	0,0223
	business	0,0170
	take	0,0156
	call	0,0152
	card	0,0143
	never	0,0141
	refund	0,0132
	way	0,0126
	company	0,0124
	bad	0,0123
charge	0,0122	
15	car	0,0616
	rental	0,0162
	find	0,0143
	next	0,0141
	location	0,0133
	hour	0,0126
	full	0,0114
	go	0,0106
	key	0,0103
	leave	0,0101
	call	0,0097
	phone	0,0095
	locate	0,0093
	rent	0,0090
check	0,0087	
16	car	0,0630
	back	0,0230
	home	0,0221
	hour	0,0186
	come	0,0177
	take	0,0146
	down	0,0145
	day	0,0143
	go	0,0140
	drive	0,0136
	tow	0,0123
	call	0,0115
	ride	0,0115
	start	0,0109
truck	0,0106	

17	Car	0,0826
	park	0,0292
	parking	0,0289
	garage	0,0242
	make	0,0181
	space	0,0160
	spot	0,0146
	leave	0,0127
	find	0,0121
	even	0,0118
	take	0,0104
	fact	0,0091
	tell	0,0085
	call	0,0084
	rent	0,0083
18	vehicle	0,0483
	member	0,0219
	make	0,0202
	damage	0,0199
	service	0,0189
	customer	0,0143
	reservation	0,0139
	provide	0,0129
	time	0,0121
	review	0,0100
	incident	0,0099
	cost	0,0098
	cause	0,0092
	email	0,0092
	drive	0,0090
19	report	0,0271
	account	0,0221
	damage	0,0186
	year	0,0159
	say	0,0137
	even	0,0134
	take	0,0107
	business	0,0106
	month	0,0090
	new	0,0089
	charge	0,0089
	someone	0,0084
	scratch	0,0080
	license	0,0079
	member	0,0076
20	insurance	0,0470
	drive	0,0373
	member	0,0160
	free	0,0117
	include	0,0111
	friend	0,0103
	accident	0,0099
	driving	0,0094
	coverage	0,0094
	far	0,0085
	liability	0,0075
	truck	0,0074
	live	0,0073
	year	0,0073
	test	0,0072

C.2 Topic estratti dal campione 2

Topic	Parola	Peso
1	car	0,1235
	good	0,0298
	need	0,0207
	drive	0,0170
	great	0,0157
	easy	0,0143
	time	0,0130
	gas	0,0127
	move	0,0102
	app	0,0098
	rate	0,0085
	run	0,0085
	free	0,0081
	reservation	0,0079
day	0,0079	
2	car	0,1187
	book	0,0159
	lot	0,0129
	insurance	0,0111
	need	0,0108
	easy	0,0102
	charge	0,0097
	available	0,0096
	minute	0,0094
	reserve	0,0092
	rent	0,0091
	day	0,0090
	location	0,0086
	rental	0,0086
hour	0,0083	
3	car	0,1068
	gas	0,0186
	time	0,0176
	good	0,0168
	available	0,0145
	cost	0,0136
	drive	0,0127
	damage	0,0114
	price	0,0111
	weekend	0,0109
	think	0,0106
	great	0,0105
	number	0,0081
	find	0,0080
insurance	0,0075	
4	car	0,0560
	service	0,0421
	customer	0,0345
	great	0,0154
	even	0,0136
	call	0,0122
	make	0,0119
	location	0,0113
	issue	0,0108
	book	0,0099
	easy	0,0098
	though	0,0098
	thing	0,0097
	away	0,0096
bad	0,0094	

Topic	Parola	Peso
5	car	0,0599
	service	0,0289
	cancel	0,0278
	member	0,0229
	call	0,0213
	tell	0,0203
	reservation	0,0190
	membership	0,0174
	card	0,0150
	email	0,0140
	change	0,0138
	charge	0,0131
	customer	0,0124
	need	0,0124
reserve	0,0121	
6	late	0,0560
	fee	0,0517
	charge	0,0428
	call	0,0325
	minute	0,0244
	hour	0,0215
	know	0,0179
	time	0,0174
	even	0,0162
	reservation	0,0151
	return	0,0134
	back	0,0128
	customer	0,0121
	year	0,0116
pay	0,0107	
7	car	0,0798
	start	0,0222
	make	0,0192
	trip	0,0183
	need	0,0159
	gas	0,0146
	place	0,0125
	drive	0,0117
	hour	0,0117
	share	0,0113
	rental	0,0102
	company	0,0095
	end	0,0089
	year	0,0079
reservation	0,0076	
8	service	0,0544
	car	0,0469
	customer	0,0393
	company	0,0207
	business	0,0205
	time	0,0200
	card	0,0185
	issue	0,0184
	fee	0,0159
	credit	0,0155
	call	0,0129
	report	0,0120
	membership	0,0120
	year	0,0113
look	0,0081	

9	car	0,0830
	rental	0,0338
	service	0,0258
	location	0,0172
	day	0,0147
	hour	0,0124
	rend	0,0108
	vehicle	0,0105
	rent	0,0104
	less	0,0102
	good	0,0102
	customer	0,0101
	experience	0,0098
	lot	0,0097
	available	0,0095
10	car	0,0845
	take	0,0306
	find	0,0149
	home	0,0140
	time	0,0134
	need	0,0133
	day	0,0122
	lot	0,0110
	customer	0,0107
	parking	0,0103
	work	0,0085
	good	0,0082
	new	0,0072
	around	0,0072
service	0,0071	
11	car	0,0429
	service	0,0338
	time	0,0323
	year	0,0244
	customer	0,0167
	good	0,0140
	make	0,0138
	experience	0,0107
	great	0,0101
	day	0,0099
	license	0,0096
	member	0,0094
	give	0,0091
	price	0,0090
friend	0,0089	
12	time	0,0317
	call	0,0239
	hour	0,0208
	refund	0,0188
	drive	0,0185
	fee	0,0167
	membership	0,0145
	application	0,0137
	take	0,0126
	service	0,0124
	trip	0,0110
	late	0,0108
	minute	0,0100
	back	0,0100
pay	0,0097	

13	car	0,0728
	charge	0,0164
	need	0,0143
	service	0,0134
	hour	0,0124
	company	0,0122
	rent	0,0122
	minute	0,0121
	time	0,0114
	late	0,0102
	great	0,0094
	different	0,0093
	mile	0,0093
lot	0,0088	
fine	0,0087	
14	service	0,0307
	account	0,0197
	email	0,0168
	try	0,0167
	card	0,0149
	customer	0,0148
	close	0,0128
	answer	0,0117
	even	0,0109
	give	0,0103
	question	0,0101
	garage	0,0091
	make	0,0091
month	0,0089	
time	0,0087	
15	time	0,0278
	company	0,0218
	month	0,0201
	customer	0,0188
	people	0,0172
	make	0,0164
	account	0,0146
	service	0,0145
	back	0,0131
	try	0,0131
	ticket	0,0126
	car	0,0102
	never	0,0100
ever	0,0096	
even	0,0087	
16	card	0,0447
	service	0,0281
	time	0,0180
	credit	0,0129
	customer	0,0119
	take	0,0116
	back	0,0113
	office	0,0111
	pay	0,0108
	charge	0,0106
	gas	0,0090
	problem	0,0087
	update	0,0081
year	0,0079	
try	0,0071	

17	call	0,0337
	email	0,0257
	day	0,0212
	phone	0,0194
	try	0,0162
	return	0,0134
	speak	0,0132
	time	0,0118
	account	0,0116
	ask	0,0116
	never	0,0111
	tell	0,0111
	office	0,0108
	send	0,0107
	pay	0,0099
18	call	0,0463
	tell	0,0328
	customer	0,0258
	service	0,0255
	rep	0,0181
	ask	0,0170
	problem	0,0165
	take	0,0160
	help	0,0143
	back	0,0140
	time	0,0139
	phone	0,0127
	week	0,0094
	go	0,0092
know	0,0090	
19	account	0,0244
	service	0,0196
	time	0,0172
	drive	0,0137
	customer	0,0131
	car	0,0126
	reservation	0,0122
	go	0,0118
	call	0,0109
	information	0,0108
	back	0,0102
	membership	0,0100
	hour	0,0098
work	0,0097	
way	0,0089	
20	customer	0,0289
	company	0,0191
	call	0,0148
	reservation	0,0141
	make	0,0140
	service	0,0121
	keep	0,0110
	work	0,0088
	even	0,0086
	time	0,0084
	good	0,0084
	month	0,0076
	offer	0,0074
card	0,0072	
long	0,0070	

Appendice D

C.1 Confronto tra i topic estratti dall'intero corpus e quelli estratti dal campione 1

		Campione 1																			
		Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9	Topic 10	Topic 11	Topic 12	Topic 13	Topic 14	Topic 15	Topic 16	Topic 17	Topic 18	Topic 19	Topic 20
Intero corpus	Topic 1	0,267	0,667	0,067	0,067	0,333	0,067	0,067	0	0,2	0,133	0,067	0,067	0,133	0,333	0,067	0,067	0,067	0,2	0,067	0
	Topic 2	0,333	0,133	0,2	0,2	0,067	0,267	0,133	0,2	0,067	0,067	0,200	0,067	0,067	0,2	0,2	0,2	0,2	0,067	0,133	0,067
	Topic 3	0,2	0,067	0,733	0,4	0	0,067	0,2	0,133	0	0	0,067	0	0	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0	0
	Topic 4	0,267	0,133	0,267	0,333	0	0,267	0,133	0,067	0	0,067	0,267	0	0	0,200	0,200	0,067	0,133	0,067	0,067	0
	Topic 5	0	0,267	0	0	0,267	0	0	0,067	0,133	0,4	0	0,333	0,133	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0,133	0
	Topic 6	0,4	0,133	0,133	0,133	0,067	0,267	0,400	0,133	0	0,067	0,133	0	0	0,067	0,133	0,067	0,467	0,133	0	0
	Topic 7	0,133	0,133	0,133	0,067	0,2	0,467	0,067	0,2	0,133	0,2	0,4	0,133	0,067	0,2	0,267	0,2	0,267	0,133	0,067	0
	Topic 8	0,067	0,267	0,067	0	0,467	0,067	0	0,067	0,133	0,133	0,067	0,067	0	0,067	0,067	0,067	0,133	0,533	0,067	0,067
	Topic 9	0,267	0,067	0,2	0,333	0	0,133	0,333	0,2	0,2	0	0,267	0	0,067	0,067	0,067	0,133	0,133	0,067	0,133	0,4
	Topic 10	0,133	0,133	0,067	0,067	0,067	0,533	0,067	0,333	0,133	0,4	0,2	0,133	0,133	0,267	0,267	0,267	0,133	0,067	0,067	0
	Topic 11	0,067	0	0,067	0,267	0,067	0,2	0,267	0,2	0	0,067	0,333	0	0	0,2	0,267	0,2	0,267	0,067	0,067	0,067
	Topic 12	0,133	0,067	0,2	0,267	0,067	0,267	0,2	0,533	0,067	0,067	0,4	0,067	0,067	0,2	0,267	0,2	0,133	0,067	0,067	0,067
	Topic 13	0,067	0,067	0	0	0,067	0,067	0	0	0,067	0,333	0,067	0,8	0,133	0,267	0,133	0,267	0,2	0,067	0,133	0
	Topic 14	0,067	0,067	0,067	0,067	0,133	0,2	0,067	0,133	0,067	0,467	0,133	0,333	0,067	0,267	0,267	0,533	0,333	0	0,067	0
	Topic 15	0,067	0,067	0,067	0,000	0,133	0,067	0	0,2	0,6	0,067	0,067	0,133	0,4	0,267	0	0,067	0,133	0	0,4	0,067
	Topic 16	0,067	0	0	0	0	0,133	0,067	0,267	0,333	0	0,067	0	0,533	0,133	0	0	0	0	0,2	0,067
	Topic 17	0,2	0,2	0	0	0,2	0	0	0,067	0,267	0,067	0,067	0,2	0,267	0,267	0,067	0,067	0,133	0	0,2	0
	Topic 18	0,2	0,133	0,067	0,067	0,067	0,2	0,067	0,067	0,133	0,200	0,400	0,133	0	0,267	0,267	0,200	0,267	0,067	0	0
	Topic 19	0,133	0	0,133	0,133	0	0,067	0,267	0,067	0	0	0,2	0	0	0,2	0,2	0,267	0,2	0,133	0,2	0,067
	Topic 20	0,067	0,067	0,133	0,133	0,067	0	0,067	0,133	0,133	0	0,067	0	0,067	0,0	0	0	0	0,333	0,2	0,2

C.2 Confronto tra i topic estratti dall'intero corpus e quelli estratti dal campione 2

		Campione 2																				
		Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9	Topic 10	Topic 11	Topic 12	Topic 13	Topic 14	Topic 15	Topic 16	Topic 17	Topic 18	Topic 19	Topic 20	
Intero corpus	Topic 1	0,133	0	0,133	0,267	0,2	0,200	0,067	0,400	0,267	0,267	0,333	0,200	0,200	0,200	0,400	0,267	0,200	0,333	0,267	0,400	
	Topic 2	0,267	0,333	0,133	0,2	0,2	0,067	0,267	0,133	0,200	0,067	0,200	0,067	0,067	0,200	0,200	0,200	0,200	0,067	0,133	0,067	
	Topic 3	0,4	0,2	0,267	0,2	0,133	0	0,133	0,067	0,200	0,200	0,267	0,000	0,200	0,000	0,067	0,000	0,000	0,000	0,067	0,067	
	Topic 4	0,20	0,333	0,133	0,2	0,200	0,067	0,2	0,133	0,200	0,333	0,133	0,067	0,333	0,067	0,133	0,067	0,067	0,067	0,067	0,133	0,067
	Topic 5	0	0	0,067	0,133	0,133	0,2	0	0,067	0,000	0,000	0,067	0,133	0,000	0,200	0,200	0,200	0,400	0,400	0,200	0,133	
	Topic 6	0,2	0,133	0,333	0,2	0,067	0,067	0,133	0,133	0,200	0,467	0,267	0,067	0,200	0,133	0,267	0,133	0,067	0,133	0,200	0,267	
	Topic 7	0,267	0,333	0,2	0,2	0,400	0,200	0,267	0,133	0,267	0,333	0,267	0,133	0,200	0,200	0,267	0,133	0,267	0,133	0,267	0,200	
	Topic 8	0,067	0	0,067	0,333	0,267	0,200	0,067	0,333	0,267	0,200	0,400	0,200	0,133	0,333	0,267	0,200	0,133	0,267	0,267	0,333	
	Topic 9	0,333	0,2	0,333	0,067	0,133	0,133	0,333	0,133	0,133	0,333	0,267	0,133	0,133	0,067	0,133	0,200	0,067	0,000	0,133	0,133	
	Topic 10	0,2	0,267	0,133	0,133	0,267	0,667	0,2	0,267	0,133	0,133	0,133	0,467	0,400	0,067	0,200	0,200	0,200	0,200	0,400	0,200	
	Topic 11	0,2	0,333	0,067	0,133	0,067	0,067	0,4	0,067	0,333	0,2	0,133	0,200	0,267	0,067	0,133	0,067	0,000	0,067	0,200	0,067	
	Topic 12	0,267	0,400	0,2	0,067	0,133	0,133	0,4	0,2	0,4	0,2	0,267	0,067	0,400	0,000	0,133	0,067	0,067	0,000	0,133	0,067	
	Topic 13	0,067	0,067	0	0,067	0,200	0,133	0	0,067	0,067	0,133	0,067	0,200	0,000	0,067	0,133	0,133	0,467	0,467	0,133	0,067	
	Topic 14	0,067	0,200	0,067	0,133	0,200	0,267	0,2	0,133	0,133	0,133	0,067	0,333	0,200	0,067	0,133	0,133	0,267	0,467	0,267	0,067	
	Topic 15	0	0,067	0	0	0,267	0,200	0,133	0,267	0,000	0,067	0,067	0,200	0,133	0,200	0,200	0,267	0,200	0,133	0,133	0,133	
	Topic 16	0	0,067	0,067	0	0,133	0,267	0,067	0,200	0,000	0,000	0,067	0,333	0,067	0,067	0,067	0,200	0,067	0,000	0,067	0,067	
	Topic 17	0	0	0	0,133	0,133	0,133	0,067	0,267	0,000	0,133	0,067	0,067	0,067	0,267	0,200	0,200	0,133	0,133	0,133	0,467	
	Topic 18	0,2	0,067	0,267	0,133	0,200	0,200	0,133	0,267	0,067	0,267	0,133	0,200	0,133	0,133	0,200	0,267	0,133	0,200	0,333	0,267	
	Topic 19	0,133	0,133	0,267	0,133	0,067	0	0,133	0,200	0,133	0,133	0,067	0,133	0,133	0,000	0,067	0,067	0,000	0,133	0,200	0,000	
	Topic 20	0,067	0,067	0,267	0	0,067	0,067	0	0,067	0,133	0,067	0,133	0,067	0,067	0,000	0,000	0,067	0,067	0,000	0,000	0,067	

Bibliografia

- 18° Rapporto ANIASA - Dati, scenari e trend sullo sviluppo della New Mobility. (2019, Maggio 7). Tratto da ANIASA - Associazione Nazionale Industria dell'Autonoleggio e Servizi Automobilistici: <https://www.aniasa.it/aniasa/aniasa-informa/public/pubblicazioni/3314>
- Abramovici, M., Neobach, M., Schulze, M., & Spura, C. (2009). Metadata Reference Model for IPS2 Lifecycle. *Proceedings of the 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference*, (p. 268-272). Cranfield.
- Annarelli, A., Battistella, C., & Nonino, F. (2016). Product service system: A conceptual framework from a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1011-1032.
- Asuncion, A., Welling, M., & Smyth, P. (2009). On Smoothing and Inference for Topic Models. *Proceedings of the Twenty-Fifth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI2009)* (p. 27-34). AUAI Press.
- Aurich, J., Fuchs, C., & C., W. (2006). Life cycle oriented design of technical product-service systems. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1480-1494.
- Aurich, J., Mannweiler, C., & Schweitzer, E. (2010). How to design and offer services successfully. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 136-143.
- Avis Budget Group Annual report*. (2018). Tratto da Annual report 2018. A digitized Business for a Digital World: <http://ir.avisbudgetgroup.com/static-files/a64ef619-46d4-4d54-b086-2e6974240c9e>
- Bailey, J. E., & Pearson, S. W. (1983). Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction. *Management Science*, 29(5), 530-545.
- Baines, T. S., Lightfoot, H. W., Evans, S., Neely, A., Greenough, R., Peppard, J., . . . Wilson, H. (2007). State-of-the-art in product-service systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B, Journal of Engineering Manufacture*, 221(10), 1543-1552.
- Baines, T. S., Lightfoot, H., Benedettini, O., & Kay, J. (2009). The servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(5), 547-567.
- Barravecchia, F., Franceschini, F., Mastrogiacomo, L., & Zaki, M. (2019). Twenty years of research (1999-2018) on ProductService Systems: topic landscape, state-of-the-art and future challenges. *Submitted to The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
- Barravecchia, F., Mastrogiacomo, L., & Franceschini, F. (2018). A QFD-based approach to identify product-service systems functional requirements. *3rd International Conference on Quality Engineering and Management (ICQEM18)*, (p. 235-254). Barcellona.

- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, J. M. (2003). Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- Brown, B. J., Churchill, G. A., & Peter, G. G. (1993). Improving the measurement of service quality. *Journal of Retailing*, 69(1), 127-139.
- Caruana, A., & Malta, M. (2002). Service loyalty - The effects of service quality and the mediating role of customer satisfaction. *European Journal of Marketing*, 36(7/8), 811-828.
- Cavalieri, S., & Pezzotta, G. (2012). Product–Service Systems Engineering: State of the art and research challenges. *Computers in Industry*, 63, 278-288.
- Chau, M., & Xu, J. (2012). Business intelligence in blogs: Understanding consumer interaction and communities. *MIS quarterly*, 36(4), 1189-1216.
- Chou, C.-J., Chen, C.-W., & Conley, C. (2015). An approach to assessing sustainable product-service systems. *Journal of Cleaner Production*, 86, 277-284.
- Churchill, G. A. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64-73.
- Clayton, R. J., Backhouse, C. J., & Dani, S. (2012). Evaluating existing approaches to product-service system design. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(3), 272-298.
- Collobert, R., Weston, J., Bottou, L., Karlen, M., Kavukcuoglu, K., & Kuksa, P. (2011). Natural Language Processing (Almost) from Scratch. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2493-2537.
- Cook, M. B., Bhamra, T. A., & Lemon, M. (2006). The transfer and application of Product Service Systems: from academia to UK manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1455-1465.
- Cronin, J. J., & Taylor, S. A. (1994). SERVPERF Versus SERVQUAL: Reconciling Performance-Based and Perceptions-Minus-Expectations Measurement of Service Quality. *Journal of Marketing*, 58, 125-131.
- Desmet, S., Van Dierdonck, R., & Van Looy, B. (2003). Servitization: Or why services management is relevant for manufacturing environments. In B. Van Looy, P. Gemmel, & R. Van Dierdonck, *Services Management: An Integrated Approach* (p. 40-51). Harlow: Pearson Education.
- DeVellis, F. R. (2016). *Scale Development: Theory and Applications* (IV ed.). Sage publications.
- Eha, B. P. (2013, Gennaio 2). *Zipcar Timeline: From Business Idea to IPO to \$500 Million Buyout*. Tratto da Entrepreneur Europe: <https://www.entrepreneur.com/article/225399>

- Federico, F. (2016). *Topic Modeling, dietro le quinte: modelli grafici diretti e indiretti. Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Statistiche*. Università degli studi di Padova. Dipartimento di Scienze Statistiche.
- Flieri, R., & Willison, R. (2016). Antecedents of Knowledge Sourcing and Reuse from a Knowledge Repository in the Virtual Product Prototyping: The Role of Knowledge and System Quality Dimensions. *Knowledge and Process Management*, 23(2), 147-160.
- Foulds, J., Boyles, L., DuBois, C. S., & Welling, M. (2013). Stochastic collapsed variational bayesian inference for Latent Dirichlet Allocation. *Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, (p. 446-454). Chicago, Illinois, USA.
- Foulds, J., Boyles, L., Dubois, C., Smyth, P., & Welling, M. (2013). Stochastic Collapsed Variational Bayesian Inference for latent Dirichlet allocation. *KDD '13 Proceedings of the 19th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (p. 446-454). Chicago, Illinois, USA: ACM New York, NY, USA ©2013 .
- Franceschini, F. (2001). Analisi comparata tra SERVQUAL revisionato ed altri studi. In F. Franceschini, *Dai prodotti ai servizi: le nuove frontiere per la misura della qualità* (p. 191-200). Torino: UTET.
- Franceschini, F. (2001). Validità ed affidabilità delle misurazioni. In F. Franceschini, *Dai prodotti ai servizi. Le nuove forntiere per la misra della qualità* (p. 161-166). Torino: UTET.
- Gaiardelli, P., & Sacconi, N. (2010). Creare valore con i servizi al prodotto: strategia e organizzazione della Service Value Chain. In R. Pinto, *Creare valore con il Supply Chain Managemen* (p. 39-45). Milano: Manuali Sistemi & Impresa edn, E.S.T.E.
- Garvin, D. A. (1984). Product Quality. An Important Strategic Weapon. *Business Horizons*, 27(2), 40-43.
- Geng, X., Chu, X., Xue, D., & Zhang, Z. (2010). An integrated approach for rating engineering characteristics' final importance in product-service system development. *Computers & Industrial Engineering*, 59, 585-594.
- Geum, Y., & Park, Y. (2011). Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint. *Journal of Cleaner Production*, 19(14), 1601-1614.
- Ghose, A., & Ipeirotis, P. (2011). Estimating the helpfulness and economic impact of product reviews: Mining text and reviewer characteristics. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE)*, 23(10), 1498-1512.
- Ghose, A., & Ipeirotis, P. G. (2011). Estimating the Helpfulness and Economic Impact of Product Reviews: Mining Text and Reviewer Characteristics. *IEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE)*, 23(10), 1498-1512.

- Goedkoop, M., van Halen, J., te Riele, H., & Rommens, P. (1999). *Product Service Systems: Ecological and Economic Basics. Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ)*.
- Griffiths, L. T., & Steyvers, M. (2004). Finding Scientific Topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(1), 5228-5235.
- Guo, Y., Barnes, S. J., & Jia, Q. (2017). Mining meaning from online ratings and reviews: Tourist satisfaction analysis using latent dirichlet allocation. *Tourism management*, 59, 467-483.
- Hara, T., Arai, T., Shimomura, Y., & Sakao, T. (2009). Service CAD system to integrate product and human activity. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 1(4), 262–271.
- Hu, N., Zhang, J., & Pavlou, P. A. (2009). Overcoming the J-shaped distribution of product reviews. *Communications of the ACM - A View of Parallel Computing*, 52(10), 144-147.
- Idrissi, N. A., Boucher, X., & Medini, K. (2017). Generic Conceptual Model to Support PSS Design Processes. *Procedia CIRP*, 64(C), 235-240.
- Islam, J., & Rahman, Z. (2017). The impact of online brand community characteristics on customer engagement: An application of Stimulus-Organism-Response paradigm. *Telematics and Informatics*, 34(4), 96–109.
- Jokela, T., Iivari, N., Matero, J., & Karukka, M. (2003). The Standard of User-Centered Design and the Standard. *CLIH 2003. Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*, 53-60.
- Kim, K., Lim, C., Heo, J.-H., Lee, D.-H., Hong, Y.-S., & Park, K. (2016). An evaluation scheme for product–service system models: development of evaluation criteria and case studies. *Service Business*, 10(3), 507-530.
- Kim, K.-J., Lim, C.-H., Heo, J., Lee, D.-H., Hong, Y.-S., & Park, K. (2013). An Evaluation Scheme for Product-Service System Models with a Lifecycle Consideration from Customer's Perspective. In N. A., S. B., & O. SK., *Re-engineering Manufacturing for Sustainability* (p. 69-74). Singapore: Springer.
- Kimita, K., Shimomura, Y., & Arai, T. (2009). Evaluation of customer satisfaction for PSS design. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(5), 654–673.
- Kindström, D. (2010). Towards a Service-based Business Model - Key aspects for future competitive Advantage. *European Management Journal*, 28(6), 479-90.
- Koks, I. (2019). *LatentDirichlet Allocation, explained and improved upon for applications in marketing intelligence*. Delft: Thesis to obtain the degree of Master of Science at Delft University of Technology.

- Krutwagen, B.; van Kampen, M. (1999). Eco-services for sustainable development. *Paper presented at the IIIIEE Network — The First Global Experience Sharing Conference.*
- L., T., & Brissaud, D. (2016). Engineering models to support product–service system integrated design. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, *15*, 3-18.
- Lahya, A., & P., F. (2017). Developing a conceptual framework for PSS business models. Proceedings of the 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems. *Procedia CIRP*, *64*, 91-96.
- Lee, S., Geum, Y., & Park, Y. (2015). Evaluating new concepts of PSS based on the customer value: Application of ANP and niche theory. *Expert Systems with Applications*, *42*(9), 4556–4566.
- Lewis, M., Portioli Staudacher, A., & Slack, N. (2004). Beyond products and services: opportunities and threats in servitization. In *Proceedings of IMS international conference, Cernobbio, 17-19 May* (p. 184-192). Italia.
- Manzini, E., & Vezzoli, C. (2003). A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the ‘environmentally friendly innovation’ Italian prize. *Journal of Cleaner Production*, *11*, 851–857.
- Manzini, E., Vezzoli, C., & Clark, G. (2001). Product servicesystems: using an existing concept as a new approach to sustainability. *Journal of Design Research*, *1*(2).
- Mathieu, V. (2001). Service strategies within the manufacturing sector: benefits, costs and partnerships. *International Journal of Service Industry Management*, *12*(5), 471-475.
- Matlab Text Analytics Toolbox*. (2019). Tratto da MathWorks - Accelerating the pace of engineering and science: <https://it.mathworks.com/products/text-analytics.html>
- Mazo, S., & Borsato, M. (2014). An enhanced tool for incorporating the voice of the customer in product-service systems. *International Journal of Mechanical Engineering and Automation*, *1*(2), 57-76.
- Mont, O. K. (2002). Clarifying the concept of product–service system. *Journal of Cleaner Production*, *10*, 237–245.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Morelli, N. (2009). Service as value co-production: Reframing the service design process. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *20*(5), 568–590.
- Mulder, K. (2006). *Sustainable Development for Engineers: a handbook and resource guide*. Greenleaf Publishing Ltd.
- Müller, P., & Stark, R. (2010). A generic PSS development process model based on theory and and emiprical study. *INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE* (p. 361-370). Dubrovnik: Design 2010.

- Müller, P., Schulz, R., & Stark, R. (2010). Guideline to elicit requirements on industrial product-service systems. *Proceedings of 2nd CIRP International Conference on Industrial Product/Service Systems*, (p. 109-116). Linköping.
- Neely, A. (2008). Exploring the financial consequences of the servitization. *Operations Management Research*, 1(2), 103-118.
- Nelson, R. R., Todd, P. A., & Wixom, B. H. (2005). Antecedents of Information and System Quality: An Empirical Examination Within the Context of Data Warehousing. *Journal of Management Information Systems*, 21(4), 199-235.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2001). Tratto da Understanding the Digital Divide: <http://www.oecd.org/dataoecd/38/57/1888451.pdf>.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. (1985). A conceptual model of service quality and its implication for future research. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item Scale for Measuring Customer Perception of Service Quality. *Journal of Retailing*, 67(4), 12-40.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. (1991). Refinement and Reassessment of the SERVQUAL Scale. *Journal of Retailing*, 67(4), 420-450.
- Pawar, K. S., & Beltagui, A. R. (2009). The PSO triangle: designing product, service and organization to create value. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(5), 468-493.
- Reis, D., & Peña, L. (2000). Linking customer satisfaction, quality and strategic planning. *Revista de Administração de Empresas – RAE*, 40(1), 42-46.
- Ren, G., & Gregory, M. (2007). Servitization in manufacturing companies. *16th Frontiers in Service Conference*. San Francisco.
- Renner, M. (2016). Supporting sustainable transportation. In *Worldwatch Institute. State of the* (p. 177–194). Washington DC: Island Press.
- Roy, S. K., Walfried, M. L., Lassar, W. M., Ganguli, S., Bang, N., & Yu, X. (2015). Measuring Service Quality: A Systematic Review of Literature. *International Journal of Services, Economics and Management*, 7(1), 24-52.
- Sakao, T., & Lindahl, M. (2015). A method to improve integrated product service offerings based on life cycle costing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 64(1), 33-36.
- Sakao, T., & Shimomura, Y. (2007). Service engineering: a novel engineering discipline for producers to increase value. *Journal of Cleaner Production*, 15(6), 590–604.
- Sedera, D., & Gable, G. (2004). A factor and structural equation analysis of the Enterprise System Success Measurement Mode. *Proceedings of the International Conference on Information Systems, ICIS 04*. Washington DC.

- Sirgy, M. J. (1984). *Marketing as Social Behavior: A General Systems Theory*. New York: Praeger.
- Sousa-Zomer, T., & Miguel, P. (2017). A QFD-based approach to support sustainable product-service systems conceptual design. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 88, 701–717.
- Sprei, F., & Ginnebaugh, D. (2018). Unbundling cars to daily use and infrequent use vehicles—the potential role of car sharing. *Energy Efficiency*, 11(6), 1433-1447.
- Stamolampros, P., Korfiatis, N., Kourouthanassis, P., & Symitsi, E. (2018). Flying to Quality: Cultural Influences. *Journal of Travel Research*, 1-16.
- Sundin, E., Sandström, G., Lindahl, M., & Rönnbäck, A. (2009). Using company academia networks for improving product/service systems at large companies. In T. Sakao, & M. (. Lindahl, *Introduction to Product/Service-system Design* (p. 185-196). London: Springer.
- Teas, R. K. (1993). Expectations, Performance, Evaluation, and Consumers' Perceptions of Quality. *Journal of Marketing*, 57, 55-68.
- Teh, Y. W., Newman, D., & Welling, M. (2006). A Collapsed Variational Bayesian Inference Algorithm for Latent Dirichlet Allocation. *Advances in neural information processing systems 19, Proceedings of the Twentieth Annual Conference on Neural Information Processing Systems*, (p. 1353-1360). Vancouver, British Columbia, Canada.
- Tellis, G. J., & Johnson, J. (2007). The Value of Quality. *Marketing Science*, 26(6), 758-773.
- Tellus Institute. (1999). *Servicizing: The Quiet Transition to Extended Product Responsibility*. Boston, MA: Tellus Institute.
- Tirunillai, S., & Tellis, G. J. (2014). Mining marketing meaning from online chatter: Analysis of big data using latent dirichlet allocation. *Journal of Marketing Research*, 51(4), 463-479.
- Tu, J.-C., Huang, Y.-C., Kuo, T.-C., & Lin, Y.-H. (2013). Construction of customization development procedures in product service systems. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 30(5), 303–326.
- Tukker, A. (2014). Eight types of product–service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, 13(4, Special Issue: Innovating for Sustainability), 246–260.
- Tukker, A., & Tischner, U. (2006). Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, 14(17), 1552-1556.
- Turtulici, D. (2017, Ottobre 11). *Preparazione Del Testo*. Tratto da Flow in Space: <http://flowin.space/quite/post/lingcomput171011/>

- Van Ostaeyen, J., Van Horenbeek, A., Pintelon, L., & Duflou, J. R. (2013). A refined typology of product-service systems based on functional hierarchy modelling. *Journal of Cleaner Production*, 51, 261 – 276.
- Vandermerwe, S., & Rada, J. (1988). Servitization of business: Adding value by adding services. *European Management Journal*, 6(4), 314-324.
- von Bertalanffy, L. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Waltemode, S., Carsten, M., & Aurich, J. (2012). Life Cycle Oriented Quality Assessment of Technical Product-Service Systems. In U. o.-2. Proceedings of the 19th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, *Leveraging Technology for a Sustainable World* (p. 49-54). Berlino: Springer.
- Wiesner, S., Padrock, P., & Thoben, K.-D. (2014). Extended Product Business Model development in four manufacturing case studies. *Procedia CIRP*, 16, 110-115.
- Yang, L., Xing, K., & Lee, S. (2010). Framework for PSS from service perspective. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, IMECS'10*, 3, p. 1656-1661. Hong Kong.
- Ye, Q., Law, R., Li, S., & Li, Y. (2011). Feature extraction of travel destinations from online Chinese-Language customer reviews. *International Journal of Services, Technology and Management*, 15(1), 106-118.