

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Innovazioni in logistica urbana: un'indagine Delphi



Relatori:

Prof. Giulio Mangano

Prof. Giovanni Zenezini

Candidato:

Francesco Valente

Anno Accademico 2019/2020

Alla mia famiglia.

Sommario

Capitolo 1: Il metodo Delphi.....	2
1.1: Introduzione	2
1.2: Cenni storici	3
1.3: Le caratteristiche del Delphi	4
1.4: La metodologia classica e le sue varianti.....	5
1.4.1: Delphi classico	5
La costruzione del panel.....	7
Costruzione del questionario.....	9
Somministrazione del questionario, iterazioni e analisi delle risposte.....	14
1.4.2: Le varianti del metodo Delphi.....	16
Policy Delphi.....	16
Spatial Delphi.....	17
1.4.3: Esempio di un Delphi applicato al mondo della logistica.....	18
Risultati	19
Capitolo 2: La City Logistics e le sue innovazioni	20
2.1: Big Data Analytics (BDA).....	21
2.2: Crowd-Logistics.....	23
2.3: Droni	26
2.4: Intelligent Transportation Systems (ITS).....	29
2.5: Veicoli a basso impatto ambientale.....	31
Cargo Bikes	31
Veicoli elettrici.....	34
2.6: Parcel Locker	36
2.7: IoT, ICT e dispositivi connessi	39
Capitolo 3: L'indagine Delphi sulla logistica urbana.....	43
3.1: Caratteristiche dell'indagine Delphi	43

3.2: Il panel di esperti	44
3.3: La costruzione del questionario	47
3.3.1: Gli item nel dettaglio.....	49
Sezione 1: Big Data Analytics	49
Sezione 2: Crowd-logistics.....	51
Sezione 3: Droni.....	53
Sezione 4: Intelligent Transportation Systems.....	55
Sezione 5: Veicoli a basso impatto ambientale.....	56
Sezione 6: Parcel Locker.....	56
Sezione 7: IoT, ICT e dispositivi connessi.....	58
3.4: Primo round.....	59
3.5: Secondo round.....	61
3.6: Analisi dei risultati	62
3.6: Test Kruskal-Wallis	63
Kruskal-Wallis applicato al primo round	63
Kruskal-Wallis applicato al secondo round	68
3.7: Analisi dei risultati dei due round del Delphi	69
Capitolo 4: Discussioni e Conclusioni	76
4.1: La metodologia Delphi.....	76
4.2: Le innovazioni in campo di logistica urbana	77
4.3: Limiti dello studio	80
4.4: Conclusioni	81
Bibliografia e Sitografia	82

Capitolo 1: Il metodo Delphi

1.1: Introduzione

L'uomo, per natura, è pervaso dal desiderio di ottenere le risposte alle proprie domande. Nel corso degli anni, ha inventato metodi e tecniche utili a questo scopo. Tramite l'utilizzo di questi ha la possibilità di manipolare i dati per ottenere risposte esatte e insindacabili. Esistono, tuttavia, dei casi in cui è difficile trovare dati e informazioni quantitative utili per la risoluzione dei problemi e dove non esiste un'unica risposta corretta. È in questi casi, quindi, che diventano fondamentali le opinioni, le intuizioni e l'esperienza in quel determinato contesto.

Il metodo Delphi, noto anche come *Estimate-Talk-Estimate (ETE)*, è uno strumento di ricerca utilizzato per facilitare e strutturare un processo di comunicazione di gruppo volto a permettere agli individui che lo compongono di generare idee, affrontare e trovare soluzioni a problemi complessi (Linstone and Turoff, 1975) attraverso un'indagine iterativa che mira a trasformare opinioni individuali in consenso di gruppo (Dalkey et al., 1969; Hasson et al., 2000; Patton, 1986).

Ha come fondamento l'assunzione cardine che l'opinione condivisa di un gruppo di individui competenti sia più precisa di quella di un singolo e dei tanti metodi di indagine che si basano sulle opinioni e sulla loro convergenza, il Delphi ne è sicuramente il patriarca.

Utilizzato in molti ambiti, è particolarmente indicato per il raggiungimento delle seguenti finalità (Dipartimento della pubblica amministrazione, 2013):

- La ricerca delle possibili soluzioni di un problema;
- La valutazione della desiderabilità e fattibilità di possibili alternative;
- L'individuazione di possibili strategie di azione;
- L'elaborazione di informazioni per concludere efficacemente un processo decisionale;
- La costruzione di possibili scenari di sviluppo e la formulazione di previsioni.

Si basa sulla somministrazione di uno o più questionari standardizzati ad un gruppo di esperti, detto panel. Una volta raccolte le risposte, i moderatori, che conducono l'indagine, le analizzano e ne inviano un feedback ai membri del panel. Si procede iterativamente nei round successivi, dove gli esperti, dopo aver visionato il feedback delle risposte aggregate del round precedente, possono scegliere se cambiare o mantenere la propria risposta. L'iterazione si interrompe quando il panel ha raggiunto il consenso oppure dopo un certo numero prefissato di round. Per verificare se, dopo alcune iterazioni, le risposte degli esperti convergono o meno, sono utilizzati strumenti statistici. Il Delphi si conclude con l'analisi e il commento dei risultati. Di questo ed altro, si approfondirà nei paragrafi successivi.

1.2: Cenni storici

Il metodo Delphi deve il suo nome al prestigioso oracolo dell'omonima città greca. Ironicamente, i creatori del metodo non furono da subito entusiasti del nome scelto da uno dei loro colleghi, in quanto, accostare un nome del genere ad uno strumento previsionale poteva in qualche modo veicolare il messaggio che i risultati fossero ottenuti tramite l'occulto.

Le origini del metodo risalgono ai tempi della Guerra Fredda, come strumento per valutare l'impatto tecnologico in campo bellico.

Nel 1944, il generale Henry H. Arnold cercava un modo per prevedere le future capacità tecnologiche che l'esercito americano avrebbe potuto impiegare in guerra. Furono utilizzati diversi metodi previsionali. Approcci teorici, quantitativi e analisi dei trend. Tutti, però, evidenziarono i propri limiti viste l'enorme mole di dati, le costosissime strumentazioni necessarie per elaborarli e la mancanza di precise leggi scientifiche che potessero supportarli. Fu così che nel 1959 la RAND Corporation, figura 1.1, un "*think tank*" (letteralmente sia "Serbatoio per il pensiero" che "carrarmato per il pensiero"), ovvero un'unità speciale creata nel 1948 dal Dipartimento della Difesa statunitense, il cui compito era quello di analizzare gli scenari bellici, ideò questo metodo.



Figura 1.1: Logo e slogan della RAND Corporation.

Nello specifico, gli inventori furono Olaf Helmer, Norman Dalkey, and Nicholas Rescher. Questi chiesero ad un gruppo di esperti di fornire le proprie opinioni riguardo la probabilità, la frequenza e l'intensità di possibili attacchi nemici. Tutto ciò, ripetuto più volte fino al raggiungimento del consenso.

Dato il coinvolgimento del Dipartimento della Difesa e la segretezza delle informazioni trattate, passarono diversi anni prima della divulgazione del metodo, che avvenne nel 1964, con la pubblicazione del "*Report on a Long-Range Forecasting Study*", da parte di Gordon e Helmer. Lo studio si incentrava su argomenti che allora potevano sembrare futuristici e che, in effetti, ai giorni nostri sono molto attuali. Si parlava di scoperte scientifiche, automazione, esplorazione dello spazio.

In seguito, grazie all'evoluzione dei computer, alcuni dei metodi scartati inizialmente per via dei limiti mostrati all'epoca, furono comunque utilizzati per lo stesso scopo. Ne emerse che i

risultati del Delphi condotto dalla RAND erano stati più accurati di quelli ottenuti dai sofisticati metodi matematici.

Dal momento della sua divulgazione, il metodo Delphi ha ricevuto attenzione crescente ed è stato impiegato in molti ambiti, anche molto diversi da quello per cui era stato creato. Infatti, la sua versatilità lo rende applicabile a qualsiasi contesto, eccellendo in quelli in cui le informazioni a disposizione sono scarse.

Nel corso degli anni, il Delphi ha continuato ad evolversi e ad adattarsi, rimanendo uno dei metodi più apprezzati nel campo previsionale.

1.3: Le caratteristiche del Delphi

Come premesso, nel corso degli anni, il metodo Delphi ha subito molte variazioni e modifiche, che hanno permesso e permettono ancora il suo adattamento ai più svariati ambiti (Grime e Wright, 2016). Questo sicuramente rende difficile spiegarne nei dettagli ogni singola meccanica ma, allo stesso tempo, rappresenta un punto di forza, poiché quando una cosa può essere descritta ed esplicitata facilmente allora ha smesso di progredire ed evolversi (Linstone e Turoff, 1975), cosa che, invece, è riuscita in modo ottimale al Delphi.

Nonostante i continui cambiamenti, il metodo basa, da sempre, le sue fondamenta su quattro caratteristiche principali. Quattro pietre di volta che non ha mai abbandonato, né modificato. Queste sono: Anonimità, iterazione, feedback controllato e statistica delle risposte di gruppo (Dalkey et al., 1969; Rowe & Wright, 2011).

Per far sì che un Delphi sia ben strutturato è importante che non vengano a mancare queste caratteristiche. Nello specifico:

- **Anonimità:** ciascun esperto riceve dal moderatore il questionario e ne risponde alle domande. Tutto questo avviene nel totale anonimato, solo il moderatore è a conoscenza dell'identità degli esperti.

Questa caratteristica è fondamentale perché permette di scavalcare alcune inefficienze tipiche delle riunioni faccia a faccia come la presenza di un individuo dominante che potrebbe, anche involontariamente, condizionare il giudizio di altri (Dewar e Friel, 2013) oppure perdere il focus dello studio perché impegnato a cercare di avere ragione su chi non la pensa allo stesso modo.

Inoltre, garantendo l'anonimità, alcuni individui potrebbero sentirsi più a proprio agio nell'esternare idee e opinioni scomode, che potrebbero generare dibattito.

In base a ciò, non è un azzardo dire che l'anonimità giochi un ruolo cruciale e che celare l'identità dei partecipanti possa addirittura portare a un tasso di risposta maggiore. (Fritschy e Spinler, 2019)

- **Iterazione:** come già detto, il metodo Delphi consiste in un'indagine fatta in più round. La divisione della ricerca in round permette agli esperti di rivedere le proprie risposte e confrontarle con i risultati aggregati del round precedente, e permette ai moderatori di modificare il questionario, qualora lo ritengano necessario.
- **Feedback controllato:** una volta terminato il round, i moderatori analizzano le risposte individuali e preparano un feedback aggregato che sarà inviato agli esperti. Questo permette agli esperti di “comunicare” tra di loro, di fatto, senza conoscere l'identità o la risposta del singolo.
Iterazione e feedback insieme permettono di convergere verso il consenso di gruppo.
- **Statistica delle risposte di gruppo:** serve per capire se si è raggiunto o meno il consenso. A questo scopo si utilizzano strumenti matematici e statistici.

1.4: La metodologia classica e le sue varianti

In letteratura sono presenti diversi studi su questo metodo. Ne è emerso che, inizialmente, i Delphi erano utilizzati per due fini di ricerca.

Il primo è lo studio **esplorativo**. Un Delphi esplorativo cerca di rispondere alla domanda: “*Cosa può succedere?*”. Cerca di identificare i fattori chiave in un determinato contesto futuro e solitamente si basa su un'indagine che ha un orizzonte temporale a medio-lungo termine - e.g. 30 anni -.

Il secondo è lo studio **predittivo**. In questo caso si cerca di rispondere alla domanda: “*Cosa succederà?*”. Se prima l'intenzione era di individuare i fattori, questa volta il fine è di fare chiarezza su come questi si evolveranno. Lo studio predittivo si presta maggiormente per indagini a breve-medio termine.

Va specificato che nel corso degli anni gli utilizzatori del Delphi hanno iniziato ad abbandonare la distinzione netta tra i due tipi di studio, a volte utilizzando formati ibridi tra i due.

1.4.1: Delphi classico

Prima di iniziare la descrizione metodologica, è importante definire dei termini chiave che ritornano spesso nella spiegazione.

Il **facilitatore**, o moderatore, è colui che detta i tempi e conduce l'indagine. È l'unica persona che conosce le identità degli esperti e rappresenta il collegamento tra questi. È il facilitatore che consegna i questionari e riceve le risposte, le analizza e ne restituisce un feedback ai partecipanti. Il Delphi può essere condotto anche da più persone, ognuna delle quali può svolgere questo ruolo.

L'**esperto** è colui che partecipa all'indagine. Fornisce la sua competenza per rispondere alle domande del questionario.

Il **panel** è il gruppo di esperti interpellati dai moderatori con lo scopo di rispondere al questionario e tentare di raggiungere il consenso.

Un **item** è una domanda o proposizione, presente nel questionario, alla quale gli esperti devono rispondere o attribuire un punteggio.

La **research question (RQ)** è la domanda alla quale i ricercatori cercano di rispondere. Lo stesso Delphi può essere utilizzato per rispondere contemporaneamente a più di una RQ.

Esistono, inoltre, tre funzioni o attività che possono essere presenti quando si ha a che fare con un Delphi.

La **funzione di generazione** di idee (Häder e Häder, 2000) o Brainstorming, se presente, è la prima in ordine temporale. È l'attività in cui i facilitatori chiedono agli esperti di rispondere a domande aperte. Dall'analisi delle risposte, i moderatori creano la lista di item. Come detto, questa fase potrebbe non essere presente in un Delphi, perché i moderatori hanno già preparato la lista degli item da sottoporre agli esperti. Questa funzione è molto presente nelle indagini di tipo esplorativo, dove la necessità è quella di individuare i fattori chiave.

La **funzione di consolidamento** (Okoli e Pawlowski, 2004) o validazione è l'attività che di solito segue il brainstorming. In questa fase agli esperti viene chiesto di dare un peso ad alcune caratteristiche degli item. In questo modo i facilitatori possono capire se ci sono item poco rilevanti ai fini dello studio oppure poco chiari.

La **funzione di valutazione** (Häder e Häder, 2000) è caratterizzata da item sotto forma di domande a risposta chiusa. In questo caso gli esperti devono valutare/giudicare le affermazioni in oggetto agli item secondo dei criteri di valutazione ben definiti. Questa funzione non può mancare nei Delphi di tipo predittivo.

Le tre funzioni possono coesistere all'interno di un Delphi, oppure può esserne presente solo una delle tre. La funzione di valutazione è quella che più rappresenta lo scopo originale del Delphi classico (Chocholik et al., 1999; Nowack et al., 2011). La funzione di generazione di idee, anche se presente in molti Delphi classici è forse più attinente ad una variante molto utilizzata a livello decisionale, il Policy Delphi, di cui si parlerà successivamente nella trattazione.

Indipendentemente dal tipo di studio desiderato, ogni Delphi mantiene più o meno sempre costante il suo iter procedurale.

Come punto di partenza c'è la *research question*, che determina l'ambito dove si vuole indagare e lo scopo che si vuole perseguire. A seguire, si hanno delle fasi che sono caratteristiche del metodo. Quelle principali sono illustrate nella figura 1.2.

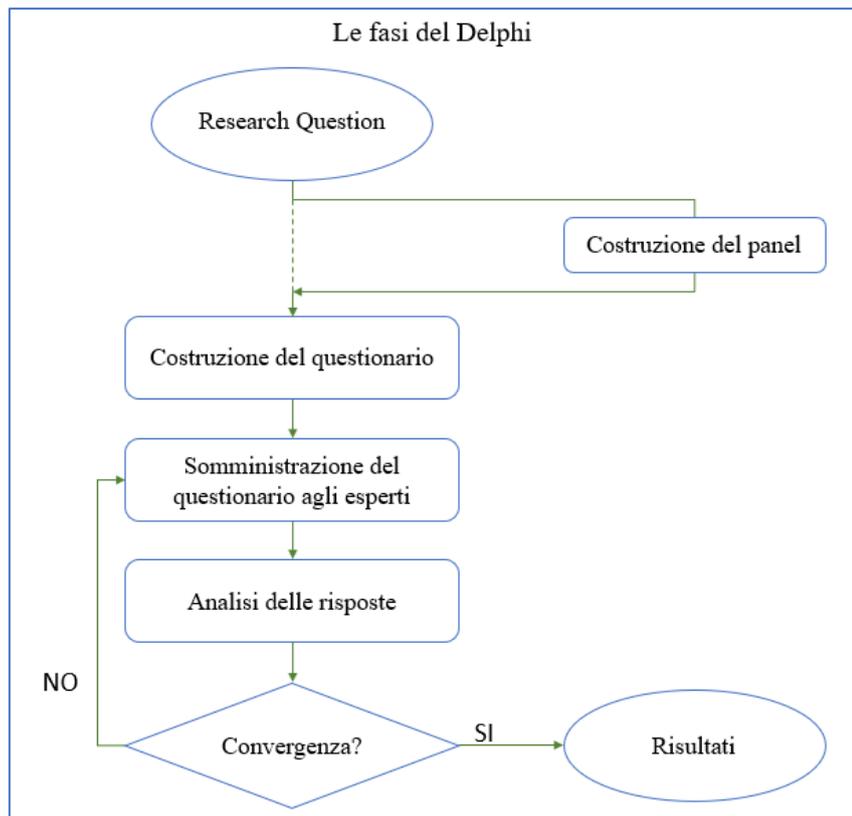


Figura 1.2: Le fasi del metodo Delphi.

La costruzione del panel

Trattandosi di un metodo d'indagine basato sul consenso di un gruppo di esperti, la prima fase di un Delphi è, solitamente, la ricerca di figure che possano partecipare all'indagine entrando a far parte del panel.

La scelta dei componenti del panel in un Delphi introduce una differenza rispetto alle indagini effettuate su campioni. Se in questo caso è necessario che i membri del campione siano persone statisticamente rappresentative di una data popolazione, nel Delphi non è necessariamente così. Inoltre, non è necessario che il panel sia formato da un numero minimo prestabilito di esperti in modo da poter approssimare la popolazione con il campione, in quanto l'esperienza e la conoscenza prevalgono sul numero (Gossler et al., 2019).

Sebbene non esistano criteri specifici per la definizione e la scelta degli esperti (Hasson et al., 2000; Hsu e Sandford, 2007; McKenna, 1994) è evidente che la competenza e l'esperienza dei membri del panel determinino l'attendibilità dei risultati dello studio. In linea di massima, è possibile definire un esperto come una persona che abbia una significativa conoscenza dell'ambito o dell'argomento oggetto dello studio. Inoltre, per far sì che non venga meno la dedizione nel completare l'indagine, c'è bisogno di individui che nutrano un forte interesse

verso il tema e che si sentano coinvolti. In sintesi, nel processo di selezione degli esperti è importante seguire la via dell'equilibrio, scegliendo persone relativamente imparziali, in modo che le informazioni ottenute riflettano la loro competenza pur non essendo inficiate dal cosiddetto "errore di desiderabilità" (*desiderability bias*), che allo stesso tempo trovino di proprio interesse l'argomento.

Per avere un'opinione quanto più varia possibile, è buona regola scegliere esperti che vengano da contesti lavorativi diversi come accademici, ricercatori, professionisti e funzionari pubblici. Per selezionare gli esperti si può ricorrere a diversi metodi. Il più usato è quello di contattare direttamente persone che fanno parte di aziende, enti o centri di ricerca che hanno a che fare con l'argomento studiato, individuati tramite le informazioni bibliografiche disponibili sul tema o tramite conoscenze personali dei moderatori. Un approccio interessante è quello a cascata, in gergo "*Snowballing approach*", dove si chiede ad esperti già individuati in precedenza di segnalare e contattare altri individui che loro stessi ritengono adatti allo scopo, e quindi esperti. Questo ha, solitamente, un effetto positivo, ovvero una maggiore probabilità che questi accettino l'invito e continuino a prendere parte ai round successivi fino alla fine dell'indagine (Rowe e Wright, 2011).

Un altro dato importante è la dimensione del panel. Anche in questo caso non esiste in letteratura una formula precisa o un numero perfetto. Ovviamente, minore è il numero di esperti, meno dati si avranno a disposizione. D'altro canto, più grande è il panel e maggiore sarà la quantità di informazioni da analizzare. In entrambi i casi si potrebbe incorrere in problemi di gestione dei dati.

In letteratura sono presenti diversi studi che utilizzano il metodo Delphi, la tabella 1.1 mostra alcuni di questi studi con i relativi numeri di partecipanti. Salvo rare eccezioni, si può dire che i panel siano composti da un numero di esperti che varia solitamente da 10 a 50.

#	Nome dell'articolo	Settore /Argomento	# Respondent
1	Applying the Delphi method to determine best practices for outsourcing logistics in disaster relief	Logistica umanitaria	38
2	Internal versus external European airmarket realities: the competitive divide	Trasporto Aereo	35
3	Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030	Maintenance	25
4	Determining key performance indicators of intellectual capital in logistics business using Delphi method	Capitale intellettuale - Logistica	10
5	The impact of autonomous trucks on business models in the automotive and logistics industry—a Delphi-based scenario study	Automotive - Logistica	30
6	Delphi Study on evaluating information in simulation studies for manufacturing and logistics planning	Simulazione	20
7	Scenarios for the logistics services industry:A Delphi-based analysis for 2025	Servizi logistici	30
8	Mapping the future of supply chain management: a Delphi study	Evoluzione SCM	29

Tabella 1.1: Tabella riepilogativa di alcuni studi Delphi. Continua...

9	EU network carriers, low cost carriers and consumer behaviour: A Delphi study of future trends	Trasporto Aereo	25
10	Scenario development in transport studies: Methodological considerations and reflections on delphi studies	Trasporti	35
11	Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020	Trasporto merci su strada e impatto ambientale	100
12	Core Issues in Sustainable Supply Chain: Management – a Delphi Study	SCM	45
13	Purchasing and supply management sustainability: Drivers and barriers	Sustainability	21
14	Supply management’s evolution: key skill sets for the supply manager of the future	Evoluzione SCM	54
15	Delphi study on supply chain flexibility	Flessibilità SC	13
16	A dissent-based approach for multi-stakeholder scenario development – The future of electric drive vehicles	Veicoli elettrici	140
17	Using Delphi to achieve congruent objectives and activities in a Pediatric department	Settore pediatrico	22
18	The Determination of Relevant Goals and Criteria Used to Select an Automated Patient Care Information System: A Delphi Approach	Assistenza ai pazienti	10
19	Consensus about image quality assessment criteria of breast implants mammography using Delphi method with radiographers and radiologists	Valutazione delle mammografie	10
20	Sustainable packaged food and beverage consumption transition in Indonesia: Persuasive communication to affect consumer behavior	Consumo sostenibile di alimenti confezionati	13
21	Ecological issues related to second-growth boreal forest management in eastern Quebec, Canada: Expert perspectives from a Delphi process	Problemi ecologici	14
22	Common elements of parent management training programs for preschool children with autism spectrum disorder	Training di genitori di bambini affetti da autismo	10
23	Schedule Success Factors in Construction Projects in a War-Affected Region	Pianificazione in contesti di guerra	40
24	Defining vulnerability in European pregnant women, a Delphi study	Aspetti che rendono vulnerabili le donne incinte	28
25	Important knowledge items with regard to the benefits of exercise for patients with epilepsy: Findings of a qualitative study from Palestine	Pazienti affetti da Epilessia	50

Tabella 1.1: Tabella riepilogativa di alcuni studi Delphi.

Costruzione del questionario

Il questionario è il cuore del metodo Delphi. L’insieme di domande o proposizioni, chiamate in gergo *item*, attraverso le quali i moderatori cercano di canalizzare l’esperienza degli esperti verso con il fine di ottenere delle risposte alle *research question*.

Anche in questo caso non ci sono regole ben definite per la strutturazione del questionario. A partire dal numero di item che lo compongono. A differenza del numero di esperti del panel, in questo caso non c’è neanche un intervallo ritenuto appropriato. In letteratura sono presenti studi Delphi con questionari composti da meno di dieci item e allo stesso tempo altri composti da duecento. È vero che da numero maggiore di item risulterebbe in una grande quantità di informazioni e la possibilità di spaziare maggiormente, tuttavia è consigliato di non utilizzare un questionario troppo grande, perché ciò potrebbe causare dilatamento nei tempi di completamento, con conseguente affaticamento dei partecipanti e aumento del tasso di *dropout*,

ovvero la percentuale di esperti che smettono di partecipare e non proseguono nei round successivi.

È, quindi, ritenuta buona norma preferire un questionario ben strutturato, con un numero non eccessivo di item che siano chiari, accattivanti e puntuali, ad uno con tanti item.

Come anticipato nell'incipit di questo paragrafo, gli item possono essere domande o proposizioni. La scelta ricade su una o sull'altra in base alle necessità d'indagine e con esse variano anche i criteri di valutazione utilizzati.

È necessario premettere che il questionario può essere ideato interamente dai moderatori oppure questi possono servirsi dell'aiuto degli esperti nella cosiddetta fase di generazione di idee.

Solitamente quando si ha a che fare con Delphi predittivi, gli item sono scelti dai moderatori, poiché, lo studio basa le proprie fondamenta su fattori chiave già identificati. Se questo è il caso, gli item sono solitamente domande a risposta chiusa o proposizioni, che permettono di assolvere alle funzioni di consolidamento e di valutazione.

Se, invece, lo studio è di tipo esplorativo, non è insolito che i moderatori si avvalgano degli esperti per la creazione del questionario e l'identificazione dei fattori chiave. In questi casi gli item sono domande a risposta aperta, proprio per favorire la funzione di generazione di idee.

Sono, infine, presenti in letteratura casi in cui coesistono entrambi i metodi. In un primo round si chiede ad un gruppo di esperti di rispondere a domande aperte. Le risposte vengono poi utilizzate dai moderatori per creare un questionario che verrà sottoposto ad un secondo panel di esperti nei round successivi.

Una volta scelti gli item, e quindi lo scheletro del questionario, è necessario valutarne la validità. Con il termine validità si intende la capacità di un item, quindi del questionario, di misurare ciò per cui è stato ideato (Comín Bertrán, 1990). Esistono diverse dimensioni su cui valutare la validità di un item. Le più importanti sono:

- Validità di facciata, logica o "*face validity*": si ottiene se, secondo l'opinione degli esperti, il questionario è pertinente all'argomento sotto indagine. Nel metodo Delphi è fondamentale che gli item siano pertinenti e abbiano validità di facciata ma, per completezza, è interessante inserire un'aggiunta sulla *face validity*. In alcuni casi può essere interessante utilizzare degli item con poca validità logica. Per esempio, quando si ha a che fare con argomenti scomodi o che potrebbero generare conflitti d'interessi, l'uso di domande dirette (con alta validità logica) potrebbe indurre il soggetto a non rispondere o mentire. Mentre usare domande indirette, con meno validità logica, potrebbe aiutare a ottenere una risposta più sincera (Comín Bertrán, 1990). Il Delphi, come già detto, ha come punto di forza la totale anonimata degli esperti che, di conseguenza, sono liberi di rispondere onestamente senza sentirsi giudicati. Per questo non c'è bisogno di optare per domande con bassa validità logica.
- Validità di contenuto o "*content validity*": si riferisce alla capacità del questionario di contemplare tutte le dimensioni dell'argomento studiato, quindi gli aspetti ad esso connessi.

Consiste nella valutazione degli item, cercando di capire se sono rilevanti e quindi rappresentativi del sistema misurato. La validità di contenuto è più esaustiva e formale di quella di facciata (Comín Bertrán, 1990).

- Validità di costrutto o “*construct validity*”: indica il grado di appropriatezza tra la teoria proposta e le osservazioni empiriche. Quindi se c’è correlazione tra i risultati ottenuti e i costrutti creati dai ricercatori per concettualizzare le variabili in oggetto allo studio. Risponde alla domanda: “I risultati della misura sono in linea con quello che ci si aspetta a livello di costrutto teorico?” (UNESCO, 2013)

A questo proposito, esistono diversi modi per ottenere i vari tipi di validità. Il primo, che spetta ai ricercatori, è l’approfondimento della letteratura, in modo da conoscere nel dettaglio gli aspetti dell’ambito sotto indagine e di formulare un questionario quanto più pertinente e rilevante possibile. In seconda battuta, i moderatori possono chiedere ad un gruppo di esperti, diversi da quelli che costituiranno il panel del Delphi, di testare il questionario. A questi sarà chiesto di valutarne diversi aspetti tra cui rilevanza e pertinenza degli item. Non meno importante la valutazione da parte degli esperti della chiarezza dei singoli item. È, infatti, importante che gli item siano chiari e non fraintendibili, al fine di evitare che gli esperti possano interpretare in modo diverso lo stesso item e quindi generare risultati affetti da bias.

Un altro fattore importante nella costruzione di un questionario è il criterio di valutazione. In pratica, sulla base di quale aspetto si chiede agli esperti di rispondere a un item.

I criteri più utilizzati in letteratura sono:

- Importanza;
- Desiderabilità;
- Fattibilità;
- Probabilità;
- Impatto;
- Grado di concordanza.

Ci sono casi in cui è richiesto di valutare più criteri contemporaneamente, tuttavia è consigliato di non chiedere un giudizio su più di due dimensioni per item, perché ciò potrebbe complicare eccessivamente l’analisi.

Di seguito alcuni esempi di item utilizzati in letteratura con gli scopi dei relativi Delphi.

Il primo esempio, in figura 1.3, è tratto da un Delphi il cui scopo era quello di individuare le migliori prassi nell’outsourcing di servizi logistici. (Gossler et al., 2019)

Rank	ID	Best practice
1	P03	Ensure both compliance and efficiency in the procurement process
2	P06	Use a detailed written contract as safeguard
3	P04	Be detailed in the request for proposal or request for quotation

Figura 1.3: Alcuni degli item tratti da: *Applying the Delphi method to determine best practices for outsourcing logistics in disaster relief*. (Gossler et al., 2019)

In questo caso, il criterio di valutazione utilizzato è stato l'**importanza**. Agli esperti è stato chiesto di valutare quanto ritenessero importanti gli item individuati dai moderatori.

La figura 1.4, invece, fa riferimento ad un Delphi del predittivo che provava a capire se e in che modo cambieranno i macro-environment (politico/legale, economico, culturale, tecnologico) del settore dei servizi logistici nel 2025. (Von Der Gracht e Darkow, 2010)

No. Projections for 2025	
Political-legal	
1	The problem of energy supply (e.g. scarcity of fossil fuels, nuclear power) remains unsolved globally
2	The almost entire recycling of products and scrap within the value chain ("reverse logistics") has become a legal regulation

Figura 1.4: Alcuni item tratti da: *Scenarios for the logistics services industry: A Delphi-based analysis for 2025*. (Von Der Gracht e Darkow, 2010)

In questo studio gli item sono proposizioni inerenti a possibili eventi futuri. I criteri di valutazione scelti: **impatto e probabilità**.

Infine, nella figura 1.5, sono mostrati degli item di un Delphi che puntava a confrontare mercato aereo Europeo ed extra-Europeo. (Ellis, 2020)

Forecast	
F1	It is vitally important that the global airline industry develop a comprehensive response to climate change in the foreseeable future.
F2	The global airline industry will develop a comprehensive response to climate change and as a result substantially reduce its carbon emissions within the next 10 years or so.

Figura 1.5: Alcuni item tratti da: *Internal versus external European air market realities: the competitive divide*. (Ellis, 2020)

Agli esperti, i moderatori hanno chiesto di esprimere il proprio consenso nei confronti delle previsioni scelte come item.

Nonostante le domande siano spesso in forma chiusa, un altro elemento tipico del Delphi è la richiesta agli esperti di una breve motivazione qualitativa della risposta. Questi feedback possono essere utilizzati per invogliare l'esperto a non rispondere in maniera frettolosa e/o a modificare gli item nei round successivi. Inoltre, sono riassunte e inoltrate in forma anonima ai membri del panel che possono prendere visione dei commenti degli altri esperti e decidere se modificare o meno la propria risposta.

Una volta definiti gli item e i criteri di valutazione, quindi si ha a che fare con item a risposta chiusa, è necessario scegliere la scala di valutazione, ovvero uno strumento, largamente utilizzato nelle indagini, che consiste in una serie di possibilità di risposta ad una domanda.

Le scale più utilizzate sono:

- La **scala di valutazione numerata** (*NRS: Numeric Rating Scale*): è una forma di misurazione ampiamente utilizzata. I suoi punti sono numeri che riflettono i vari gradi di opinione del rispondente in merito all'item. Tra i punti di forza si possono citare la

semplicità di realizzazione e di analisi statistica dei risultati, in quanto è possibile utilizzare lo stesso valore della scala come dato nell'analisi, senza bisogno di ricorrere a una codifica. D'altro canto, uno svantaggio nell'utilizzo di questa scala è la soggettività dei soggetti votanti. Per esempio, in una scala 1-10 un rispondente potrebbe percepire come positivo o neutrale un voto pari a 5, mentre un altro potrebbe percepirlo come negativo. Questo, di fatto, falserebbe il risultato finale, in quanto potrebbe succedere che due soggetti con la stessa opinione rispondano diversamente (*SurveyMonkey*). A questo proposito, è buona norma inserire in legenda dei descrittori per aiutare i rispondenti ad interpretare in modo omogeneo i valori della scala.

- **La scala di valutazione verbale (VRS: Verbal Rating Scale):** adotta il principio inverso della scala numerata. I punti di questa scala sono parole anziché numeri. Questa scala permette al rispondente di sapere con esattezza il significato del voto che sta per assegnare e anche come verranno interpretati dai moderatori i suoi giudizi. Come svantaggio ha che è necessaria una codifica per l'analisi delle risposte. Inoltre, al contrario della scala numerata, in questo caso, non si può utilizzare un numero di categorie di risposta troppo grande, poiché tenderebbe a confondere il soggetto rispondente (*SurveyMonkey*).

Se si decide di utilizzare una scala di valutazione numerica o verbale, gli item devono avere la caratteristica di neutralità. Quindi non devono prendere una posizione in merito al tema ma, semplicemente, esporlo in modo puntuale.

- Una delle tecniche più utilizzate per la misurazione dell'atteggiamento è la **scala Likert**, che prende il nome dallo psicologo che l'ha ideata nel 1832 con lo scopo di misurare opinioni e atteggiamenti in modo più semplice rispetto agli strumenti presenti all'epoca (Likert, 1932). La differenza con le scale sopra elencate è nella stesura degli item. In questo caso gli item esplicitano consenso/dissenso nei confronti dell'oggetto di valutazione perciò saranno affermazioni chiaramente favorevoli o sfavorevoli, non neutre. Come nel caso della scala verbale, per l'analisi delle risposte è necessaria una codifica delle opzioni.

Qualunque scala valutativa si scelga, una decisione chiave è il numero di opzioni di risposta. Prima di tutto, bisogna scegliere se il numero di opzioni debba essere pari o dispari. L'ago della bilancia è la necessità o meno di lasciare un'opzione neutrale. Dietro l'opzione neutrale si possono nascondere delle insidie, in quanto è difficile per i moderatori capire se chi ha scelto la risposta neutrale l'abbia fatto perché voleva essere realmente neutrale oppure l'abbia fatto per "saltare" la domanda. L'assenza di una risposta neutrale, di fatto, obbliga i rispondenti a prendere una posizione e a pensare di più a quale risposta dare. Un modo per ovviare all'incertezza data dalla risposta neutrale è la richiesta di una motivazione delle risposte. Solitamente la scelta ricade su scale a 5 o 7 punti. Nel caso di scale numeriche è anche comune avere dieci opzioni.

Nella figura 1.6 sono mostrati alcuni esempi delle scale utilizzate. Nel primo box, una scala verbale a quattro punti, che non offre al rispondente la possibilità di rimanere neutrale. Nel secondo e nel terzo, rispettivamente, una scala numerata e una scala Likert a cinque punti.

Esempio di scala verbale	Esempio di scala numerata	Esempio di scala Likert
<input type="radio"/> Non importante <input type="radio"/> Poco importante <input type="radio"/> Importante <input type="radio"/> Molto importante	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> Totalmente in disaccordo <input type="radio"/> Disaccordo <input type="radio"/> Incerto <input type="radio"/> D'accordo <input type="radio"/> Totalmente d'accordo

Figura 1.6: Alcuni esempi di scale di valutazione.

Somministrazione del questionario, iterazioni e analisi delle risposte

Dopo aver scelto gli esperti da invitare e strutturato e validato il questionario, si entra nel vivo del metodo Delphi.

Come noto, il metodo ricerca il consenso tra le opinioni degli esperti. Di conseguenza, lo step successivo è il raccoglimento di queste. I moderatori inviano il questionario, anche detto “*main survey*” agli esperti. Solitamente il questionario è accompagnato da una mail di presentazione in cui i moderatori illustrano lo scopo della ricerca e informano gli esperti delle modalità di svolgimento dell’indagine. Tra le informazioni più comuni ed essenziali si possono elencare il tempo stimato di compilazione, il numero di round e la durata complessiva dell’indagine. Queste informazioni sono importanti poiché permettono agli esperti di avere, a priori, un’idea chiara di quanto tempo dovranno dedicare all’indagine, riducendo la possibilità che abbandonino il progetto prima del previsto.

Una volta che l’esperto decide di partecipare e compila il questionario passa dallo stato di invitato a quello di rispondente, entrando, di fatto, nel panel della ricerca Delphi.

Una piccola parentesi sulla durata dei round: non esiste una durata perfetta. Un range ideale va da una settimana a un mese. Ovviamente la durata è influenzata da vari fattori come la disponibilità degli esperti, la lunghezza del questionario e la necessità più o meno urgente di ottenere delle risposte.

Al termine del periodo di tempo designato per il completamento del primo round o prima, se tutti gli invitati compilano il questionario prima della scadenza, i moderatori possono aggregare le risposte e analizzarle.

Per l'analisi quantitativa dei dati e la ricerca del consenso, è generalmente utilizzato il range interquartile (*IQR*) considerato, nella maggior parte dei casi presenti in letteratura, uno strumento valido per la misura del consenso.

Il range interquartile misura la dispersione dalla mediana ovvero la differenza tra il terzo e il primo quartile (Gossler et al., 2019). Per una scala a 5 punti, si raccomanda di interpretare come consenso raggiunto se l'*IQR* risulta essere minore o uguale a 1 (Raskin, 1994; Rayens e Hahn, 2000).

Un altro indicatore di concordanza utilizzato è la statistica r_{wg} , nato come euristica per valutare il grado di affidabilità dei risultati di un'indagine di gruppo ($r_{wg} = reliability\ within\ group$) e successivamente utilizzato come indicatore per valutare la concordanza di opinioni.

La formula per calcolare l'indicatore è la seguente: $r_{wg} = 1 - \frac{S_X^2}{\sigma_E^2}$ dove S_X^2 è la varianza osservata e σ_E^2 è la varianza attesa, calcolata come varianza di una distribuzione uniforme discreta, che si avrebbe nel caso in cui tutti rispondessero in modo casuale (James et al., 1993). Di conseguenza, nel caso in cui tutti i rispondenti fossero d'accordo si avrebbe che $S_X^2 = 0$ e quindi $r_{wg}=1$. Al contrario, in caso di disaccordo totale si avrebbe $S_X^2 = \sigma_E^2$ e $r_{wg}=0$.

Per una scala a 5 punti, si considera raggiunto il consenso quando $r_{wg}>0.3$ (Gossler et al., 2019). Un altro metodo presente in letteratura, per interpretare se si sia raggiunto il consenso, è basato sulle percentuali. Se il 75% dei rispondenti sceglie la stessa risposta, il consenso è ottenuto (Mason e Alamdari, 2007).

Una volta svolto il lavoro analitico, i moderatori preparano un nuovo questionario per il secondo round. Questa volta includeranno solo gli item per cui non si è raggiunto il consenso. In fase di costruzione del secondo questionario, accanto all'item, per facilitare la convergenza verso il consenso, si inserisce il voto medio ottenuto nel round precedente e i valori degli indicatori scelti per valutare il raggiungimento del consenso. Inoltre, qualora degli esperti avessero lasciato dei feedback qualitativi a supporto delle loro risposte, si aggiunge anche un riassunto puntuale di questi.

A questo punto il questionario viene inviato al panel che provvede a compilarlo seguendo lo stesso iter del primo round e al termine del tempo a disposizione, i moderatori effettuano un'ulteriore analisi dei risultati. L'iterazione dovrebbe procedere fino al raggiungimento del consenso per tutti gli item ma, in realtà, è risultato più volte evidente che gli esperti tendono a cambiare opinione solo una volta e la probabilità che questo accada è maggiore durante la seconda iterazione per poi diminuire notevolmente in quelle successive (Woudenberg, 1991). Quindi, per evitare di affaticare il panel e di far aumentare il tasso di *dropout*, si consiglia un Delphi con due round. Infatti, tramite il metodo Delphi si cerca di ottenere il consenso ma anche dal non raggiungimento di questo si possono ottenere informazioni utili.

Portati a termine i round prestabiliti, i moderatori possono passare alla fase finale della ricerca che è l'interpretazione e il commento dei risultati.

1.4.2: Le varianti del metodo Delphi

Con il passare del tempo, al Delphi classico si sono aggiunte altre varianti. Nei paragrafi che seguono sono enunciate le più famose e importanti.

Policy Delphi

“Con policy si indica un insieme di azioni (ma anche di non azioni) poste in essere da soggetti di carattere pubblico e privato, in qualche modo correlate ad un problema collettivo.” (Dente, 1990)

Il Policy Delphi risulta particolarmente adatto quando lo scopo della ricerca è capire quali saranno le conseguenze di cambi di regolamento o normativi. Può essere di grande aiuto a livello di decision-making poiché permette al “decisore non di avere un giudizio unanime - come nel Delphi classico - ma una mappa esplosa di possibili punti di vista diversi tra cui scegliere.” (Dipartimento della funzione pubblica, 2013)

Si distingue dal Delphi classico per quattro principali differenze.

La prima è la ricerca del consenso. Se nel classico rappresenta l’obiettivo ultimo, nel *policy* non è di interesse. Anzi, qualora si giungesse al consenso, sarebbe per puro caso (Adam Manley, 2013). Il Policy Delphi ha come scopo quello di stimolare il dibattito, in modo che i partecipanti aggiungano opinioni al tavolo di discussione.

La seconda differenza è nel panel. Il Delphi classico utilizza un gruppo omogeneo di esperti, requisito cruciale, poiché è più semplice arrivare al consenso in questo modo. Nel *policy* invece si preferisce utilizzare un panel eterogeneo, chiamando a partecipare tutte le parti in causa per identificare al meglio i problemi e le opinioni relative all’oggetto dello studio. (Turoff, 1970)

La terza differenza risiede nell’argomento. Nel *policy* si ha a che fare con argomenti dei quali non ci sono esperti, ma solo persone informate o coinvolte. La quarta e ultima differenza è rappresentata dalle filosofie a monte del sistema d’indagine. Il Delphi classico utilizza un sistema d’indagine basato sulla filosofia di Locke, quello del *policy* Delphi, invece, sulla filosofia di Kant. (Mitroff & Turoff, 2002)

La filosofia di Locke è perfetta per il Delphi classico, in quanto i dati sono rappresentati delle opinioni e dal giudizio degli esperti e la validità del giudizio di un gruppo è misurata in termini di consenso esplicito tra gli esperti stessi.

Al contrario, quella Kantiana, che cerca di proporre quanti più punti di vista possibili per interfacciarsi al problema è ideale per il Policy Delphi. (Mitroff, 2002)

<p><i>Indagine secondo la filosofia di Locke</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>La verità è sperimentale. È evidenza empirica ottenuta tramite l'osservazione.</i> • <i>Sono i dati e fatti che definiscono la teoria e non il contrario.</i> • <i>Per validare i comportamenti osservati, è necessario che gli osservatori raggiungano il consenso.</i> <p style="text-align: right;"><i>John Locke</i></p>	<p><i>Indagine secondo la filosofia di Kant</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>La verità è sintetica. Deriva sia dalla teoria che dall'evidenza empirica.</i> • <i>Le teorie derivano dai dati, ma per raccogliere i dati servono le teorie. Per cui sono inseparabili.</i> • <i>In ogni momento ci possono essere almeno due modelli alternativi che rispecchiano la realtà.</i> <p style="text-align: right;"><i>Immanuel Kant</i></p>
--	--

Spatial Delphi

Lo “*Spatial Delphi*” (lett. Delphi Spaziale) è un metodo ispirato al Delphi Classico, si usa questa variante quando si ha a che fare con problemi di localizzazione spaziale - e.g. il posizionamento ottimale di un magazzino oppure la probabilità che una catastrofe colpisca un punto luogo specifico - (Di Zio e Pacinelli, 2011).

La prima grande differenza è che agli esperti non è chiesto di rispondere a delle domande a risposta aperta o chiusa, ma sono invitati ad indicare uno o più punti su una mappa.

Dal metodo classico, prende in eredità alcune caratteristiche e ne rinnova altre. Mantiene l'anonimità all'interno del panel di esperti e il procedimento iterativo con feedback controllato. Aggiunge invece qualcosa di nuovo al processo di convergenza verso il consenso. Come noto, nel Delphi classico si utilizza il range interquartile per far convergere le opinioni degli esperti. In questo caso, invece, non è possibile. Le opinioni degli esperti sono dei punti facenti parte dell'area in oggetto, quindi il risultato di ogni round è una nuvola di luoghi più o meno densa. Per la convergenza, si usa la circonferenza minima che includa il 50% delle risposte degli esperti, con centro in uno dei punti indicati. Nel round successivo, gli esperti dovranno indicare uno o più punti facenti parte di quella circonferenza, di fatto, addensando la nuvola in corrispondenza del punto ottimale. Va specificato che un esperto può indicare un punto esterno, con l'obbligo di motivare la propria risposta. Si procede così nei round successivi, riducendo di volta in volta l'area del cerchio, fino all'individuazione del punto ottimale.

Nella figura 1.7 sono evidenti i progressi ottenuti a tale scopo, in due round successivi di uno *Spatial Delphi*. (Di Zio e Pacinelli, 2011)

I requisiti di questo metodo sono che il problema di localizzazione sia quanto più dettagliato possibile e che gli esperti conoscano bene la geografia dell'area di interesse. (Di Zio e Pacinelli, 2011)

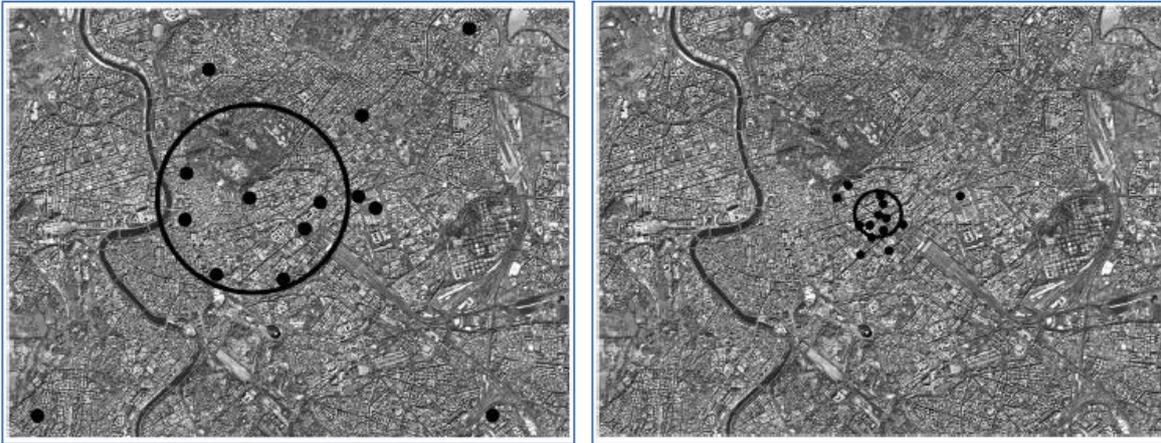


Figura 1.7: Iterazioni di uno Spatial Delphi sulla città di Roma. (Di Zio e Pacinelli, 2011)

1.4.3: Esempio di un Delphi applicato al mondo della logistica

Per completezza, con questo paragrafo si aggiunge alla trattazione un esempio pratico di un'indagine Delphi applicata al campo della Logistica e Supply Chain.

Lo studio è stato effettuato a cavallo degli anni 2017 e 2018 da parte di Timo Gossler, Ioanna Falagara Sigala, Tina Wakolbinger e Renate Buber dell'Istituto di Ricerca per il Supply Chain Management dell'Università di Vienna e si intitola: *“Applying the Delphi method to determine best practices for outsourcing logistics in disaster relief”* (Gossler et al., 2019).

Lo scopo dello studio era quello di determinare le migliori pratiche che le agenzie umanitarie potessero utilizzare per esternalizzare i servizi logistici necessari per le proprie attività, in caso di calamità, a fornitori di servizi logistici esterni (*LSP*), in modo da riuscire a fare leva sui vantaggi dell'esternalizzazione riducendo i rischi e i lati negativi di questi contratti.

La *research question* alla base dello studio era la seguente: “Quali sono le migliori pratiche per far sì che le agenzie umanitarie possano assicurarsi un'efficace esternalizzazione dei servizi logistici in caso di calamità?”

L'indagine è caratterizzata da due round con un panel di 31 esperti provenienti da agenzie umanitarie, selezionati tramite ricerche e passaparola.

Questa ricerca mantiene tutte le caratteristiche del metodo Delphi e si concentra sulla sua funzione esplorativa. Infatti, cerca di individuare i fattori chiave per il successo nell'esternalizzazione dei servizi logistici.

Durante il primo round, i moderatori hanno chiesto agli esperti di fornire una lista di attività e fattori necessari, a loro avviso, per avere un'esternalizzazione di servizi logistici di successo, basandosi su operazioni come: scelta e gestione dei fornitori, negoziazioni di contratto, valutazione delle performance. Quindi si è trattato di un round con funzione di generazione di

idee da parte degli esperti che hanno avuto la libertà totale di suggerire tutte le attività che ritenevano appropriate.

Dal primo round sono emerse 113 attività, raggruppate dai moderatori in 12 macrocategorie, denominate “pratiche”, in base a caratteristiche comuni.

Nel secondo round, invece, agli esperti è stato chiesto di valutare l’importanza delle 12 pratiche e l’utilità delle 113 attività sulla base di una scala Likert a 4 punti. Una volta ottenute le valutazioni del panel, i moderatori hanno aggregato i risultati e valutato il raggiungimento del consenso da parte del panel. Gli strumenti utilizzati sono stati il range interquartile (*IQR*) e la statistica r_{wg} .

Di seguito, nella figura 1.8, sono elencate le 12 pratiche ordinate per importanza in modo decrescente.

Rank	ID	Best practice	Mean rating
1	P03	Ensure both compliance and efficiency in the procurement process	3.63
2	P06	Use a detailed written contract as safeguard	3.63
3	P04	Be detailed in the request for proposal or request for quotation	3.56
4	P01	Prepare for the engagement of logistics service providers	3.37
5	P02	Set up and maintain a plan for the engagement of LSPs	3.33
6	P05	Take actions to ensure the selection of the right provider for the right task	3.33
7	P08	Avoid unnecessary liabilities and risks	3.30
8	P09	Run a formal process for performance evaluation	3.19
9	P10	Build mutual understanding and trust with provider	3.11
10	P12	Work with provider as an integrated team	3.11
11	P11	Design engagement as win-win situation	2.89
12	P07	Set up financial incentives to align goals of service provider	2.85 ^a

Notes: Scale: 1 – not important; 2 – somewhat important; 3 – important; 4 – very important. ^aNo consensus among panelists (*IQR* > 1.0 and/or $r_{wg} \leq 0.3$)

Figura 1.8: Le pratiche emerse dal Delphi sull’outsourcing di servizi logistici in caso di calamità. (Gossler et al., 2019)

Risultati

In accordo con le opinioni aggregate degli esperti del panel, le pratiche più importanti e critiche per assicurare il successo dell’esternalizzazione dei servizi logistici sono quelle che hanno ottenuto un punteggio medio più alto, nel caso specifico: “Trovare un equilibrio tra il rispetto delle normative e l’efficienza nella fase di acquisizione di un fornitore” (P03), “l’utilizzo di contratti scritti e dettagliati” (P06) e “l’utilizzo di richieste di proposta dettagliate” (P04). Tutte pratiche che hanno ricevuto un voto medio maggiore di 3.5 su 4.

È, inoltre, emerso che i professionisti delle agenzie umanitarie ritenevano meno importanti pratiche come costruire fiducia con i fornitori e stabilire situazioni “win-win”. Risultati, che sono in contrasto con quello che era emerso dallo studio della letteratura, dovuti probabilmente alle grandi difficoltà che minano la costruzione di un rapporto di fiducia in contesti afflitti da gravi calamità.

Questo studio è stato il primo ad utilizzare il metodo Delphi nel campo della logistica umanitaria e ha gettato le basi per future ricerche di approfondimento.

Capitolo 2: La City Logistics e le sue innovazioni

Tramite un'analisi delle attività logistiche urbane, è possibile identificare quelle caratteristiche intrinseche di cui sopra, che giustificano una differenziazione tra logistica, nel senso generale del termine, e logistica urbana, donando a quest'ultima un'identità a sé stante. Tra le principali caratteristiche, si possono citare:

- Quelle legate ai limiti di spazio e stradali. Ovvero quelle imposte dalla rete stradale urbana - e.g. strade a senso unico, vicoli ciechi - oppure zone ad accesso limitato, le quali non sono accessibili a determinati tipi di veicoli, o lo sono solo durante specifiche finestre temporali.
- Quelle legate all'impatto ambientale come l'aumento dell'utilizzo di veicoli ecologici - e.g. green vehicles- per ridurre il consumo di energia, le emissioni e i rumori.
- Il livello minore di automatizzazione e il ruolo cruciale dell'uomo nelle consegne che comportano costi operativi maggiori.

Quando si parla di logistica dell'ultimo miglio, ci si riferisce ad un settore che coinvolge un grande numero di player: distributori, trasportatori, amministrazioni locali e residenti. Senza dimenticare che si tratta dell'anello più oneroso della catena logistica. Infatti, da sola rappresenta circa il 28% dei costi. (Generix, 2019).

L'obiettivo della logistica urbana è quello di riuscire a far sì che le consegne ai residenti e alle imprese avvengano agli standard economici, sociali e ambientali migliori possibili.

Per fare ciò, si avvale di sofisticate tecnologie informative e di comunicazione per aumentare la coordinazione e l'efficienza e assicurare l'adeguato svolgimento delle operazioni di consegna.

Il numero di veicoli che trasportano merci che circolano all'interno dei centri urbani è in costante aumento a causa delle filosofie produttive e distributive, basate su bassi livelli di scorte e consegne tempestive, e della crescita esponenziale dell'E-Commerce (Jiang e Mahmassani, 2014)

Al giorno d'oggi, le attività in ambito urbano sono molto diverse e migliorate rispetto a quelle di qualche anno fa. Tuttavia, una porzione significativa di queste attività è svolta in modo inefficiente e poco coordinato. Al fine di diminuire i costi, aumentare l'efficienza e mantenere una linea operativa sostenibile a livello ambientale, senza penalizzare le attività urbane, sono state sviluppate, oppure sono in fase di sviluppo, delle pratiche innovative che chiamano in causa vari attori, a cominciare dai fornitori di servizi logistici, ma anche informatici e immobiliari. (Dablanc, 2019)

Nel prosieguo di questo capitolo, sono illustrate quelle prese in analisi da questa indagine:

- Big Data Analytics (BDA);

- Crowd-Logistics;
- Droni;
- Intelligent Transportation Systems (ITS);
- Veicoli a basso impatto ambientale;
- Parcel Locker;
- IoT, ICT e dispositivi connessi.

2.1: Big Data Analytics (BDA)

I Big Data, letteralmente “grandi [masse di] dati”, possono essere definiti come un’enorme quantità di dati e informazioni non strutturati che possono essere raccolti, immagazzinati, gestiti e analizzati (Manyika et al., 2011). I Big Data, di per sé, non sono utili se non associati a processi e strumenti di analisi e valutazione adatti (Tachizawa et al., 2015).

L’analisi di questa enorme quantità di informazioni è detta Big Data Analytics (BDA) e si riferisce a una combinazione di risorse informatiche che permettono, tra le altre cose, di ottenere informazioni, scoprire correlazioni e andamenti nascosti ed estrapolare trend presenti e futuri degli oggetti dell’analisi (Rouse, 2012).

Secondo Rouse (2012), circa l’80% dei dati nel mondo è destrutturato -e.g. file audio o video- o semi strutturato -e.g. documenti word, commenti sui social-. I dati di reale interesse per le imprese, cioè quelli che possono essere testati ed analizzati, sono i cosiddetti “*found data*” -e.g. i resoconti delle ricerche web, dei pagamenti con le carte di credito e dei telefoni cellulari- (Harford, 2014).

Quando si parla di Big Data, spesso, viene utilizzato un concetto per definirne le caratteristiche. Il concetto utilizzato è quello delle 5 “V”, utile per capire la potenza dei BDA che permettono di creare conoscenze, misurare le performance e generare vantaggio competitivo (Fosso Wamba et al., 2015; Mehmood et al., 2017). Le 5 “V” sono:

- **Velocità:** per evidenziare la grande frequenza e velocità con cui i dati vengono generati e trasmessi (Russom, 2011);
- **Varietà:** per sottolineare il fatto che i dati vengono generati e provengono da un grande numero di fonti e possono essere strutturati, semi strutturati e non strutturati (Russom, 2011);
- **Volume:** per evidenziare l’enorme mole di informazioni e dati presenti nel mondo che richiedono una memoria di archiviazione altrettanto grande (Russom, 2011) e che continua a

crescere ad un ritmo galoppante. Le stime della quantità di dati presenti nella datasfera globale nel 2025 sono di 175 ZB, ovvero 10^{21} byte (Seagate, 2018);

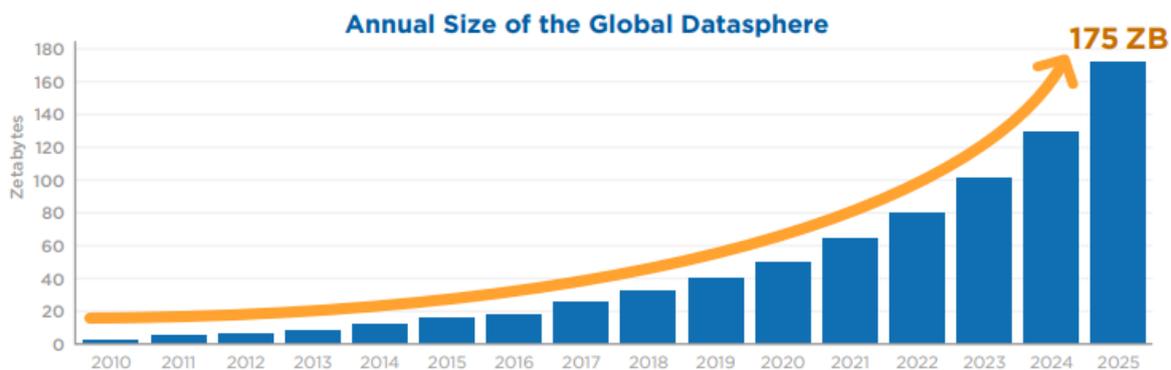


Figura 2.1: Dimensione annuale della Datasfera globale (Seagate, 2018)

Alle prime tre “V” originali sono state in seguito aggiunti:

- **Veridicità:** in riferimento all’importanza dei dati di qualità e al livello di fiducia nelle varie fonti di dati (LaValle et al., 2011);
- **Valore:** che indica la possibilità e l’importanza di generare valore e benefici economici dai Big Data disponibili (White, 2012).

Una critica mossa nei confronti dell’utilizzo dei Big Data è legata al fatto che non sono utilizzabili da tutti, viste le costose risorse di raccolta e analisi richieste.

Per affrontare questo problema, un gran numero di città nel mondo sta adottando il concetto di “*smart city*”, letteralmente “città intelligente”, ovvero “una città che cerca di affrontare i problemi pubblici attraverso soluzioni basate sulle tecnologie informative e comunicative sulla base di partnership tra più stakeholder” (Manville et al., 2014).

È un concetto che tiene conto di un insieme di diverse iniziative pubbliche come la realizzazione di un sistema di trasporti migliore, il supporto di innovazioni creative o lo sviluppo di policy volte alla salvaguardia dell’ambiente e al risparmio energetico (Tachizawa et al., 2015).

Di fatto, le smart city possono essere considerate come network collaborativi di imprese, consumatori e amministratori locali che cercano di sfruttare in modo intelligente le risorse condividendo informazioni e ottimizzando le decisioni in modo da rendere più efficiente tutta la catena del valore.

L’approccio combinato tra smart city e Big Data permette di ridurre l’incertezza del sistema e di conseguenza rendere le operazioni meno complesse, supportando iniziative di miglioramento e crescita.

Le applicazioni dei Big Data a livello di logistica, dette “Big Data Logistics”, sono tante e possono essere utilizzate in tutti i processi chiave di una supply chain. Possono essere definite come l’analisi e la modellazione del trasporto urbano e dei sistemi di distribuzione attraverso

grandi set di dati generati da GPS, smartphone e transazioni economiche. Facendo affidamento su queste informazioni dettagliate le imprese possono migliorare le proprie decisioni a livello strategico -e.g. progettazione più accurata del network di distribuzione-, tattico -e.g. pianificazione della produzione e del livello di scorte- e operativo -e.g. vehicle routing-.

Per esempio, sfruttando le informazioni di posizione dei telefoni cellulari e quelle delle micro-transazioni è possibile pianificare e migliorare le proprie strategie distributive, facendo leva sui percorsi maggiormente effettuati dai consumatori e sulle loro abitudini di spesa. Inoltre, i punti di vendita al dettaglio possono ottimizzare i propri livelli di scorte grazie ad una visione in tempo reale delle vendite dei negozi fisici e online.

Anche le autorità pubbliche beneficiano dell'utilizzo dei Big Data per migliorare la propria conoscenza del comportamento dei cittadini e dell'utilizzo dei servizi e per offrire servizi più trasparenti e affidabili (Mehmood et al., 2017).

2.2: Crowd-Logistics

Nonostante le continue evoluzioni, gli attori coinvolti nella logistica dell'ultimo miglio continuano a trovarsi davanti a numerose e nuove sfide, soprattutto in virtù della crescita esponenziale dell'E-Commerce, ovvero la possibilità di effettuare ordini tramite l'utilizzo di applicazioni per smartphone e computer, via internet.

La logistica, di per sé, richiede grande impegno nella pianificazione e nella programmazione per minimizzare il costo di trasporto, pur rimanendo in grado di mantenere un alto livello di servizio. Tuttavia, non è inconsueto che una consegna non vada in porto perché il consumatore finale non si trova a casa nel momento in cui questa viene effettuata. (Wang et al., 2016)

La crowd-logistics, letteralmente “logistica della massa”, anche detta crowd-shipping, è considerata una delle soluzioni per questo ed altri problemi del settore della logistica dell'ultimo miglio. Si può definire come l'esternalizzazione di servizi logistici attraverso piattaforme e app per smartphone che connettono i consumatori e le imprese ad una massa di individui, detti peer (lett. pari) -e.g. viaggiatori, pendolari, driver autorizzati - con lo scopo di sfruttare le risorse logistiche di quest'ultimi. Può essere inteso come un insieme di individui che utilizzano dei network per collaborare e condividere servizi e risorse per il bene della comunità e per il proprio interesse personale (A. Mckinnon, 2016). Si tratta di una soluzione che genera vantaggio non solo per i fornitori di servizi logistici attraverso un miglior utilizzo della capacità e costi minori, ma anche per i consumatori finali che possono assicurarsi consegne più flessibili a prezzi minori (Chen & Chankov, 2018).

L'erogazione di questo servizio fa leva sui mezzi di trasporto che la massa ha a disposizione e sulle sue capacità logistiche come prelevare i beni, guidare e consegnarli. I mezzi di trasporto

a cui si fa riferimento sono di vario tipo. Dai mezzi privati a due o quattro ruote al trasporto pubblico, persino a piedi.

La coordinazione è resa possibile da piattaforme e app che permettono ai consumatori di richiedere delle consegne e ad altri individui di accettarle e portarle a termine. Questo tipo di iniziative è per lo più effettuato in grandi centri urbani, dove ogni giorno la mobilità è molto alta. Ciò permette di offrire il servizio di consegna a costi minori e in tempi ridotti, caratteristiche che le rendono particolarmente attraenti a livello di consegna di pacchi e distribuzione di beni di consumo e alimentari (Carbone et al., 2017).

Va specificato che il concetto iniziale di crowd-shipping faceva riferimento ad individui che trasportavano e consegnavano beni per altri durante gli spostamenti che comunque avrebbero compiuto, per esempio durante il rientro a casa dal lavoro. Al giorno d'oggi questo concetto risulta ampliato. Alle consegne che rispettano l'idea originale si sono aggiunte quelle per le quali si organizzano degli spostamenti straordinari, non preventivati, esclusivamente per effettuare la consegna. Tra questi due estremi ci sono, inoltre, tutta una serie di situazioni in cui chi consegna effettua delle deviazioni dal percorso originale e consueto per prelevare o consegnare un pacco (A. Mckinnon, 2016).

Un altro aspetto molto importante è quello legato all'impatto ambientale. È risaputo che ogni giorno migliaia di mezzi logistici attraversano le città, con un impatto negativo sull'ambiente. La crowd-logistics potrebbe rappresentare un passo in avanti nella lotta all'inquinamento. In questo senso, le opinioni presenti in letteratura si dividono tra chi reputa che effettivamente adottando questa soluzione si possa salvaguardare l'ambiente e chi, invece, sostiene che non porti nessun beneficio da quel punto di vista.

Probabilmente non esiste un'opinione giusta. Il ruolo chiave lo gioca il mezzo di trasporto con cui i crowdshipper decidono di erogare il proprio servizio. Una consegna effettuata tramite l'utilizzo della propria auto privata genera esternalità negative sia da un punto di vista del traffico che dell'impatto sull'ambiente, in special modo quando si effettua uno spostamento esclusivamente per effettuare la consegna. (Simoni et al., 2020). Il discorso cambia, invece, quando il mezzo utilizzato è la bicicletta oppure un mezzo di trasporto pubblico. In quel caso l'impatto sull'ambiente e sul traffico sarebbe praticamente nullo.

Nel complesso, le iniziative di crowd-logistics possono essere considerate come nuove entranti nel settore dei servizi logistici e per molti potrebbero rappresentare una minaccia per i fornitori tradizionali di questi servizi, specialmente in un periodo storico in cui costo e tempi di consegna sono fondamentali nella scelta da parte dei clienti. Tuttavia, la crescita della crowd-logistics potrebbe creare nuove opportunità per i LSP che potrebbero decidere di integrare nei loro sistemi anche il crowd-shipping. Lavorando insieme, LSP ed individui esterni potrebbero fornire servizi logistici su misura per ogni tipo di cliente, differenziandosi da coloro che decidono di non adottare questa innovazione (Carbone et al., 2017). Tramite questa

implementazione, i LSP potrebbero avere l'opportunità di servire i clienti e allo stesso tempo crearsi l'immagine di compagnia che cerca di avvicinarsi al cliente e di tenere in considerazione l'impatto ambientale del proprio lavoro (Mladenow et al., 2015).

Diverse start-up di crowd-delivery hanno iniziato campagne di marketing per diventare un nuovo intermediario tra consumatori e retailer. Se succedesse, quest'ultimi perderebbero il loro collegamento diretto con i clienti -e.g. Instacart negli USA-. Per questo, molti grandi retailer hanno già reagito a questa possibile minaccia, sviluppando le proprie soluzioni di crowd-logistics. Nel 2016 Wal-Mart ha annunciato una collaborazione con Uber, Lyft e Deliv per testare il crowd-shipping di generi alimentari. Anche il colosso Amazon ha avviato la propria iniziativa di riduzione costi tramite il crowdsourcing di individui per le consegne, sviluppando l'app Flex (Carbone et al., 2017).

Per concludere, un'analisi dei vantaggi e degli svantaggi della crows-logistics, evidenziati nella figura 2.2.

Vantaggi	Svantaggi
Costo di consegna inferiore	Problemi di fiducia
Maggiore flessibilità	Preoccupazioni sulla privacy
Maggiore senso di comunità	Qualità del servizio

Figura 2.2: Vantaggi e svantaggi della crowd-logistics.

Il crowd-shipping impiega “fattorini” occasionali invece che driver professionisti (Archetti et al., 2016) e permette di allocare meno risorse in infrastrutture fisiche come i magazzini e mobili come le flotte di veicoli logistici (Rougès & Montreuil, 2014). Questo permette alle compagnie di crowd-logistics di abbattere i costi di consegna e di offrire ai consumatori prezzi inferiori rispetto a quelli dei servizi di consegna tradizionali. Questo è un grande vantaggio, poiché il costo del servizio è uno dei maggiori criteri di scelta tra i competitor presenti sul mercato (Shaheen et al., 2016).

Per quanto riguarda la flessibilità, il crowd-shipping offre dei vantaggi rispetto ai servizi tradizionali, permettendo maggiore personalizzazione delle condizioni di prelievo e consegna (Punel et al., 2018). Inoltre, offre la possibilità di monitorare in tempo reale l'avanzamento del processo di consegna e di comunicare direttamente tramite l'app utilizzata con il fattorino.

Infine, il crowd-shipping permette di aumentare il senso di comunità permettendo agli utilizzatori di interagire tra di loro. Infatti, questa innovazione fa parte della cosiddetta economia collaborativa, in inglese “*sharing economy*”, e pertanto ha il potenziale di costruire una community.

Per quanto concerne gli svantaggi, i principali limiti del crowd-shipping sono l'affidabilità e la qualità del servizio e le preoccupazioni relative alla privacy dei consumatori (Punel et al., 2018).

Almeno inizialmente i clienti possono nutrire dei dubbi sulle competenze dei fattorini che non sono professionisti e potrebbero essere riluttanti nel fornire le proprie informazioni personali a perfetti sconosciuti.

Per quanto riguarda l'affidabilità del fattorino e la qualità del servizio, le compagnie di crowd-shipping hanno adottato dei sistemi di valutazione. I clienti, infatti, possono valutare la loro esperienza attraverso l'app e lasciare una recensione del servizio. Sebbene questa possa essere una buona aggiunta per costruire un senso di fiducia, spesso i clienti più diffidenti tendono a preferire i servizi logistici tradizionali a quelli crowd per via della maggiore professionalità e della maggiore tutela nel caso di smarrimento e danneggiamento del bene.

2.3: Droni

Quando si parla di innovazioni è necessario effettuare una distinzione tra quelle incrementali, che quindi migliorano qualcosa che già esiste e quelle radicali, che introducono qualcosa di nuovo. Secondo Dewar e Dutton (1986), un'innovazione radicale consiste in cambiamenti rivoluzionari a livello tecnologico ed un chiaro allontanamento dalle pratiche tradizionali. I droni sono il perfetto esempio di innovazione radicale. Una soluzione che, se dovesse essere utilizzata su larga scala, porterebbe alla trasformazione del settore della logistica urbana.

Il futuro della logistica urbana riserva numerose sfide. Gli operatori del settore della distribuzione saranno chiamati a reagire per poter garantire: una risposta ad un'alta domanda di consegne e tempi di consegna più brevi possibili. Senza tralasciare i problemi delle congestioni stradali e dell'impatto ambientale.

L'utilizzo dei droni, o "*UAV: Unmanned Aerial Vehicles*", ovvero dispositivi aerei comandabili da remoto, per effettuare le consegne, potrebbe essere una possibile soluzione ai problemi sopraelencati per tre vantaggi che porta al mondo della distribuzione: operazioni autonome, possibilità di evitare la rete stradale e quindi il traffico e velocità di esecuzione.

I droni per le consegne, figura 2.3, hanno una capacità di carico di circa 5kg, una distanza massima in volo di circa 50 km, un'altezza di volo che varia da 30 a 120 metri e viaggiano a una velocità che va dai 15 ai 65 km/h (H. L. Lee et al., 2016). Inoltre, richiedono un'area di atterraggio di almeno 2 m².

La tecnologia dei droni è in continuo miglioramento, l'uso della fibra di carbonio ha permesso di ottenere veicoli più leggeri e resistenti e le batterie a polimeri di litio, un'autonomia maggiore rispetto al passato (Dorling et al., 2017) senza generare emissioni e quindi inquinamento ambientale.



Figura 2.3: Esempi di droni utilizzati per la consegna di pacchi. Fonti: Amazon e Shutterstock2U.

La capacità dei droni di consegnare pacchi è stata provata attraverso diversi test. Per esempio, Amazon con la sua divisione “Prime Air” ha lanciato la consegna tramite droni in grado di trasportare pacchi con un peso di massimo 2.3 kg fino a 16 km dal punto di partenza e poi tornare vuoti. Questo limite di capacità potrebbe generare preoccupazione, ma visto che l’80% degli ordini che Amazon riceve pesano meno di 2.3kg, non dovrebbe rappresentare una criticità (A. C. Mckinnon, 2016).

Va detto che la distribuzione tramite questi mezzi è già realtà in alcune città, in special modo in Cina, anche se è ancora soggetta a severe restrizioni (Engelking, 2015). Senza dimenticare l’utilizzo dei droni per consegne di materiale e prodotti medicinali in zone in via di sviluppo dove le infrastrutture stradali di superficie sono scarse e in comunità remote (Haidari et al., 2016).

Tuttavia, l’implementazione di questa tecnologia è minata da diverse ragioni ad essa correlate:

1. Motivi di natura logistica: è risaputo che, generalmente, i retailer minimizzano i costi centralizzando le scorte in grandi centri di distribuzione, facendo leva sulla cosiddetta “square root law” (Maister, 1976), letteralmente: legge della radice quadrata, per la quale aumentando il numero di magazzini aumentano anche i costi. I centri di distribuzione dei grandi retailer tipicamente riforniscono aree con un raggio di centinaia di km, molto maggiore rispetto alla range di volo di un drone. Va detto che il numero di centri di distribuzione nei paesi è in aumento e questo ridurrebbe la dimensione delle aree da servire (Mckinnon, 2016). Tuttavia, rimangono ancora troppo grandi per essere rifornite esclusivamente tramite drone-delivery.

Una soluzione a questo problema potrebbe essere quella di decentralizzare piccole quantità di prodotti ad alta rotazione e utilizzare tecniche di previsione per posizionare queste scorte in prossimità di zone ad alta domanda. In questo modo, i droni potrebbero essere utilizzati per consegnare esclusivamente questi prodotti, evitando il problema del range. In questo senso, i retailer che offrono un servizio di multicanalità, che già dispongono di centri di

consolidamento posizionati localmente per supportare le proprie attività sarebbero favoriti nell'utilizzo dei droni poiché meglio posizionati a livello logistico (Mckinnon, 2016).

Un'altra possibilità potrebbe essere offerta dalla consegna intermodale. La prima parte del viaggio, dal centro di distribuzione al centro urbano, potrebbe essere svolta tramite un mezzo logistico tradizionale su cui vengono caricati i droni. La parte finale, l'ultimo miglio, potrebbe essere svolto tramite i droni.

2. Rapporto tra droni e mezzi tradizionali: I droni possono trasportare solamente un pacco alla volta, mentre i mezzi logistici ne trasportano più di un centinaio in un turno di otto ore. Considerando che un drone consegna un pacco in un'ora, servirebbero circa 15 droni per sostituire un furgone.
3. La necessità di impianti per l'atterraggio: Per far sì che un drone consegna un pacco direttamente a casa del consumatore, potrebbe essere necessaria la presenza di "stazioni di atterraggio", per minimizzare il rischio di danneggiamento e lesioni. Questo è un grande ostacolo, perché pochi consumatori sono disposti a investire in una struttura del genere.
4. Ostacoli legati alla sicurezza: L'utilizzo dei droni genera preoccupazioni legate al rischio che potrebbero costituire per le persone e per i beni che trasportano. Innanzitutto, potrebbero risentire di un meteo particolarmente avverso, a causa del quale perdere la rotta o addirittura schiantarsi. Questo rischio potrebbe essere ridotto facendo volare i droni solamente in caso di meteo favorevole e seguendo percorsi che sorvolano solo zone sicure, dove anche in caso di caduta non genererebbero danni a terzi e/o proprietà di essi. Tuttavia, questo minerebbe l'efficienza e la copertura del servizio che risulterebbe più costoso, consumerebbe più energia e durerebbe più del previsto. (A. C. Mckinnon, 2016)
5. Impatto ambientale e sociale: Nel caso in cui i droni dovessero sostituire i furgoni per le consegne, i cieli urbani sarebbero "invasi" da sciame di droni. Questo potrebbe generare polemiche e preoccupazioni per la privacy e per il rumore.

Nonostante le preoccupazioni e i limiti di questa innovazione, molti grandi nomi del mondo della distribuzione hanno iniziato a testare questo metodo a partire dal 2005 (Aurambout et al., 2019). Oltre al già citato "Prime Air" di Amazon, anche Alphabet, ha avviato un progetto di drone-delivery chiamato Wing nel 2014, dopo due anni di test. A questi nomi si aggiungono quelli di UPS, Wal-Mart, 7-Eleven e tanti altri (Yoo & Chankov, 2019).

Al contrario, altre aziende pensano che il mercato della consegna tramite droni non sia una soluzione ai problemi della logistica dell'ultimo miglio. Sostenendo che "più che un'alternativa ai metodi tradizionali, gli UAV potrebbero essere utilizzati per consegne urgenti in aree di difficile accesso" (Gina Chung et al., 2018). Suggestendo un ruolo maggiore in contesti rurali più che urbani (A. C. Mckinnon, 2016) o di emergenza, come il rifornimento di medicinali in caso di incidenti o disastri.

2.4: Intelligent Transportation Systems (ITS)

Il trasporto e la distribuzione delle merci nel contesto urbano sono molto importanti per la crescita economica delle città, in special modo di quelle zone ricche di attività commerciali. Tuttavia, queste attività logistiche generano livelli consistenti di rumore, inquinamento e occupazione della rete stradale, già di per sé affollata da mezzi privati e pubblici. (Boussier et al., 2011)

D'altro canto, anche la stessa rete stradale genera delle inefficienze a livello logistico come ritardi nelle consegne e minor qualità del servizio. Per la risoluzione dei quali, i fornitori di servizi logistici impiegano ulteriori mezzi creando, di fatto, un circolo vizioso che invece di migliorare l'efficienza porta ad un continuo peggioramento. Un esempio è rappresentato da un mezzo logistico che non trova parcheggio e continua a girare intorno al punto di consegna, aumentando la congestione stradale, inquinando più del solito e ritardando la consegna.

Le amministrazioni cittadine, quindi, sono sempre alla ricerca di soluzioni per questi problemi. Una di queste sono gli *"Intelligent Transportation (o Transport) Systems"*, ITS, letteralmente: sistemi di trasporto intelligenti. Questi consistono in varie soluzioni telematiche ed elettroniche, sia hardware che software, che hanno lo scopo di supportare la gestione dei trasporti e del traffico, assicurando una migliore viabilità e riducendo gli impatti negativi sull'ambiente, permettendo agli utilizzatori della rete stradale, indipendentemente che siano privati, pubblici o commerciali, di essere più informati e usufruirne nel modo più sicuro, coordinato e "intelligente" possibile.

Da un punto di vista logistico, permettono di risparmiare del tempo e quindi diminuire i costi di trasporto, migliorando la qualità del servizio e la produttività del processo (Martins et al., 2019).

Una caratteristica interessante e significativa degli ITS è la loro modularità. Con modulo si intende un sottosistema che svolge una determinata funzione. Questo permette di implementare singoli elementi oppure combinazioni di essi e di concentrarsi su ciò che è necessario in quel determinato contesto. Quindi, il corretto funzionamento dell'intero sistema dipende non solo dall'efficacia diretta di un sottosistema, ma anche sulla corretta interazione tra questi. Per questo gli ITS si possono definire come sistemi strutturati integrati. (Małeckı et al., 2014)

L'applicazione degli Intelligent Transportation Systems offre numerosi benefici. Dallo studio di Oskarbski et al. (2006): *"Intelligence transportation system - Advanced management traffic systems"*, si possono elencare i più importanti:

- Aumento della capacità della rete stradale del 20-25%;
- Miglioramento della sicurezza stradale (diminuzione degli incidenti del 40 - 80%);
- Riduzione dei tempi di spostamento e del consumo energetico del 45 - 70%;

- Miglioramento della qualità dell'ambiente naturale (riduzione dell'emissione di sostanze inquinanti del 30-50%);

Le percentuali hanno un range che varia in base a quanto fossero critici i problemi prima dell'implementazione delle tecnologie ITS.

A livello di logistica urbana, le applicazioni ITS possono generare degli effetti positivi come la riduzione dei costi di distribuzione, tramite un aumento della produttività e dell'affidabilità operative e l'aumento della sicurezza di operatori, clienti, merce e terzi. (Marecki et al., 2014)

I sistemi che hanno il maggiore impatto sulla city logistics possono essere divisi in due categorie:

- Sistemi di gestione del trasporto delle merci - e.g. sistemi per la gestione della flotta o di tracciamento:
 - Scheduling e vehicle routing informatizzati: per la pianificazione efficiente della composizione del carico del mezzo e del viaggio;
 - Sistemi di navigazione e controllo del traffico: per fornire informazioni in tempo reale sulla posizione del veicolo, incidenti stradali e modifiche da parte dei clienti;
 - Sistemi di comunicazione in-Cab: permettono al driver di comunicare con la propria compagnia e con il cliente.
- Sistemi di gestione del traffico. Questi possono essere utili non solo ai fornitori di servizi logistici, ma anche ai guidatori di mezzi privati.
 - Controllo del traffico urbano (o UTC: *Urban Traffic Control*): per la coordinazione dei semafori, in modo da permettere un flusso stradale più fluido possibile;
 - Cartelli a messaggio variabile (o VMS: *Variable Message Signs*): per comunicare le informazioni in tempo reale ai guidatori, direttamente tramite la segnaletica;
 - Sensori di occupazione del parcheggio e sistemi di prenotazione del parcheggio: questi permettono ai driver di sapere in anticipo dove potranno parcheggiare in modo da non perdere tempo una volta arrivati al punto di consegna.
 - Informazioni in tempo reale su quanti e quali mezzi occupano una sezione stradale tramite il riconoscimento automatico delle targhe, sensori di conteggio e tecnologia GPS.

Le applicazioni ITS sono considerate un potente mezzo per l'ottimizzazione del traffico e la risoluzione, almeno in parte, dei problemi causati dall'elevato numero di mezzi che circolano nelle strade urbane. Infatti, sempre più città si stanno affidando a questi strumenti per migliorare il proprio network.

2.5: Veicoli a basso impatto ambientale

Negli ultimi anni il crescente fenomeno dell'urbanizzazione ha portato ad un notevole incremento degli spostamenti urbani. In aggiunta, la diffusione dell'E-commerce e l'evoluzione del mondo della distribuzione urbana verso la soddisfazione degli ordini dei clienti nel più breve tempo possibile hanno contribuito all'aumento dei veicoli circolanti nelle città. È, ormai, noto che questa configurazione abbia raggiunto un livello insostenibile a livello di impatto sull'ambiente e sulla qualità della vita (Arvidsson & Browne, 2013).

Sono state provate diverse soluzioni per tamponare il problema ma, senza un concreto cambio di rotta, il rischio di impatti gravi ed irreversibili diventa preoccupante e altamente probabile. Quindi le città, specialmente quelle più densamente popolate, si ritrovano a dover affrontare due sfide in una: garantire la miglior qualità di vita possibile ai propri cittadini e allo stesso tempo l'accesso a beni e servizi.

Questo lavoro si concentra sulla logistica urbana, dunque si discuterà di alcune possibili soluzioni implementate e implementabili in questo campo.

La mobilità urbana è responsabile del 40% delle emissioni di CO₂ generate da tutto il settore dei trasporti stradali e di più del 70% di altri agenti inquinanti (European Commission, 2015). Nel 2011, tramite il Libro Bianco sui trasporti, l'Unione Europea ha sottolineato l'intenzione di ridurre in modo drastico il livello delle emissioni di CO₂. L'obiettivo è quello di dimezzare l'uso dei veicoli a combustibile fossile nei trasporti urbani entro il 2030 e di azzerarlo entro il 2050, in modo da realizzare una logistica urbana totalmente CO₂-free. (Commissione Europea, 2011)

A questo proposito si introducono due mezzi logistici che possono essere utilizzati in sostituzione dei tradizionali veicoli a benzina o diesel: cargo bikes e veicoli elettrici.

Cargo Bikes

Le biciclette sono state usate per molto tempo nel mondo della distribuzione urbana. Per esempio, agli inizi del ventesimo secolo, era molto comune vedere delle consegne da parte di negozi locali come panetterie, macellerie, edicole e ortofrutta, effettuate tramite questo mezzo. Anche i servizi postali hanno a lungo sfruttato le biciclette per le loro consegne. (Leonardi et al., 2012)

Tuttavia, verso la metà dello stesso secolo, è iniziato un declino del loro utilizzo a causa di diversi fattori, tra cui:

- L'aumento del numero di auto e furgoni (per via dalla diminuzione del loro costo);

- Il minor costo per unità trasportata da un mezzo motorizzato rispetto a quello delle biciclette (per via della maggior capacità di carico);
- L'espansione delle aree urbane, con il conseguente vantaggio dei veicoli a motore sulle lunghe distanze.

L'innovazione tecnologica ha, però, fornito nuova linfa a questo mezzo, rendendolo di nuovo adatto al trasporto urbano. Le migliorie in questione sono l'utilizzo di materiali di costruzione molto più leggeri e resistenti, l'aggiunta di contenitori o rimorchi al mezzo e l'introduzione di piccoli motori elettrici in grado di assistere la pedalata. Grazie a questi miglioramenti, le cargo bike possono trasportare carichi fino a 25 kg nel caso di biciclette a due ruote e fino a 250 kg nel caso di tre o quattro ruote. La velocità di crociera è di 15 km/h.

Grazie a questi mezzi, è nata una nuova branca della logistica urbana, la ciclo-logistica, definita come l'utilizzo di biciclette standard, cargo bike e cargo trike manuali o assistite, per il trasporto dei beni tra due punti A e B, principalmente nelle aree urbane. (Schliwa et al., 2015)

Nella figura 2.4, sono mostrati i mezzi caratteristici della ciclo-logistica:



Figura 2.4: Cargo Bike di DHL e Cargo-Trike di Outspoken Delivery. Crediti: Mark Wagenbuur and Outspoken Delivery.

L'utilizzo delle cargo bike porta con sé numerosi vantaggi rispetto ai mezzi tradizionali, tra i quali:

- Non emettono CO₂ e altri agenti inquinanti e generano livelli di rumore molto bassi;
- Sono più facili da manovrare in situazioni molto caotiche e trafficate;
- Possono accedere a zone ad accesso limitato, chiuse ai veicoli a motore;
- Hanno un costo d'acquisto e mantenimento inferiore;
- Sono un mezzo più sicuro per i pedoni;
- Non necessitano di una patente;
- Necessitano di meno spazio di parcheggio e di movimento.

D'altro canto, presentano anche degli svantaggi rispetto ai veicoli a motore:

- Capacità di carico inferiore;
- Velocità di crociera inferiore, che potrebbe risultare in tempi di consegna più lunghi. Tuttavia, è uno svantaggio minore, poiché in città le velocità sono ridotte, quindi la differenza non è così significativa;
- Spesso i centri di distribuzione sono lontani dall'area urbana. Questo potrebbe inficiare l'efficienza delle biciclette vista la difficoltà maggiore sulle lunghe distanze.

Visti i vantaggi e gli svantaggi, è evidente che le cargo bike rendono al meglio quando si ha a che fare con prodotti non molto pesanti e di dimensioni ridotte, che non hanno particolari requisiti di movimentazione. (Leonardi et al., 2012)

Una possibile soluzione per potenziare l'efficienza è l'utilizzo della ciclo-logistica in sinergia con dei centri di consolidamento urbano (CCU), ovvero degli stabilimenti logistici molto vicini all'area urbana o, ancora meglio, alla zona che rifornisce. Un centro di consolidamento urbano riduce drasticamente le distanze, aumentando la competitività delle cargo bike.

Nella figura 2.5, è mostrata la configurazione senza centro di consolidamento urbano.

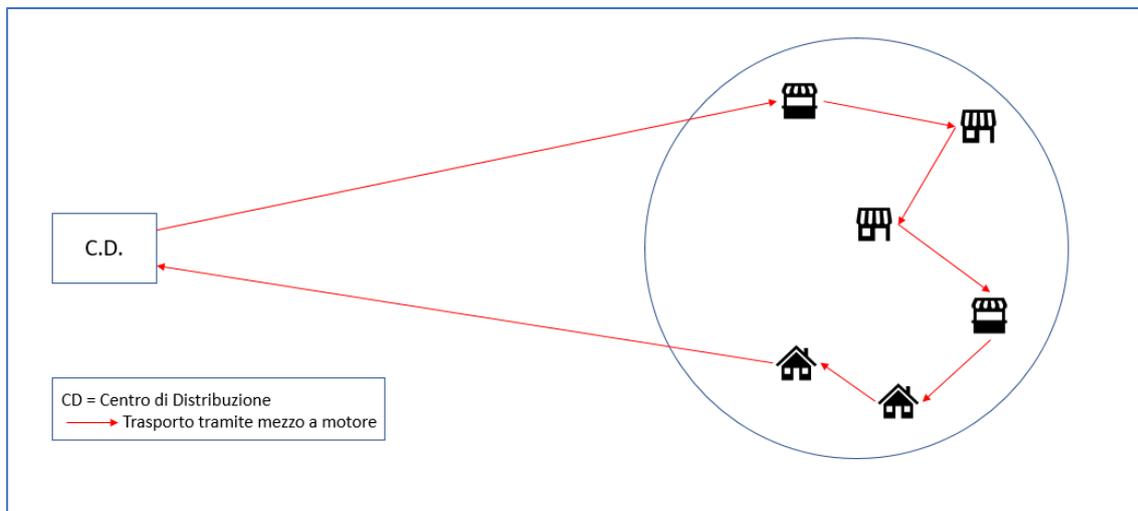


Figura 3.5: Configurazione senza centro di consolidamento urbano.

È evidente come in questo caso, i mezzi a motore siano enormemente favoriti vista la distanza del centro di distribuzione dalla zona da rifornire. Questa soluzione è quella che genera più inquinamento e congestione stradale.

Nella figura 2.6, è mostrata la configurazione con centro di consolidamento urbano.

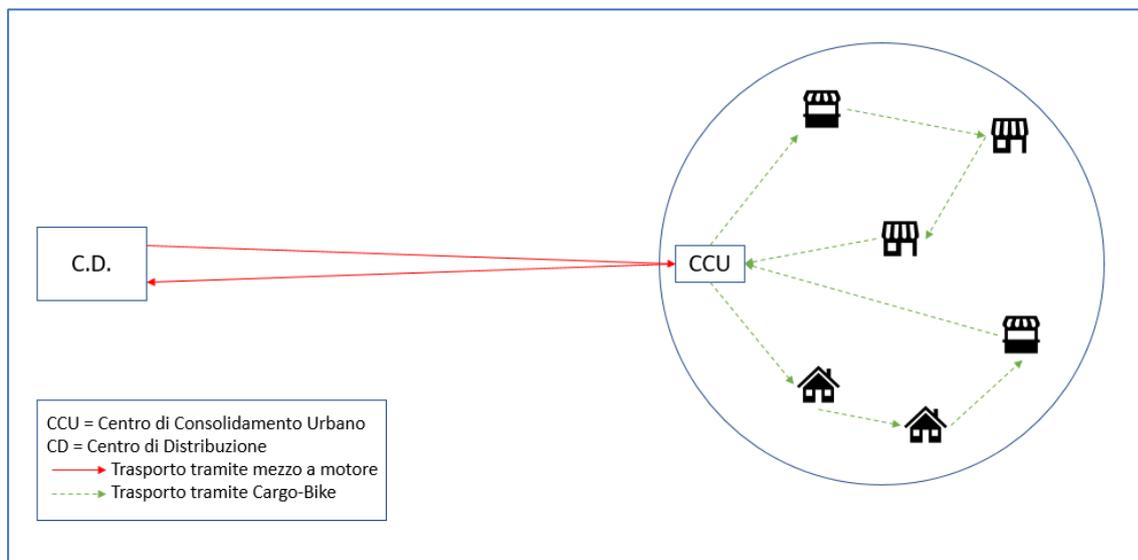


Figura 2.6: Configurazione con centro di consolidamento urbano.

In questo caso, la prima parte del viaggio è effettuata con mezzo a motore e la parte finale, l'ultimo miglio, tramite cargo bike. In tal modo, si riduce l'inquinamento generato dal trasporto, per lo meno a livello urbano, e si elimina l'inefficienza delle cargo bike sulle lunghe distanze.

In conclusione, la ciclo-logistica è una soluzione che permette di ridurre l'impatto ambientale delle operazioni logistiche e la congestione stradale. Per una serie di vantaggi e svantaggi, il mercato dove può rendere al meglio è quello della logistica dell'ultimo miglio, in special modo nelle zone caratterizzate da alta densità e strade strette -e.g. i centri urbani- e in sinergia con un centro di consolidamento urbano.

Veicoli elettrici

Come detto in precedenza, le amministrazioni e i decisori stanno spingendo verso una logistica urbana ecosostenibile. La diretta conseguenza di questo cambio di rotta è la sostituzione dei veicoli a combustione interna, altamente inquinanti, con veicoli a basso impatto ambientale e, in virtù di questo, grande attenzione è rivolta nei confronti dei veicoli elettrici, visti come i sostituti ideali dei mezzi con motore a combustione interna.

Dei veicoli elettrici, quelli reputati più adatti allo scopo sono i cosiddetti *BEV*, ovvero veicoli elettrici a batteria. Un BEV è spinto da un motore elettrico e usa l'energia immagazzinata nella batteria, che può essere ricaricata tramite la rete elettrica. (Electrification Coalition, 2010)

Nella figura 2.7 sono mostrati due veicoli elettrici per le operazioni logistiche.



Figura 2.7: Due esempi di mezzi elettrici utilizzati per le consegne. Fonti: Exelentia.it e HDmotori.it

I veicoli elettrici presentano numerosi vantaggi rispetto ai mezzi tradizionali su diversi livelli:

- **Energia:** Sono più efficienti (MacLean et al., 2003) e l'energia elettrica che utilizzano può essere prodotta da diverse fonti. Inoltre, hanno la possibilità di recuperare energia direttamente alla ruota tramite il freno rigenerativo. (Lee et al., 2013);
- **Costi:** Hanno un costo di manutenzione del 20-30% inferiore (Taefi et al., 2016), generalmente. Rapporto di costo che migliora col passare del tempo e con l'avanzamento dell'età dei veicoli. Quindi anche dal punto di vista della pianificazione strategica, rappresenta un punto a favore. Anche il costo operativo è molto inferiore (Iwan et al., 2014);
- **Impatto ambientale:** Non emettono gas di scarico e durante la marcia sono molto meno rumorosi, ne conseguono notevoli benefici.

Ovviamente, questa soluzione presenta dei limiti e degli svantaggi:

- **Economici:** Il costo d'acquisto del mezzo è, attualmente, molto elevato, circa il triplo di un mezzo tradizionale e anche quello di sostituzione della batteria è molto oneroso (Feng e Figliozzi, 2012);
- **Sicurezza:** il ridotto rumore durante la marcia potrebbe rendere difficile, per gli altri utilizzatori della strada, accorgersi dell'avvicinarsi del mezzo elettrico, aumentando la possibilità di incidenti (Iwan et al., 2014);
- **Operativi:** I tempi di ricarica delle batterie sono molto lunghi -e.g. circa otto ore- e il range di autonomia è molto inferiore rispetto ai mezzi tradizionali -e.g. 100-300 km per ricarica- (Nesterova et al., 2013), tuttavia il problema dell'autonomia non è così importante nel contesto urbano, viste le distanze modeste.

Va detto che la mobilità elettrica non ha ancora raggiunto il suo massimo potenziale, quindi in futuro questi limiti potrebbero essere ridotti o superati. Inoltre, molte amministrazioni hanno già stabilito misure mirate all'incremento dell'uso commerciale dei veicoli elettrici sia tramite incentivi economici all'acquisto che tramite policy locali (Pelletier et al., 2016). Tramite i primi

è possibile ridurre notevolmente il costo d'acquisto del mezzo che, ad oggi, rappresenta una barriera importante per la diffusione di questa soluzione, in special modo per i piccoli fornitori di servizi logistici. Tramite le policy locali, invece, gli utilizzatori di mezzi elettrici potrebbero avere accesso a zone a traffico limitato come succede già in molti paesi tra cui l'Olanda (Foltyński, 2014) e anche alle corsie riservate ai mezzi pubblici, già realtà a Utrecht, Lisbona e Trondheim (Nesterova et al., 2013), tra le altre. Questi incentivi generano risparmi significativi, sia a livello di tempi che di costi, che uniti ai vantaggi sopracitati rendono i veicoli elettrici un'alternativa più che valida ai mezzi tradizionali nell'ottica di offrire un servizio logistico efficiente e a basso impatto ambientale.

2.6: Parcel Locker

La logistica dell'ultimo miglio rappresenta la fetta più costosa nel processo di consegna, circa il 28% del costo totale (Pronello et al., 2017). In particolare, la crescita esponenziale dell'e-commerce ha contribuito alla frammentazione delle consegne, aumentandone frequenza e dispersione sul territorio. A questo si aggiungono i costi causati dalle mancate consegne, per assenza del destinatario, che consistono in un viaggio a vuoto da parte del fattorino con conseguente ritorno, in un secondo momento, per il completamento della consegna. Queste inefficienze sono tipiche della struttura stessa del mercato delle consegne *Business-to-Consumer (B2C)*, ovvero transazioni commerciali tra impresa e consumatore finale (Zenezini et al., 2018), e sono fonte di una serie di conseguenze come l'aumento del numero di viaggi e di mezzi per completare tutte le consegne che, oltre all'incremento dei costi, generano diverse esternalità negative come l'aumento dell'inquinamento, del rumore e della congestione stradale, oltre che una certa insoddisfazione nel consumatore.

In virtù di questo, gli attori coinvolti nell'erogazione di questo servizio sono sempre alla ricerca di soluzioni e innovazioni per risolvere questi problemi.

Una delle soluzioni più interessanti è l'utilizzo dei cosiddetti *Collection-and-Delivery Point (CDP)*, ovvero "Punti di prelievo e consegna", dove il consumatore può ritirare e restituire i propri acquisti effettuati online (Weltevreden, 2008). Tra questi, le soluzioni più adottate sono i *pickup point* (punti di prelievo) e i *parcel locker*.

- I *pickup point* sono punti di prelievo e consegna situati all'interno di attività commerciali come stazioni di servizio, bar, uffici postali, banche, negozi e bar selezionati dai corrieri. I consumatori possono recarsi in queste attività, e completare il ritiro o la restituzione di un bene acquistato online, nelle fasce orarie di apertura. La caratteristica di questo servizio è l'interazione necessaria tra cliente e operatore per il completamento dell'operazione.

- I parcel locker possono essere descritti come armadietti modulari automatizzati, dove ad ogni modulo corrisponde una cassetta. Possono essere posizionati in posti molto frequentati come stazioni di servizio, parcheggi e piazze. Il fattorino si reca nel punto dove è situato il parcel locker e vi inserisce i pacchi destinati ai vari consumatori, uno per ogni cassetta. Il consumatore, quindi, ricevuta la notifica di consegna avvenuta, si può recare al parcel locker entro un lasso di tempo prestabilito, solitamente dai tre a i cinque giorni, e ritirare il proprio pacco. A differenza del pickup point, i parcel locker non necessitano di interazione umana e, salvo rari casi, sono a disposizione del cliente per 365 giorni all'anno, 24 ore al giorno. Grazie a queste caratteristiche i parcel locker hanno guadagnato molti consensi in breve tempo e sono stati implementati in molte città. In figura 2.8, un esempio di parcel locker:



Figura 2.8: Un esempio di Parcel Locker. Fonte: mccourier.com

L'utilizzo dei punti di prelievo e consegna, nello specifico i parcel locker, porta numerosi benefici a tutti gli attori coinvolti.

Per prima cosa a livello economico, escludendo il costo dell'investimento per l'installazione dei locker, la consolidazione di pacchi destinati ad una zona in un unico punto, il parcel locker, comporta una riduzione delle distanze percorse e del tempo impiegato, quindi dei costi operativi. In più, comporta una semplificazione del vehicle routing. Un altro costo che viene meno, è quello delle "ricongesse" quando il cliente non è a casa nel momento dell'arrivo del

fattorino e quindi è necessario tornare almeno un'altra volta per un secondo tentativo di consegna (Arnold et al., 2018).

In aggiunta, nel caso in cui il locker sia situato nei pressi di un'attività commerciale, questo potrebbe generare ricavi extra per l'attività, in quanto un cliente che si reca a ritirare il proprio pacco, potrebbe essere invogliato a fare acquisti anche nell'attività vicina.

Anche lato cliente l'utilizzo dei parcel locker può rappresentare un risparmio sui costi. Molti operatori incentivano l'utilizzo dei locker al posto della home delivery (consegna a casa) applicando uno sconto sulle spese di spedizione, a volte addirittura azzerandole.

Secondo lo studio simulativo di Alves et al. (2019) con un'introduzione efficiente dei parcel locker si potrebbe avere una diminuzione dei mezzi necessari per le consegne che varia dal 17% al 33%, che comporterebbe non solo benefici legati all'aspetto economico ma anche una riduzione nelle emissioni e del rumore e, ovviamente, del numero dei veicoli circolanti sulla rete stradale urbana, abbassando la probabilità di incidenti e ingorghi.

Infine, c'è un beneficio per alcuni clienti che percepiscono come valore aggiunto il fatto che di essere partecipi del servizio di consegna, oltre che di poter ritirare il proprio pacco quando vogliono, senza dover essere a tutti i costi a casa come nel caso delle consegne tradizionali, traendone gratificazione.

Un altro vantaggio interessante è legato ai consumatori che vivono in aree extraurbane o molto periferiche. In questi casi i costi di consegna sono molto alti e di conseguenza molti operatori non effettuano il servizio di consegna in queste zone. Con i parcel locker, situati in posizioni strategiche, si potrebbe risolvere questo problema, aumentando la diffusione delle consegne e delle vendite online.

Molti addetti ai lavori hanno evidenziato una perplessità circa la modalità di raggiungimento dei parcel locker da parte di alcuni consumatori. Se è vero che si possono ridurre i mezzi logistici circolanti, è altrettanto vero che molti consumatori possono decidere di prendere il proprio mezzo privato per andare esclusivamente a ritirare il proprio pacco. In questo caso, tutto il beneficio a livello di sostenibilità potrebbe trasformarsi in svantaggio.

Per minimizzare questo problema molti esperti ritengono importante in primis il posizionamento dei locker all'interno della città in punti di passaggio frequente dove è probabile che i residenti di quella zona si trovino a passare indipendentemente dal fatto di dover ritirare un pacco. Per esempio: viali principali, zone pedonali nel centro città, parcheggi di grandi supermercati. (Lachapelle et al., 2018)

Un'altra possibile soluzione riguarda l'installazione di un maggior numero di locker in modo da ridurre al massimo la distanza necessaria ai clienti per raggiungerli. Ma questa comporta grandi investimenti, che scoraggiano le compagnie a metterla in atto.

Infine, un incentivo all'utilizzo di questo metodo di consegna potrebbe essere fornito dalla pubblica amministrazione in quanto, come è stato sottolineato più volte in questo lavoro, i problemi della congestione delle strade e dell'inquinamento sono di grande interesse per i decisori pubblici. Questi potrebbero fornire la concessione di siti pubblici per l'installazione di parcel locker, specialmente quelli che già forniscono un servizio alla popolazione come biblioteche, musei, ospedali e nodi nevralgici delle linee di trasporto pubblico -e.g. stazioni o fermate importanti. (Lachapelle et al., 2018)

2.7: IoT, ICT e dispositivi connessi

In questo capitolo, sono state introdotte alcune innovazioni che, se sfruttate nel modo corretto, possono cambiare in meglio il mondo della logistica dell'ultimo miglio. È bene precisare che l'implementazione di queste è stata resa possibile soprattutto grazie all'esistenza di internet e di un network di dispositivi connessi tra loro. Basti pensare alla crowd-logistics, citata in precedenza, e alle piattaforme che permettono la comunicazione tra gli attori coinvolti. Oppure a tutte le migliorie apportate e apportabili ai sistemi di trasporto. Queste fanno forte leva sulla possibilità di scambiare informazioni e comunicare in tempo reale.

Molte applicazioni e benefici sono stati già descritti nelle sezioni di capitolo dedicate ai BDA (2.1) e ai sistemi di trasporto intelligenti (2.4) per cui, per evitare la ridondanza, di seguito si tratterà di alcune definizioni e di altre migliorie apportate al mondo della logistica tramite l'utilizzo di internet e della connessione dei dispositivi.

L'*Internet-of-Things (IOT)*, figura 2.9, letteralmente: Internet delle cose, si può descrivere come un network di oggetti fisici, da cui "cose", dotati di sensori, software e altre tecnologie, in grado di connettersi e scambiare informazioni con altri dispositivi e sistemi tramite internet. (Wanganoo & Patil, 2020)

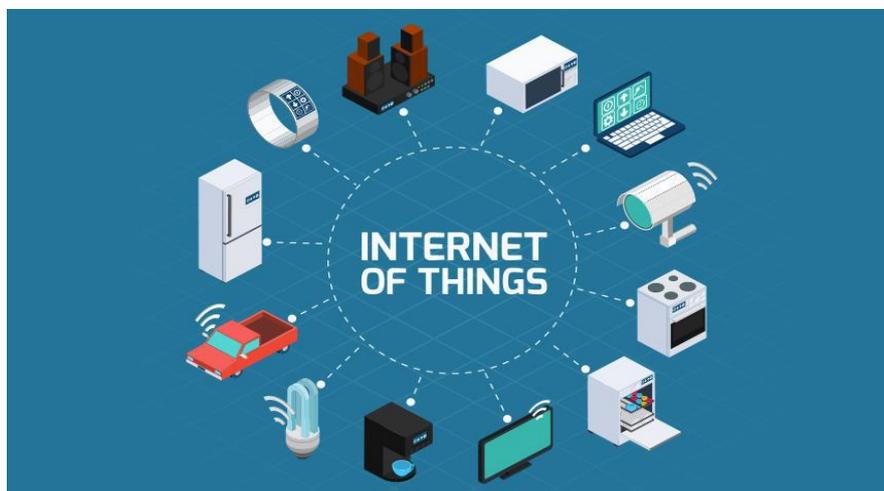


Figura 2.9: Rappresentazione grafica di dispositivi interconnessi.

L'idea cardine dell'IoT è quella di connettere oggetti presenti e futuri a internet. Quindi creare una interconnessione tra gli oggetti nella loro forma fisica con il flusso di informazioni proprio del mondo virtuale. Grazie all'IoT, gli oggetti connessi possono identificarsi e relazionarsi tra di loro, interagire con le persone che sono collegate allo stesso network, condividere informazioni e conseguire dei risultati praticamente in modo autonomo, generando, di fatto, un sostanziale valore aggiunto alle operazioni coinvolte (Wani, 2019).

Fino a qualche decennio fa, una cosa del genere sembrava impossibile. Eppure, negli ultimi anni il numero di dispositivi connessi ha superato di gran lunga il numero di persone sulla terra e continua a crescere in maniera rapida ed esponenziale, come si può vedere dal risultato della previsione sulla quantità di dispositivi connessi nell'intervallo temporale 2015-2025 in tutto il mondo, effettuato da Statista, nella figura 2.10.

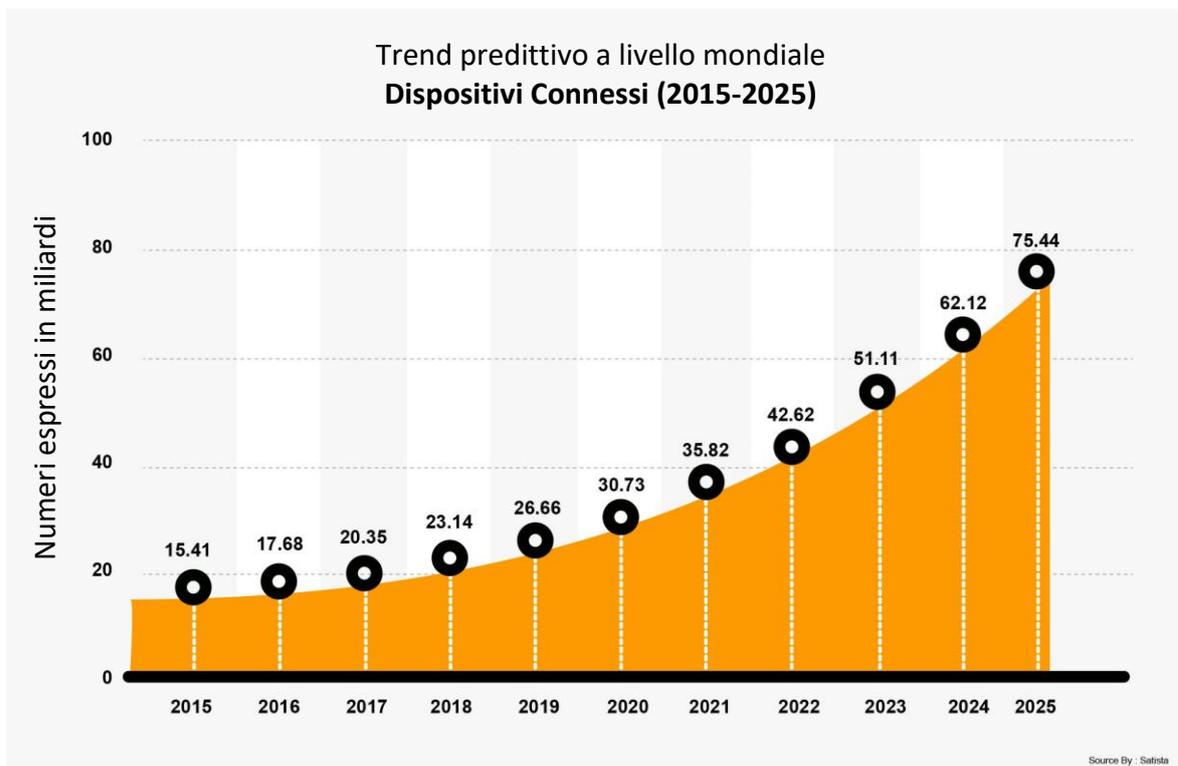


Figura 2.10: Trend di crescita dei dispositivi interconnessi nel decennio 2015-2025. Fonte: Statista.

Sebbene non esista una definizione universale, con ITC, cioè “*Information and Communications Technology*”, ossia Tecnologie dell’informazione e della comunicazione, si intende tutti quei dispositivi, network, applicazioni e sistemi che combinati permettono alle persone e alle organizzazioni di interagire nel mondo digitale e non.

Un esempio ampiamente utilizzato di queste tecnologie nel mondo sono i sistemi RFID, “*Radio Frequency Identification*”, in figura 2.11.



Figura 2.11: Tag RFID. Fonte: Rfidhy.

Questi sono caratterizzati da un'etichetta sottile come un foglio di carta, contenente informazioni relative all'oggetto a cui è associata. Queste informazioni possono essere lette tramite un lettore RFID che a sua volta le registra nel software gestionale, rendendole accessibili a chiunque abbia la possibilità di collegarvisi, anche a distanza. Le finalità più interessanti di questo sistema sono quelle di ricerca, identificazione, localizzazione spaziale e tracciamento movimenti.

Altre applicazioni dell'IoT e dell'ICT possono essere legate a:

- Servizio clienti: Permettono al cliente di accedere in tempo reale alle informazioni sul proprio pacco tramite un'applicazione smartphone o da un sito web, in modo totalmente autonomo;
- Ottimizzazione del network: Permettono di identificare e rettificare in tempo reale dei problemi specifici riguardanti una consegna;
- Consegne InHome o InCar: In questo caso si parla di un'innovazione ancora acerba, la "digital key", che permetterebbero la possibilità ai fattorini di accedere al bagagliaio dell'auto o alla casa di un consumatore, depositare il pacco, confermare l'avvenuta consegna e proseguire nel proprio lavoro. Allo stesso modo permetterebbe al consumatore di ricevere ciò che ha acquistato direttamente a casa, senza necessariamente essere presente, eliminando il rischio di mancata consegna. Diversi player della distribuzione sono già al lavoro per testare e implementare questo metodo innovativo.

In generale l'IoT e ICT permettono ai player della catena di avere maggiore visibilità sui processi e sulle operazioni, favorendo la collaborazione in un'ottica di miglioramento della pianificazione, della programmazione e dell'efficienza.

Infine, una nota su ciò che potrebbe frenare l'implementazione totale di queste tecnologie: l'incertezza legata alla loro sicurezza e alla fiducia dei clienti. Non è facile garantire la sicurezza e la privacy per gli utilizzatori, specialmente nei casi più "invasivi" come le consegne InHome e InCar.

Capitolo 3: L'indagine Delphi sulla logistica urbana

Come anticipato, il presente lavoro di tesi si basa su un'indagine Delphi condotta in collaborazione con il gruppo di ricerca RESLOG del Politecnico di Torino tra settembre e novembre 2020, che mira all'esplorazione di possibili scenari futuri del mondo della logistica dell'ultimo miglio.

Nello specifico, tramite l'indagine, si è cercato di raccogliere opinioni, intuizioni e percezioni, di un gruppo di esperti del settore, in merito agli impatti di sette tecnologie innovative applicate alla logistica urbana andando a identificare anche i fattori chiave che potessero favorire la loro implementazione e le barriere che potessero frenarla o bloccarla del tutto. Lo studio ha un orizzonte temporale fissato al 2030 e le innovazioni sono quelle descritte nel secondo capitolo di questo elaborato: Big Data Analytics, Crowd-logistics, ITS, Droni, Veicoli a basso impatto ambientale, Parcel Locker e IoT, ICT e dispositivi connessi.

3.1: Caratteristiche dell'indagine Delphi

L'indagine ha mantenuto intatte tutte le caratteristiche chiave del metodo Delphi ovvero:

- Anonimità;
- Iterazione;
- Feedback controllato;
- Statistica delle risposte di gruppo.

Gli esperti sono stati informati sin dal primo contatto sulle modalità di indagine del Delphi. Infatti, è stato specificato che tutte le informazioni che avrebbero rilasciato nella compilazione sarebbero state utilizzate esclusivamente per l'analisi.

La tabella 3.1 riassume le informazioni più rilevanti circa costruzione e scelte relative all'indagine.

Numero di Item	33
Numero di esperti	28
Numero di round	2
Durata	2 mesi
Statistiche utilizzate per la valutazione del consenso	Range Interquartile ≤ 1 ; $r_{wg} \geq 0,3$
Test effettuati	Kruskal-Wallis

Tabella 3.1: Informazioni rilevanti circa l'indagine condotta.

Il Delphi condotto è di tipo predittivo, infatti i 33 item che compongono il questionario finale sono previsioni utili a creare uno scenario futuro, il 2030 della logistica urbana.

Nel primo capitolo di questo elaborato sono state introdotte le tre funzioni che possono essere presenti in un Delphi: generazione di idee, consolidamento e valutazione. In questa indagine, la funzione di generazione di idee non è presente. Infatti, nella realizzazione del questionario, la scelta degli item non è avvenuta tramite domande a risposta aperta sottoposte al panel, ma per opera dei moderatori tramite analisi della letteratura e rielaborazioni personali.

Sono, invece, presenti le funzioni di consolidamento e valutazione. La prima attraverso un questionario precedente al vero e proprio Delphi. La seconda attraverso i due round, propri del metodo.

Del questionario e dei round, si parlerà successivamente.

3.2: Il panel di esperti

In ogni indagine Delphi un ruolo importante è svolto dal gruppo di esperti chiamati a rispondere al questionario. Infatti, il Delphi si basa sulla competenza di questi e cerca di ottenere un consenso affidabile dalle loro risposte.

L'individuazione degli esperti è avvenuta tramite diversi canali. In primis una ricerca su internet di progetti inerenti al mondo della logistica urbana dalla quale sono emersi diversi nomi. Successivamente, l'invito è stato esteso a diversi affiliati della piattaforma **Alice** (*Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe*).

Alice è una ETP (European Technology Platform), una piattaforma tecnologica europea, ovvero un organismo, composto da vari stakeholder di un settore, che sviluppa piani di ricerca e innovazione a breve o lungo termine a livello europeo e nazionale, supportati sia da fondi pubblici che privati. Nello specifico, Alice, riconosciuta ufficialmente dalla Commissione Europea come ETP nel luglio 2013, ha lo scopo di creare una strategia dettagliata per la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo della logistica e del supply chain management a livello europeo per dar vita a uno scenario in cui tutti gli attori coinvolti nella logistica possano collaborare in modo efficiente. Alice conta come affiliati diversi stakeholder operanti nel settore della logistica.

Anche in questo caso è stato utilizzato l'approccio a cascata, infatti agli esperti invitati è stato chiesto di coinvolgere colleghi o conoscenti che ritenessero adatti allo scopo della ricerca.

Gli esperti sono stati contattati ed invitati tramite una e-mail, nella quale erano indicate tutte le informazioni necessarie in modo da fornire loro una visione quanto più completa e trasparente possibile riguardo cosa avrebbero dovuto fare e in che modo. Nell'e-mail era presente una presentazione del progetto, una descrizione del metodo Delphi, una spiegazione circa le

modalità di svolgimento e le tempistiche dell'indagine, il link al questionario del primo round e i contatti dei moderatori. Diversi esperti si sono dimostrati subito entusiasti dell'iniziativa.

Il panel che ha preso parte al primo round è composto da 28 esperti provenienti da diverse città europee e impegnati in diversi campi. Tutti, ovviamente, legati alla logistica, in particolar modo alla logistica urbana. È stato scelto di contattare diversi tipi di stakeholder, pratica condivisa con i Policy Delphi. Questo, in molti casi, rallenta il raggiungimento del consenso su determinati tipi di item, però allo stesso tempo permette di ottenere più punti di vista, molto utili quando si vuole andare a prevedere scenari futuri ed evoluzioni di situazioni attuali, indagando su punti di forza, limiti e barriere.

Come sarà mostrato nella parte relativa al questionario, una scheda di esso è stata dedicata all'ottenimento di informazioni professionali riguardanti gli esperti. Informazioni che nello stile Delphi e nel pieno rispetto della privacy sono servite esclusivamente per avere un'idea della composizione del panel.

Per quanto riguarda l'esperienza nel settore della logistica urbana, i 28 esperti sono così suddivisi (figura 3.1):

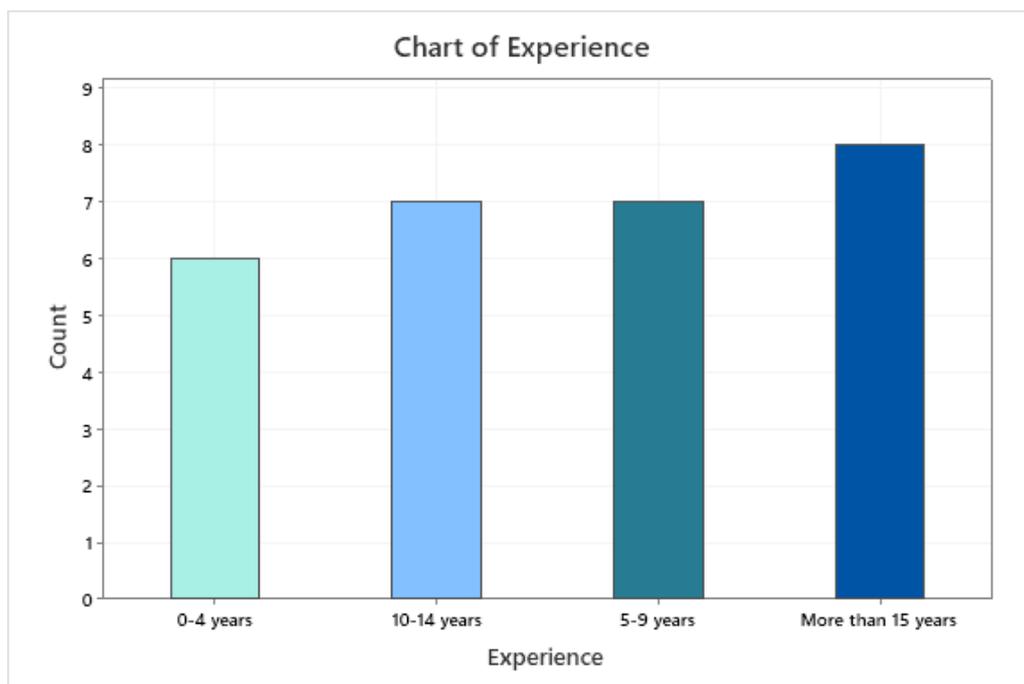


Figura 3.1: Ripartizione degli esperti per anni di esperienza nel settore.

È evidente come il panel sia composto da membri con tanti anni di esperienza e da membri entrati da poco in questo settore. Questa eterogeneità non è sgradita, in quanto permette di avere una possibile diversità di pensiero utile a fornire più informazioni possibili alla ricerca e a ottenere un consenso affidabile anche a livello generazionale.

Dal punto di vista dell'affiliazione, la composizione è la seguente (figura 3.2):

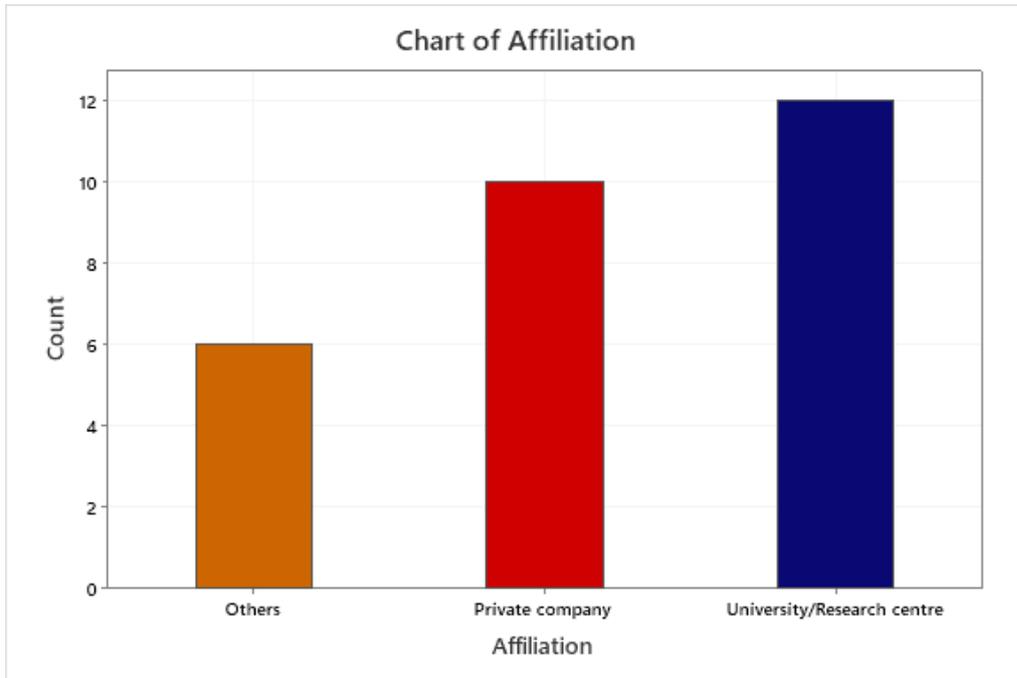


Figura 3.2: Ripartizione degli esperti per tipo di affiliazione lavorativa.

La categoria “altri” raggruppa esperti che lavorano per associazioni e pubblica amministrazione.

La figura 3.3 mostra la ripartizione degli esperti per posizione lavorativa.

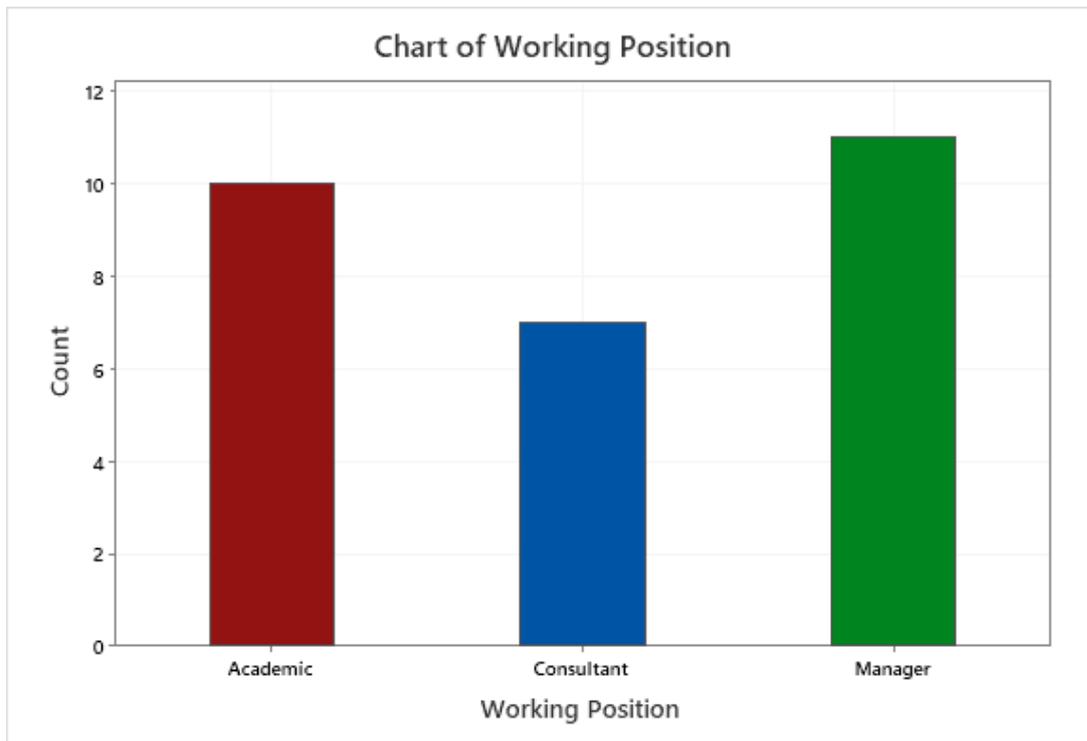


Figura 3.3: Ripartizione degli esperti posizione lavorativa.

Allo stesso modo, anche nel caso dell'affiliazione lavorativa e posizione lavorativa c'è eterogeneità. Ancora più che nel caso degli anni di esperienza, questa eterogeneità è importante perché serve per capire in che modo i diversi stakeholder percepiscono le innovazioni e il futuro di queste nel mondo della logistica urbana. Oltretutto, fornisce la possibilità di implementare nell'analisi finale specifici test statistici per approfondire il confronto tra le risposte delle diverse categorie di stakeholder e valutare se queste possano essere considerate significativamente diverse oppure no.

3.3: La costruzione del questionario

Il questionario finale, cioè quello che è stato proposto ai 28 esperti durante il primo round è composto da 33 item che cercano di catturare quante più informazioni possibili circa limiti, barriere e futuri scenari legati alle innovazioni trattate.

Prima di descriverli singolarmente è importante parlare del processo di validazione a cui sono stati sottoposti.

Il questionario iniziale era abbastanza diverso dalla sua versione definitiva. Innanzitutto, nel numero degli item 41 e anche negli item stessi. Per il processo di validazione, è stata seguita una procedura iterativa tipica di molti Delphi. Questa consiste nel chiedere ad un piccolo gruppo di esperti, che non parteciperanno al Delphi vero e proprio, di valutare gli item individuati utilizzando dei criteri di valutazione utili per la validazione degli item stessi. Il gruppo, di solito composto da non più di dieci persone, è detto pre-panel.

In questo caso specifico, l'utilizzo del questionario di validazione era finalizzato ad ottenere validità di facciata (*face validity*) e validità di contenuto (*content validity*). Riassumendo quanto detto nel primo capitolo, con la validità di facciata si cerca stabilire che l'item sia pertinente all'argomento d'indagine e con la validità di contenuto che sia rilevante ai fini della ricerca. Quindi, al pre-panel, è stato chiesto di dare un voto da 1 a 10 alla pertinenza e alla rilevanza dell'item rispetto al tema dall'indagine. In aggiunta, è stato inserito un altro criterio di valutazione, la chiarezza. È infatti importante che l'item sia ben strutturato, scritto in modo corretto e soprattutto che non sia fraintendibile. Nel caso in cui un item avesse più di una chiave di lettura, tutto il discorso del consenso cesserebbe di esistere, in quanto il sistema già dal principio sarebbe affetto da un bias che inficerebbe l'affidabilità dei risultati.

Oltre ai voti numerici è stato chiesto agli esperti di fornire un feedback qualitativo sugli item o sul perché della scelta dei propri voti.

Una volta ottenute le risposte, ne è stata effettuata un'analisi. In primis sono stati gestiti gli item che avevano ricevuto un voto medio insufficiente (minore di 6) alla chiarezza. Grazie ai feedback qualitativi questi item sono stati modificati e resi il più trasparenti e lineari possibile,

in modo, appunto, da evitare possibili fraintendimenti durante il Delphi. Successivamente sono stati presi in esame gli item che avevano ricevuto voti insufficienti alla pertinenza e alla rilevanza. Alcuni di questi sono stati eliminati e altri modificati. Le linee guida di queste scelte sono state offerte dai commenti qualitativi del pre-panel.

Alla fine della prima analisi con conseguente modifica ed eliminazione di alcuni item, il nuovo questionario è stato rimandato agli esperti chiedendo loro di valutarne esclusivamente la chiarezza. Dopo la compilazione di tutti i membri del pre-panel e la successiva analisi, tutti gli item sono stati ritenuti idonei ed inseriti nel questionario definitivo.

Il questionario che è stato proposto nel primo round dell'indagine Delphi era costituito nel seguente modo:

- Una scheda introduttiva contenente la presentazione del progetto, il tempo stimato per la compilazione del questionario ed una breve guida per la compilazione;
- Sette schede, una per ogni innovazione, in cui sono divisi i 33 item. All'inizio di ogni scheda è stata fornita una breve descrizione delle singole innovazioni;
- Il criterio di valutazione scelto è la probabilità con cui si sarebbe verificata la previsione in oggetto all'item. La scala di valutazione scelta è stata una scala Likert a 5 punti con i seguenti significati (tabella 3.2):

Voto	Significato
1	Molto improbabile
2	Improbabile
3	Possibile
4	Probabile
5	Molto probabile

Tabella 3.2: Spiegazioni voti secondo il criterio della probabilità.

Unica eccezione, tre item il cui criterio valutativo scelto è stato l'importanza. La scala a 5 punti è stata mantenuta, con i seguenti significati (tabella 3.3):

Voto	Significato
1	Non importante
2	Poco importante
3	Moderatamente importante
4	Importante
5	Molto importante

Tabella 3.3: Spiegazioni voti secondo il criterio dell'importanza.

- Dopo ogni item è stato inserito uno spazio in cui gli esperti potessero inserire un feedback riguardante le singole risposte. Come detto, il feedback qualitativo è molto utile per il raggiungimento del consenso nella seconda fase.

La somministrazione del questionario e la raccolta delle risposte sono avvenute tramite Moduli di Google.

3.3.1: Gli item nel dettaglio

È bene precisare che per tutto il processo di interfacciamento con gli esperti, a partire dall'email di invito e di comunicazioni successive, fino ad arrivare al questionario è stata utilizzata la lingua inglese. Inoltre, come detto, gli item sono previsioni per il 2030 dunque, per una maggiore comprensione degli stessi e scelta della risposta, è stato suggerito di anteporre agli item, durante la lettura degli stessi, la frase "Nel 2030, quanto è probabile che...".

Di seguito è realizzata una panoramica degli item originali, quindi in lingua inglese, che compongono il questionario definitivo insieme ad una descrizione e spiegazione degli stessi.

Sezione 1: Big Data Analytics

Item 1.1

BDA have enabled de-centralization of decision-making processes in supply networks and have supported the growth of micro-retailing, such as "nanostores".

Lo scopo di questo item è capire se tramite i BDA sarà possibile decentralizzare il processo decisionale all'interno delle reti di distribuzioni e quindi rispondere localmente in modo più

reattivo alle varie alterazioni di sistema tipiche della supply chain come variazioni della domanda, problemi nella flotta e carenza di scorte. Problemi più difficili da gestire in modo ottimale se il centro decisionale si trova geograficamente molto distante dal punto interessato. Una conseguenza di questo potrebbe essere la crescita del micro-retailing, ad esempio i “nanostore” ovvero piccoli punti vendita che offrono una varietà di prodotti strettamente allineata ai bisogni e alle tendenze d’acquisto della clientela che servono. In altre parole, un negozio su misura per il vicinato.

Item 1.2

The application of BDA has increased order frequency for B2B customers.

Questo item cerca di capire se l’utilizzo dei BDA per conoscere meglio le tendenze d’acquisto dei clienti possa permettere l’ottimizzazione degli ordini tra compagnie B2B, permettendo ai clienti di effettuare più ordini di dimensioni inferiori rispetto a prima e quindi di avere minor costi di gestione delle scorte.

Item 1.3

The market share of same day delivery services is higher due to more precise demand forecasting supported by BDA.

L’item 1.3 chiede se l’utilizzo dei BDA per aumentare la precisione previsionale porterà ad un aumento delle quote di mercato di quei servizi che consegnano lo stesso giorno in cui viene effettuato l’ordine, *same day delivery*.

Item 1.4

At an operational level, Big Data is used for supporting interaction between final customers and Logistics Service Providers (LSP) – e.g. Real time coordination with drivers-.

Se i precedenti item si concentrano su aspetti strategici o tattici, questo si concentra più sull’aspetto operativo. Interroga gli esperti per capire se grazie ai BDA si possa supportare l’interazione tra clienti e fornitori di servizi logistici. Per esempio, fornendo maggiore coordinazione in tempo reale con i driver.

Item 2.1

Acceptability by customer (trust, safety, and security) is one of the main barriers blocking the adoption of crowd logistics solutions.

Lo scopo di questo item è capire se nel 2030 l'accettabilità del servizio da parte dei clienti rappresenterà ancora una barriera verso l'adozione di soluzioni basate sulla crowd-logistics. Come detto nel secondo capitolo, una grande fetta di consumatori, al giorno d'oggi, preferisce ancora le consegne tradizionali per mancanza di fiducia e garanzie nei confronti dei fattorini non professionisti caratteristici del crowd-shipping.

Item 2.2

For e-commerce home-deliveries, traditional delivery vans are still preferred to crowd-logistics due to their more efficient use of the vehicle (i.e. delivery vans have higher load factors).

Con questo item si chiede se per quanto riguarda le consegne a casa per ordini e-commerce, i furgoni tradizionalmente usati per le consegne saranno ancora preferiti ai mezzi della crowd-logistics (auto private, taxi, biciclette) per via della possibilità di un utilizzo più efficiente dei veicoli. Per esempio, il maggior fattore di carico dei furgoni tradizionali o la possibilità di tenere l'ambiente controllato durante il trasporto.

Item 2.3

Crowd logistics is better suited in nonstandard non-scheduled deliveries (groceries, flowers, etc.) and in less dense (i.e. rural) environments.

Dietro questo item c'è la volontà di capire se, secondo il panel, la crowd-logistics sarà più adatta a consegne non regolari come quelle di fiori e generi alimentari. E in zone meno densamente popolate, come le zone rurali.

Nota: Questo item, ha subito una variazione tra il primo ed il secondo round alla luce di alcuni feedback ricevuti. Del nuovo item si parlerà in seguito nella trattazione.

Item 2.4

Crowd logistic services are economically viable only in high demand areas.

Come noto, solitamente un'alta domanda permette di ridurre i costi. Tuttavia, la crowd-logistics è caratterizzata da costi più bassi rispetto alla metodologia tradizionale. Con questo item si è cercato di capire se questa caratteristica possa rendere o meno la crowd-logistics economicamente sostenibile esclusivamente in aree caratterizzate da domanda alta.

Item 2.5

Crowd logistics does not provide environmental benefits if associated with private cars.

Nel capitolo 2 si è parlato dei vantaggi ambientali portati dalla crowd-logistics, qualora questa sia svolta tramite mezzi a basso impatto ambientale. Tuttavia, molti fornitori di questo servizio utilizzano un mezzo privato. Con questo item, si chiede agli esperti di giudicare se la crowd-logistics effettuata con mezzi privati generi o meno dei benefici a livello ambientale.

Item 2.6

Crowd-logistics services negatively impacts the level of salaries for last-mile professional drivers.

Questo item si concentra sulla concorrenza generata dall'adozione della crowd-logistics nei confronti dei driver professionisti nel settore dell'ultimo miglio, soprattutto da un punto di vista salariale. L'item cerca di capire se questa concorrenza possa essere forte a tal punto da causare una riduzione dei salari dei driver professionisti.

Item 2.7

Crowd-logistics ensures the same level of service even though the carriers are, usually, not trained professionals.

In modo simile all'item precedente, questo confronta i due servizi: Crowd-logistics e logistica tradizionale. In questo caso ci si concentra sul livello di servizio. L'item chiede se la della crowd-logistics possa garantire un livello di servizio uguale a quello della logistica tradizionale

anche se i fattori della prima non sono professionisti specializzati nelle consegne come i secondi.

Sezione 3: Droni

Item 3.1

Urban drone deliveries are economically viable only if paired with centralized urban fulfilment and/or consolidation centres.

Lo scopo di questo item è chiarire se l'utilizzo dei droni per le consegne sarà economicamente sostenibile solo se associato a centri di consolidamento urbano. Come visto nel secondo capitolo, una delle limitazioni attuali dei droni è la distanza massima alla quale possono consegnare.

I seguenti tre item sono gli unici del questionario per i quali è stato utilizzato un criterio di valutazione diverso: l'importanza del superamento di determinati problemi circa l'adozione delle consegne tramite drone.

Item 3.2

To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issue: Lack of dedicated regulation frameworks.

Attualmente la mancanza di regolamentazione nei confronti dell'utilizzo dei droni nelle consegne ha causato severe restrizioni di utilizzo. Con questo item si chiede agli esperti quanto ritengano importante il superamento di questo ostacolo per l'implementazione di tale tecnologia.

Item 3.3

To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issue: Social acceptance -e.g. privacy, surveillance concerns-

In questo caso, invece, l'attenzione è rivolta al problema dell'accettazione sociale. Le consegne tramite i droni non sono ben viste da una buona fetta di consumatori per via del fatto che potrebbero violare la privacy riprendendo e registrando terzi durante il volo per effettuare la consegna.

Item 3.4

To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issues: Technological issues -e.g. range, capacity, resistance to extreme weather, landing capabilities, safety, advanced navigation and coordination algorithms-

I problemi di natura tecnologica sono un evidente limite per l'adozione della consegna tramite droni. Capacità di carico, distanza massima, resistenza a condizioni meteo estreme, sicurezza del carico e di terzi. Sono tutte caratteristiche che, se migliorate, potrebbero rendere l'utilizzo dei droni molto più comune.

Item 3.5

Drone-based deliveries are enabled by being integrated with delivery vans (both autonomous and manned) for the first leg of the journey (Outward journey)

In relazione ai limiti tecnologici, questo item indaga circa la possibilità futura di consolidazione mobile di droni per mezzo dei furgoni in modo da diminuire notevolmente l'area da servire tramite i droni e di conseguenza la distanza di volo necessaria per effettuare la consegna.

Item 3.6

Drone-based delivery are better suited in limited scenarios such as rural deliveries, medical deliveries or emergency relief.

Con questo item si cerca di capire se i droni saranno più adatti a consegne particolari e quindi utilizzati per consegne in aree rurali o di supporto a operazioni mediche e/o interventi di emergenza dove la possibilità di evitare il traffico cittadino potrebbe essere un vantaggio a livello di tempistiche.

Item 3.7

The adoption of drone-based delivery reduces the size of last-mile vehicle fleets and in turn the number of required drivers.

Questo item si concentra su una possibile conseguenza dell'adozione dei droni per le consegne, ovvero la riduzione delle dimensioni delle flotte di veicoli e di conseguenza del numero di driver specializzati nella guida di questi.

Sezione 4: Intelligent Transportation Systems

Item 4.1

The number of freight delivery bays have increased, and their locations and size are optimized. In addition, delivery bay monitoring and booking systems have been deployed and enforced (i.e. ensuring that illegal behaviors are fined).

Con questo item si cerca di capire se nel 2030 ci sarà un progresso dal punto di vista delle aree di parcheggio riservate ai mezzi per le consegne, le *delivery bay*. Un modo per evitare continui giri intorno al punto di consegna. In aggiunta, si chiede di valutare la probabilità con cui saranno supportate attraverso monitoraggio e sistemi di prenotazione e se ci sarà l'intervento delle amministrazioni pubbliche per controllare che vengano rispettate le regole e che i trasgressori vengano puniti.

Item 4.2

Public authorities are focusing their efforts on enforcing access restrictions such as Low Emission Zones and congestion charges through ITS -e.g. automated plate reading and electronic payments-.

Tramite questo item si chiede di valutare la probabilità con cui le autorità pubbliche implementino l'utilizzo degli ITS come la lettura automatica delle targhe e i pagamenti elettronici nelle zone soggette a restrizioni di transito -e.g. zone a traffico limitato, zone a basso impatto ambientale-.

Item 4.3

ITS implementations aim at gathering reliable, precise, deep and broad data on last-mile systems -e.g. number of vehicles, volumes transported, load factors, traffic flows etc.-

Lo scopo di questo item è quello di capire se nel 2030 gli ITS saranno utilizzati per ottenere maggiori informazioni circa la logistica dell'ultimo miglio. Per esempio, sul numero di veicoli coinvolti, sui volumi di merci trasportate, sui fattori di carico e sul traffico stradale generato.

Sezione 5: Veicoli a basso impatto ambientale

Item 5.1

Adoption of EVs is still related to the implementation of public policies such as: access restrictions and economic incentives.

Questo item è una previsione sul futuro dei veicoli elettrici. Attualmente il costo di questi veicoli sembra una barriera superabile solo tramite incentivi economici e implementazione di zone ad accesso limitato. Nel 2030, la diffusione dei veicoli elettrici potrebbe non dipendere più da questi fattori. Questo item serve a capire quanto gli esperti ritengano probabile questo scenario.

Item 5.2

Only LSPs with high consumer density are able to use cargo bikes efficiently.

Come detto in precedenza, la densità di consumatori è spesso un fattore chiave per una logistica efficiente. Con questo item si cerca di capire se le cargo-bike saranno un'eccezione o confermeranno il trend.

Sezione 6: Parcel Locker

Item 6.1

Parcel Locker diffusion has reached a plateau due to the investment costs needed to reach all customers.

Questo item pone l'attenzione sulla possibilità di un raggiungimento di un plateau circa la diffusione dei parcel locker a causa di costi troppo elevati per posizionarne di nuovi in modo da raggiungere tutti i consumatori.

Item 6.2

Local administrations allow parcel lockers to be installed on public space only if they are accessible via public transportation.

Attualmente i parcel locker sono posizionati in modo strategico nei pressi di attività commerciali. Lo scopo di questo item è capire se nel 2030 le amministrazioni locali permetteranno l'installazione di parcel locker anche sul suolo pubblico vicino a fermate dei trasporti pubblici stradali e stazioni per limitare l'utilizzo dei mezzi privati per andare a prelevare i propri pacchi dai parcel locker.

Item 6.3

Only LSPs with high consumer density are able to use parcel lockers efficiently.

Similmente al caso delle cargo-bike, questo item pone l'attenzione sul rapporto tra densità dei consumatori e uso efficiente dei parcel locker per capire se solo un'alta densità permetta di utilizzare in modo efficiente questi ultimi.

Item 6.4

Shared parcel lockers are supported by LSPs.

Questo item si può considerare come complementare del precedente. Lo scopo è capire se per una serie di motivi legati a costi, efficienza di gestione e densità di consumatori, nel 2030 i fornitori di servizi logistici supporteranno o meno l'utilizzo dei parcel locker.

Item 6.5

Parcel Locker systems have been associated with automobile dependent travel behaviour.

È stato più volte sottolineato che i parcel locker possono rappresentare un gran vantaggio a livello di riduzione dei costi di consegna e di impatto ambientale vista la diminuzione dei mezzi logistici circolanti in città. È altresì vero che se i consumatori si recano ai parcel locker tramite mezzo privato, il vantaggio ambientale potrebbe essere nullo. Per questo, l'item in questione cerca di capire se nel 2030, per una serie di motivi intrinseci alla propagazione di questa tecnologia come l'aumento del numero di PL e quindi un posizionamento più vicino ai consumatori, questi utilizzeranno ancora i mezzi privati in modo preponderante per il raggiungimento dei PL.

Item 6.6

Parcel Lockers are more likely to be installed in urban rather than suburban areas.

Tramite questo item si cerca di capire se sarà più probabile vedere nuovi parcel locker installati nell'area urbana piuttosto che nell'area extraurbana.

Item 6.7

Parcel Lockers are more likely to be installed in high density (i.e. urban) rather than low density (i.e. rural) areas.

Item che si concentra sulla densità di consumatori. Distinguendo tra alta densità urbana e bassa densità rurale.

Sezione 7: IoT, ICT e dispositivi connessi

Item 7.1

The main barrier to the increase of communication and coordination mechanisms between carriers and customers is the customers' inertia to technology adoption.

Questo item pone l'attenzione su una delle barriere che bloccano attualmente la diffusione dell'utilizzo di tecnologie di comunicazione e coordinazione tra fattorini e consumatori, ovvero l'inerzia di molti consumatori verso l'utilizzo della tecnologia. Si cerca di capire se nel 2030 questo problema sarà superato oppure no.

Item 7.2

Acceptability by customers (trust, safety, and security) is one of the main barriers blocking the adoption of IOT-based logistics services (e.g. smart locks, digital keys for in-car delivery etc.)

L'adozione di tecnologie che sfruttano l'Internet delle cose è fortemente dipendente dal grado di fiducia dei consumatori e dal grado di sicurezza che queste possano garantire in termini di privacy, diffusione dei dati e tutela delle proprietà fisiche. Specialmente nel caso in cui queste tecnologie vengano utilizzate per consegne innovative come quelle inCar e inHome. Questo item serve per capire se nel 2030 l'accettazione da parte dei consumatori sarà positiva oppure rappresenterà ancora una barriera.

Item 7.3

Real-time data from multiple sources (e.g. traffic, road disruptions) are more available and thus enable a more widespread usage of dynamic vehicle routing algorithms

L'ultimo item del questionario si focalizza su diffusione, condivisione e disponibilità di dati in tempo reale e sul loro utilizzo per programmare il vehicle routing in modo più dinamico. Concentrandosi nello specifico sulla disponibilità di dati riguardanti il traffico e i problemi legati al sistema stradale.

3.4: Primo round

Agli esperti sono state concesse due settimane per compilare il questionario. Al termine di questo periodo di tempo, si è dichiarato concluso il primo round. Lo step successivo è stata l'analisi delle risposte.

La misura di tendenza di riferimento nell'analisi è la mediana. È stata preferita alla media in quanto meno influenzabile da eventuali valori anomali (*outliers*). Tuttavia, si è tenuto traccia anche della media, che ha svolto un ruolo interessante nel secondo round. Di questo si parlerà in seguito.

Come già anticipato, si è valutato il consenso tramite il range interquartile e lo stimatore r_{wg} . Nello specifico si è ritenuto consenso raggiunto quando sono state soddisfatte le seguenti condizioni: $IQR \leq 1$ e $r_{wg} \geq 0.3$.

Nella tabella seguente (3.4) sono mostrati i risultati del primo round.

ITEM ID	ITEM	Mediana	IQR	r_{wg}	Consenso raggiunto?
1.1	BDA have enabled de-centralization of decision making processes in supply networks and have supported the growth of micro-retailing, such as "nanostores".	3	1	0,66	Si
1.2	The application of BDA has increased order frequency for B2B customers.	4	1,25	0,52	No
1.3	The market share of same day delivery services is higher due to more precise demand forecasting supported by BDA.	4	1,25	0,52	No
1.4	At an operational level, Big Data is used for supporting interaction between final customers and Logistics Service Providers (LSP) – e.g. Real time coordination with drivers-	4	2	0,60	No
2.1	Acceptability by customer (trust, safety, and security) is one of the main barriers blocking the adoption of crowd logistics solutions.	3	2	0,20	No
2.2	For e-commerce home-deliveries, traditional delivery vans are still preferred to crowd-logistics due to their more efficient use of the vehicle (i.e. delivery vans have higher load factors).	3	2	0,29	No
2.3	Crowd logistics is better suited in nonstandard non-scheduled deliveries (groceries, flowers, etc.) and in less dense (i.e. rural) environments.	3	2	0,36	No
2.4	Crowd logistic services are economically viable only in high demand areas.	3	2	0,29	No
2.5	Crowd logistics does not provide environmental benefits if associated with private cars.	4	2	0,32	No
2.6	Crowd-logistics services negatively impacts the level of salaries for last-mile professional drivers.	4	2	0,30	No
2.7	Crowd-logistics ensures the same level of service even though the carriers are, usually, not trained professionals.	3	2	0,38	No
3.1	Urban drone deliveries are economically viable only if paired with centralized urban fulfilment and/or consolidation centres.	3,5	1	0,12	No
3.2	To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issues: Lack of dedicated regulation frameworks.	5	1	0,80	Si
3.3	To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issues: Social acceptance -e.g. privacy, surveillance concerns-	4	1	0,55	Si
3.4	To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issues: Technological issues -e.g.range, capacity, resistance	3,5	2	0,18	No
3.5	Drone-based deliveries are enabled by being integrated with delivery vans (both autonomous and manned) for the first leg of the journey (Outward journey)	3	2	0,28	No
3.6	Drone-based delivery are better suited in limited scenarios such as rural deliveries, medical deliveries or emergency relief.	4	2	0,06	No
3.7	The adoption of drone-based delivery reduces the size of last-mile vehicle fleets and in turn the number of required drivers.	3	3	0,01	No
4.1	The number of freight delivery bays have increased and their locations and size are optimized. In addition, delivery bay monitoring and booking systems have been deployed and enforced (i.e. ensuring that illegal behaviors are fined).	4	1	0,54	Si
4.2	Public authorities are focusing their efforts on enforcing access restrictions such as Low Emission Zones and congestion charges through ITS systems (e.g. automated plate reading and electronic payments)	5	1	0,70	Si
4.3	ITS implementations aim at gathering reliable, precise, deep and broad data on last-mile systems -e.g. number of vehicles, volumes transported, load factors, traffic flows etc.-	4	1,25	0,56	No
5.1	Adoption of EVs is still related to the implementation of public policies such as: access restrictions and economic incentives.	4	2,25	0,10	No
5.2	Only LSPs with high consumer density are able to use cargo bikes efficiently.	3,5	2	0,13	No
6.1	Parcel Locker diffusion has reached a plateau due to the investment costs needed to reach all customers.	2	1	0,61	Si
6.2	Local administrations allow parcel lockers to be installed on public space only if they are accessible via public transportation.	3,5	1	0,56	Si
6.3	Only LSPs with high consumer density are able to use parcel lockers efficiently.	2	1,25	0,24	No
6.4	Shared parcel lockers are supported by LSPs.	3	0,5	0,57	Si
6.5	Parcel Locker systems have been associated with automobile dependent travel behaviour.	2	1	0,39	Si
6.6	Parcel Lockers are more likely to be installed in urban rather than suburban areas.	3	2	0,26	No
6.7	Parcel Lockers are more likely to be installed in high density (i.e. urban) rather than low density (i.e. rural) areas.	3	2	0,29	No
7.1	The main barrier to the increase of communication and coordination mechanisms between carriers and customers is the customers' inertia to technology adoption.	2	1,25	0,46	No
7.2	Acceptability by customers (trust, safety, and security) is one of the main barriers blocking the adoption of IOT-based logistics services (e.g. smart locks, digital keys for in-car delivery etc.)	4	1,25	0,36	No
7.3	Real-time data from multiple sources (e.g. traffic, road disruptions) are more available and thus enable a more widespread usage of dynamic vehicle routing algorithms.	4	1	0,71	Si

Consenso raggiunto se $IQR \leq 1$ e $r_{wg} \geq 0,3$

Tabella 3.4: Risultati del primo round dell'indagine Delphi.

Oltre alla valutazione di ogni item, agli esperti è stato chiesto di rilasciare un commento qualitativo facoltativo in merito alla propria risposta. Un riassunto dei commenti più significativi sarà mostrato durante l'analisi e la discussione dei risultati dei singoli item.

Come è possibile vedere dalla tabella 3.4, su 33 item facenti parte del questionario il consenso è stato raggiunto in dieci casi. I dieci item la cui valutazione ha ottenuto il consenso, sono stati esclusi dal secondo round, per evitare di affaticare il panel.

3.5: Secondo round

Per quanto riguarda il secondo round, è stato deciso di favorire il raggiungimento del consenso mostrando al panel il valore della media e della mediana dei singoli item del primo round. Insieme a queste, un riassunto dei feedback qualitativi più interessanti. In questo modo ad ogni esperto è stata data la possibilità di cambiare o meno la propria risposta anche alla luce delle valutazioni anonime degli altri. Inoltre, è stato chiesto a i membri del panel di lasciare un commento per quegli item in cui abbiano risposto con una valutazione molto distante dalla mediana del round precedente -e.g. mediana uguale a 5, risposta uguale a 1-. Infatti, valori così lontani dalla mediana causano difficoltà nel raggiungimento del consenso. Tuttavia, sebbene sia vero che il Delphi cerchi di ottenere il consenso, anche il dissenso è una risposta che offre informazioni utili. Per questo, una motivazione di una risposta che si allontana dal parere del panel, è molto utile in fase di analisi dei risultati.

Come detto, per ogni item del secondo round sono state fornite agli esperti media e mediana del round precedente. È stato ribadito agli esperti che la misura utilizzata per l'analisi è la mediana, tuttavia la media avrebbe fornito informazioni circa la presenza di distorsioni verso i valori più alti o verso i valori più bassi della scala. Per esempio, se un item presenta mediana pari a 3 e media pari a 3,59 significa che sono presenti più 5 che 1 nelle valutazioni di questo item.

Al secondo e ultimo round hanno preso parte 24 dei 28 esperti che componevano il panel del primo round. Questo significa che la percentuale di dropout è stata del 14%.

Durante il secondo round 13 item su 23 hanno ottenuto il consenso. Questi, sommati ai 10 del primo round risultano in un totale di 23 su 33, il 70%. Un risultato notevole, considerando che gli esperti non hanno mai avuto modo di comunicare tra di loro, eccezion fatta per i riassunti dei feedback qualitativi che sono stati mostrati loro durante il secondo round.

I risultati del secondo e ultimo round sono mostrati nella tabella 3.5.

ITEM ID	ITEM	Mediana	IQR	r_{wg}	Consenso raggiunto?
1.2	The application of BDA has increased order frequency for B2B customers.	4	1	0,48	Si
1.3	The market share of same day delivery services is higher due to more precise demand forecasting supported by BDA.	4	1	0,60	Si
1.4	At an operational level, Big Data is used for supporting interaction between final customers and Logistics Service Providers (LSP) – e.g. Real time coordination with drivers-.	4	1,25	0,60	No
2.1	Acceptability by customer (trust, safety, and security) is one of the main barriers blocking the adoption of crowd logistics solutions.	3	2	0,52	No
2.2	For e-commerce home-deliveries, traditional delivery vans are still preferred to crowd-logistics due to their more efficient use of the vehicle (i.e. delivery vans have higher load factors).	3,5	1,5	0,26	No
2.3	Crowd logistics is better suited in nonstandard non-scheduled deliveries (groceries, flowers, etc.).	3	1,25	0,47	No
2.4	Crowd logistic services are economically viable only in high demand areas.	3	1,25	0,54	No
2.5	Crowd logistics does not provide environmental benefits if associated with private cars.	4	1	0,54	Si
2.6	Crowd-logistics services negatively impacts the level of salaries for last-mile professional drivers.	4	1	0,48	Si
2.7	Crowd-logistics ensures the same level of service even though the carriers are, usually, not trained professionals.	2	1	0,74	Si
3.1	Urban drone deliveries are economically viable only if paired with centralized urban fulfillment and/or consolidation centres.	3,5	2	0,22	No
3.4	To support the adoption of drone-based delivery, how important it has been to overcome the following issues: Technological issues -e.g.range, capacity, resistance to extreme	4	0,25	0,36	Si
3.5	Drone-based deliveries are enabled by being integrated with delivery vans (both autonomous and manned) for the first leg of the journey (Outward journey)	3	2	0,41	No
3.6	Drone-based delivery are better suited in limited scenarios such as rural deliveries, medical deliveries or emergency relief.	4	1	0,81	Si
3.7	The adoption of drone-based delivery reduces the size of last-mile vehicle fleets and in turn the number of required drivers.	3	1,25	0,51	No
4.3	ITS implementations aim at gathering reliable, precise, deep and broad data on last-mile systems -e.g. number of vehicles, volumes transported, load factors, traffic flows etc. -	4	0	0,74	Si
5.1	Adoption of EVs is still related to the implementation of public policies such as: access restrictions and economic incentives.	4	1	0,57	Si
5.2	Only LSPs with high consumer density are able to use cargo bikes efficiently.	3,5	1	0,52	Si
6.3	Only LSPs with high consumer density are able to use parcel lockers efficiently.	2	0,25	0,61	Si
6.6	Parcel Lockers are more likely to be installed in urban rather than suburban areas.	3	1,25	0,61	No
6.7	Parcel Lockers are more likely to be installed in high density (i.e. urban) rather than low density (i.e. rural) areas.	3	2	0,53	No
7.1	The main barrier to the increase of communication and coordination mechanisms between carriers and customers is the customers' inertia to technology adoption.	2	0,25	0,79	Si
7.2	Acceptability by customers (trust, safety, and security) is one of the main barriers blocking the adoption of IOT-based logistics services (e.g. smart locks, digital keys for in-car delivery etc.)	3	1	0,58	Si

Consenso raggiunto se $IQR \leq 1$ e $r_{wg} \geq 0,3$

Tabella 3.5: Risultati del secondo round dell'indagine Delphi.

3.6: Analisi dei risultati

Prima di passare all'analisi e alla discussione dei risultati, è bene ricordare quali sono stati gli strumenti utilizzati per la valutazione del consenso.

- Range Interquartile (IQR) ≤ 1
- $r_{wg} \geq 0,3$.

Inoltre, sono stati effettuati in entrambi i round dei test Kruskal-Wallis, di cui segue una breve introduzione teorica. I test sono stati effettuati tramite il software statistico Minitab.

3.6: Test Kruskal-Wallis

Il test Kruskal-Wallis è l'equivalente non parametrico dell'analisi della varianza ad un criterio di classificazione. Si utilizza quando i dati sono misure effettuate con una scala ordinale, dunque si basa sui ranghi. È uno dei test più potenti per verificare l'ipotesi nulla H_0 , cioè se k gruppi indipendenti provengano dalla stessa popolazione e/o da popolazioni che abbiano la medesima mediana. (Soliani, 2005)

Tra gli output chiave del test Kruskal-Wallis c'è il p-value. Infatti, per determinare se le differenze tra le mediane dei k gruppi siano statisticamente significative, si confronta il p-value ottenuto dal test con il livello di significatività α , solitamente preso uguale a 0.05.

Nel caso in cui il p-value sia maggiore rispetto a α allora non c'è evidenza empirica sufficientemente contraria all'ipotesi nulla e quindi non si può negare che le mediane dei k gruppi siano uguali.

Un altro output fornito dal test è il *p-value adjusted for ties*. Questo valore tiene in considerazione la presenza valori uguali in campioni diversi. È sempre minore del p-value normale, tranne nel caso in cui non ci siano valori uguali in campioni diversi, e quindi più accurato. Tuttavia, per lo stesso motivo è anche meno conservativo.

Nel caso in cui il p-value sia inferiore a α , allora le differenze tra mediane sono statisticamente significative. In questo caso, guardando i valori delle medie, sempre forniti dall'output del test, relativi ad ogni gruppo è possibile capire quali gruppi abbiano valutato in modo significativamente diverso gli item e di conseguenza provare ad intuirne il motivo.

Kruskal-Wallis applicato al primo round

Il test stato effettuato tre volte su ognuno dei 33 item, per un totale di 99 volte durante il promo round.

Tre volte per item perché grazie al questionario demografico è stato possibile dividere il panel in gruppi secondo tre criteri: esperienza nel settore della logistica urbana, posizione lavorativa attuale e affiliazione.

Per questa analisi è stato scelto di utilizzare il p-value adjusted for ties, in quanto più accurato.

Nel primo caso, criterio di divisione del panel l'esperienza nel settore, tre item hanno avuto come risultato del test un p-value inferiore 0.05.

- Item 1.1: il cui output è mostrato dalla figura 3.4.

Kruskal-Wallis Test: ITEM1.1 versus Experience

Descriptive Statistics

Experience	N	Median	Mean Rank	Z-Value
0-4 years	6	3,5	18,2	1,23
10-14 years	7	3,0	15,7	0,45
5-9 years	7	3,0	7,1	-2,73
More than 15 years	8	3,5	17,1	1,07
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis H₀: All medians are equal
 Alternative hypothesis H₁: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	3	7,76	0,051
Adjusted for ties	3	9,36	0,025

Figura 3.4: Output del test K-W per l'item 1.1 rispetto al criterio Esperienza

In questo caso il gruppo di esperti con esperienza tra 5 e 9 anni, pur presentando una mediana pari a 3, in accordo con il consenso di gruppo, ha un valore medio di risposte molto inferiore a quello degli altri gruppi. Pertanto, la mediana delle risposte di questo gruppo, per questo item non può considerarsi uguale alle altre.

- Item 2.4. Output mostrato nella figura 3.5.

Kruskal-Wallis Test: ITEM2.4 versus Experience

Descriptive Statistics

Experience	N	Median	Mean Rank	Z-Value
0-4 years	6	2,5	10,3	-1,43
5-9 years	7	2,0	10,4	-1,54
10-14 years	7	5,0	20,6	2,28
More than 15 years	8	3,5	15,9	0,58
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis H₀: All medians are equal
 Alternative hypothesis H₁: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	3	7,53	0,057
Adjusted for ties	3	8,03	0,045

Figura 3.5: Output del test K-W per l'item 2.4 rispetto al criterio Esperienza

In questo caso l'output fa intendere che i membri del panel con meno esperienza reputino meno probabile che nel 2030 la crowd-logistics sarà economicamente sostenibile solo nelle aree ad alta densità, rispetto a quelli con più esperienza.

- Item 3.2. Output mostrato nella figura 3.6.

Kruskal-Wallis Test: ITEM3.2 versus Experience

Descriptive Statistics

Experience	N	Median	Mean Rank	Z-Value
0-4 years	6	5	15,7	0,39
5-9 years	7	5	18,1	1,35
10-14 years	7	5	18,1	1,35
More than 15 years	8	4	7,3	-2,95
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis	H ₀ : All medians are equal
Alternative hypothesis	H ₁ : At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	3	9,08	0,028
Adjusted for ties	3	12,21	0,007

Figura 3.6: Output del test K-W per l'item 3.2 rispetto al criterio Esperienza

Per questo item è evidente che la mediana del gruppo con esperienza maggiore di 15 anni sia inferiore alle altre, anche il rango medio lo è di molto. Probabilmente questo è dovuto al fatto che gli esperti di questo gruppo mostrino una certa diffidenza nei confronti di una tecnologia così diversa rispetto ai metodi tradizionali, reputando i limiti legati all'accettazione sociale di questa più importanti rispetto a quelli tecnologici e normativi.

Nel caso di divisione dei gruppi per posizione lavorativa, solo un item ha mostrato differenze significative tra le mediane, si tratta dell'item 1.1, il cui output è mostrato in figura 3.7.

In questo caso gli accademici considerano meno probabile la decentralizzazione dei supply

Kruskal-Wallis Test: ITEM1.1 versus Working Position

Descriptive Statistics

Working Position	N	Median	Mean Rank	Z-Value
Academic	10	3	9,9	-2,21
Consultant	7	4	18,0	1,30
Manager	11	3	16,5	1,01
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis	H ₀ : All medians are equal
Alternative hypothesis	H ₁ : At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	5,02	0,081
Adjusted for ties	2	6,05	0,049

Figura 3.7: Output del test K-W per l'item 1.1 rispetto al criterio Posizione lavorativa.

network grazie ai BDA. Questa differenza significativa potrebbe essere dovuta al fatto che molti accademici vedono i BDA come soluzione implementabile dai grandi player, questo causerebbe una centralizzazione dei processi decisionali.

Ultimo criterio di divisione: l'affiliazione lavorativa. In questo caso il panel è stato diviso tra esperti provenienti da: Università/Centri di Ricerca, compagnie private e altro. Dove altro raggruppa pubblica amministrazione ed associazioni.

- Item 1.1. Output in figura 3.8.

Kruskal-Wallis Test: ITEM1.1 versus Affiliation

Descriptive Statistics

Affiliation	N	Median	Mean Rank	Z-Value
Others	6	3,5	16,5	0,67
Private company	10	4,0	18,6	1,97
University/Research centre	12	3,0	10,1	-2,46
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis H₀: All medians are equal
 Alternative hypothesis H₁: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	6,30	0,043
Adjusted for ties	2	7,60	0,022

Figura 3.8: Output del test K-W per l'item 1.1 rispetto al criterio affiliazione lavorativa.

Come nel caso precedente la categoria che non si è allineata con le altre è quella degli esperti provenienti da università o centri di ricerca. La motivazione dietro a questa differenza è probabilmente quella individuata in precedenza.

- Item 2.3. Output in figura 3.9.

Kruskal-Wallis Test: ITEM2.3 versus Affiliation

Descriptive Statistics

Affiliation	N	Median	Mean Rank	Z-Value
Others	6	3,0	9,9	-1,54
Private company	10	2,5	12,2	-1,13
University/Research centre	12	4,0	18,8	2,37
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis H₀: All medians are equal
 Alternative hypothesis H₁: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	5,88	0,053
Adjusted for ties	2	6,33	0,042

Figura 3.9: Output del test K-W per l'item 2.3 rispetto al criterio affiliazione

In questo caso i tre gruppi hanno mostrato una visione abbastanza diversa. L'item parla della crowd-logistics e del fatto che sia più adatta a consegne speciali e non pianificate.

Una media così bassa da parte della categoria “altri” potrebbe essere dovuta al fatto che molte pubbliche amministrazioni non vedono ancora di buon occhio la crowd-logistics in quanto fonte di possibili nuovi pericoli per gli utenti della strada. Al contrario i membri del gruppo “università/cdr” potrebbero aver giudicato in maniera molto più positiva questo item perché ritengono la crowd-logistics una valida alternativa alla logistica tradizionale, specialmente in contesti non pianificabili.

- Item 5.2. Output in figura 3.10.

Kruskal-Wallis Test: ITEM5.2 versus Affiliation

Descriptive Statistics

Affiliation	N	Median	Mean Rank	Z-Value
Others	6	4,5	22,5	2,69
Private company	10	3,5	15,5	0,48
University/Research centre	12	2,0	9,7	-2,69
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis	H ₀ : All medians are equal		
Alternative hypothesis	H ₁ : At least one median is different		
Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	9,97	0,007
Adjusted for ties	2	10,57	0,005

Figura 3.10: Output del test K-W per l'item 5.2 rispetto al criterio affiliazione lavorativa.

In questo caso le differenze sono evidenti per i tre gruppi, infatti questo è il test che ha generato il p-value più basso. L'item si riferisce al fatto che solo i LSP con alta densità di clienti potranno sfruttare al meglio le cargo-bike. I membri della categoria "altri" ritengono molto più probabile che questo accada, probabilmente perché trattandosi di esperti che operano nelle città, quindi in zone ad alta densità, tendono a dare molta importanza a questo fattore.

Anche gli esperti provenienti da "compagnie private" reputano probabile questo item, probabilmente perché per molte compagnie logistiche, la densità è un fattore chiave.

Invece, gli esperti di "Università/CdR" hanno mostrato una certa diffidenza nei confronti di questo item. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che gli accademici non considerano la densità un fattore chiave per l'utilizzo delle cargo-bike.

- Item 6.1. Output in figura 3.11.

Kruskal-Wallis Test: ITEM6.1 versus Affiliation

Descriptive Statistics

Affiliation	N	Median	Mean Rank	Z-Value
Others	6	3	20,6	2,04
Private company	10	2	15,3	0,38
University/Research centre	12	2	10,8	-2,07
Overall	28		14,5	

Test

Null hypothesis	H ₀ : All medians are equal		
Alternative hypothesis	H ₁ : At least one median is different		
Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	5,81	0,055
Adjusted for ties	2	6,99	0,030

Figura 3.11: Output del test K-W per l'item 6.1 rispetto al criterio affiliazione lavorativa.

L'item riguarda il raggiungimento di un plateau per quanto riguarda la diffusione dei Parcel Locker per via dei costi troppo elevati per raggiungere tutti i consumatori.

I membri della categoria "altri" ritengono questo molto probabile. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che, come per l'item precedente, l'interesse di questa categoria è rivolto maggiormente alle zone urbane dove i parcel locker potrebbero aver raggiunto maturazione nel 2030.

Al contrario gli esperti del gruppo “Università/CdR” vedono meno probabile questa eventualità. La motivazione potrebbe essere insita in un commento di un membro di questa categoria, che fa riferimento alla presenza di diversi progetti e articoli scientifici che mostrano ulteriori possibilità di diffusione dei parcel locker.

Kruskal-Wallis applicato al secondo round

Il test è stato effettuato per ognuno dei 23 item, rispetto agli stessi criteri del primo round.

Solo due test hanno generato risultati statisticamente significativi. Il primo durante il test sul criterio “Esperienza nel settore”:

- Item 3.4. Output in figura 3.12

Kruskal-Wallis Test: ITEM3.4 versus Experience

Descriptive Statistics

Experience	N	Median	Mean Rank	Z-Value
0-4 years	4	4,5	16,8	1,32
5-9 years	7	4,0	14,6	0,92
10-14 years	7	4,0	13,4	0,38
More than 15 years	6	3,0	6,3	-2,50
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H₀: All medians are equal
 Alternative hypothesis H₁: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	3	6,84	0,077
Adjusted for ties	3	8,28	0,041

Figura 3.12: Output del test K-W per l'item 3.4 rispetto al criterio Esperienza.

In questo caso, i membri del panel con più anni di esperienza hanno giudicato meno importanti i limiti tecnologici che bloccano l'implementazione dei droni per le consegne. Come detto per l'analisi del primo round sull'item riguardante l'aspetto normativo, probabilmente questo è dovuto alla maggiore attenzione rivolta da questa fascia di esperti all'accettazione sociale.

Il secondo item il cui test a mostrato differenze statisticamente significative tra le valutazioni dei gruppi riguarda il criterio della posizione lavorativa:

- Item 2.4. Output in figura 3.13.

Kruskal-Wallis Test: ITEM2.4 versus Working position

Descriptive Statistics

Working position	N	Median	Mean Rank	Z-Value
Academic	9	2,0	8,6	-2,09
Consultant	6	3,5	17,3	1,90
Manager	9	3,0	13,2	0,39
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H₀: All medians are equal
 Alternative hypothesis H₁: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	5,52	0,063
Adjusted for ties	2	6,26	0,044

Figura 3.12: Output del test K-W per l'item 2.4 rispetto al criterio Posizione lavorativa.

Questo item riguarda la fattibilità economica della crowd-logistics. Nello specifico l'item chiede se questa innovazione sarà conveniente esclusivamente in zone ad alta densità. I membri del panel appartenenti al gruppo "accademici" ritengono meno probabile questa previsione rispetto agli altri due gruppi. La motivazione di questa differenza risiede probabilmente nella visione di questo gruppo più improntata sui benefici di questa tecnologia, rispetto ai costi. Infatti, diversi esperti appartenenti a questa categoria hanno evidenziato come possa essere un'ottima soluzione per servire aree a bassa densità, anche in casi di emergenza.

3.7: Analisi dei risultati dei due round del Delphi

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati, si procederà in ordine.

È importante sottolineare che anche il non raggiungimento del consenso fornisce informazioni interessanti.

Big Data Analytics

Per quanto riguarda l'item 1.1, il panel ha raggiunto il consenso durante il primo round. Gli esperti ritengono possibile che l'utilizzo dei Big Data Analytics possa portare a una decentralizzazione dei processi decisionali all'interno dei supply network. Infatti, la maggior parte degli esperti pensa che tramite i BDA ci si possa avvicinare ai consumatori in termini di reattività ai cambi della domanda e posizionamento strategico delle scorte, da questi una crescita dei nanostore e del micro-retailing. Tuttavia, alcuni esperti hanno sottolineato che attualmente l'utilizzo dei BDA è molto oneroso e potrebbe comportare una centralizzazione del potere decisionale nelle mani dei grossi player che hanno la possibilità di permetterselo.

Gli item 1.2 e 1.3 hanno ottenuto il consenso durante il secondo round. Gli esperti ritengono probabile (mediana pari a 4) che i BDA permetteranno l'aumento della frequenza degli ordini B2C. Questo perché tramite i BDA i player potranno avere più visibilità sull'intera supply chain, anche al di fuori della propria competenza, e quindi pianificare meglio i propri ordini. Ritengono altrettanto probabile che i servizi di consegna nello stesso giorno dell'effettuazione dell'ordine (*same day delivery*) guadagneranno quote di mercato per via di una miglior previsione della domanda, ottenibile anche grazie all'utilizzo dei BDA.

L'item 1.4 non ha raggiunto il consenso per poco. Infatti, ha soddisfatto il criterio del r_{wg} ma non quello del range interquartile, pari a 1.25. Nonostante, in linea di massima, il panel ritenga probabile che i BDA permetteranno di aumentare l'interazione tra fornitori di servizi logistici e clienti, una parte degli esperti, pur ritenendo che in futuro ci sarà un aumento di questa interazione, crede che questo non sarà attribuibile ai BDA.

Crowd-Logistics

Per quanto riguarda l'item 2.1, gli esperti non sono riusciti a far convergere le proprie opinioni verso il consenso durante entrambi i round. L'item sostiene che l'accettazione da parte dei clienti sia una delle barriere che più bloccheranno la diffusione della crowd-logistics. La differenza di punti di vista si può riassumere in due commenti: una parte degli esperti concorda con la previsione sostenendo che:

“quando l'operatore è uno sconosciuto non professionista, i consumatori tendono a mostrare diffidenza e mancanza di fiducia”

l'altra parte del panel sostiene che:

“nel 2030 questo atteggiamento diffidente sarà già stato superato”

e

“la cosa che più importa ai clienti è il prezzo”

facendo riferimento al vantaggio economico della crowd-logistics rispetto ai servizi tradizionali.

L'item 2.2 sostiene che i furgoni per le consegne saranno ancora preferiti alla crowd-logistics per via di un utilizzo più efficiente del mezzo -e.g. maggiore capacità di carico.

Il panel non ha raggiunto il consenso nei due round. Da una parte c'è chi si schiera a favore di questa previsione, in quanto sostiene che per ovvie ragioni un mezzo professionale sarà sempre preferito a mezzi privati, sia per motivi legati alla capacità di carico, sia per quanto riguarda la possibilità di mantenere un ambiente controllato per tutta la durata del processo di consegna. Altri invece ritengono che la preferenza nei confronti di un mezzo o di un altro, dipenderà non solo dal livello di efficienza di utilizzo del mezzo ma anche dall'efficienza del servizio, ritenendo che in determinate situazioni i furgoni potrebbero non essere necessariamente preferiti.

Anche l'item 2.4 ha diviso il panel. L'item sostiene che la crowd-logistics sarà più adatta a consegne non standard e non pianificate. In questo caso alcuni ritengono che sia vero, per esempio le consegne dei fiori o della spesa, potrebbero essere effettuate da persone che si trovano a passare nei pressi dell'attività che deve effettuare la consegna. L'altra corrente di pensiero invece ritiene che proprio nel caso di consegne non standard il cliente esige maggiore professionalità e perfezione nel servizio.

L'item 2.4 non ha raggiunto il consenso. La divisione di opinioni si può riassumere in due pensieri. L'item sostiene che la crowd-logistics sarà economicamente conveniente solo in zone ad alta densità. Il primo pensiero concorda con l'item, infatti gli esperti che hanno giudicato probabile questo item ritengono che l'alta densità sia un fattore chiave per la fattibilità economica. Il secondo pensiero invece dissente. Questi esperti ritengono che il servizio della crowd-logistics se effettuato in modo corretto non sarà economicamente sconveniente. Inoltre,

in casi in cui la consegna deve essere effettuata in zone remote e poco dense la crowd-logistics potrebbe essere persino più economica rispetto ai sistemi tradizionali.

L'item 2.5 sostiene che la crowd-logistics non porterà benefici a livello ambientale se effettuata tramite mezzi privati, come le auto. Il panel ha raggiunto il consenso durante il primo round, reputando probabile questa previsione (mediana pari a 4). Per esempio, se X consegne che dovrebbero essere effettuate tramite un unico furgone, venissero effettuate tramite X auto private, allora il beneficio ambientale della crowd-logistics sarebbe totalmente cancellato, anzi questa soluzione potrebbe essere addirittura deleteria.

Un commento interessante è il seguente, e si rifà all'idea iniziale della crowd-logistics:

“Se la consegna viene effettuata da una persona “privata” durante un tragitto che comunque avrebbe percorso, allora l'impatto sull'ambiente di quella consegna è ridotto rispetto al metodo tradizionale”.

Il panel ritiene probabile (mediana pari a 4) la previsione dell'item 2.6, ovvero che la crowd-logistics avrà un impatto negativo sui salari dei driver professionisti. Alcuni ritengono che questo sia già vero attualmente, fornendo nei feedback l'esempio di quello che è successo con Uber e i tassisti.

Per quanto riguarda l'item 2.7, il panel ritiene poco probabile (mediana pari a 2) che la crowd-logistics potrà garantire lo stesso livello di servizio nonostante i fattorini non siano professionisti del settore. La motivazione di questa risposta risiede nella mancanza di formazione da parte dei “fattorini” della crowd-logistics, che inevitabilmente saranno meno efficaci ed efficienti dei professionisti.

Droni

L'item 3.1 riguarda la fattibilità economica dei droni per le consegne, solo se associati a centri di consolidamento urbano. Il panel non ha raggiunto il consenso su questo item. Una parte di esso ritiene che i droni siano una soluzione non economicamente sostenibile per le consegne urbane in generale. L'altra parte sostiene che i furgoni potrebbero essere utilizzati come centro di consolidamento mobile in modo da evitare il problema delle lunghe distanze per le quali i droni non sono adatti.

A differenza del precedente, gli item 3.2 e 3.3 hanno ottenuto il consenso di gruppo nel primo round. Il panel ritiene che l'aspetto normativo rappresenti il freno maggiore (mediana pari a 5) per l'implementazione delle consegne tramite i droni. Non a caso, attualmente, in molti stati l'utilizzo dei droni è vietato dalla legge.

Anche l'aspetto legato all'accettazione sociale di questa tecnologia ha ottenuto un voto alto (mediana pari a 4), specialmente per motivi legati alla possibilità di violazione della privacy. Tuttavia, un esperto ha lasciato un commento molto interessante:

“Alla gente di solito non interessa la privacy se ottiene quello che vuole tramite il servizio”

il che potrebbe far pensare che il problema di accettazione potrà essere superato se la drone delivery si dimostrerà efficace.

L’item 3.4, riguardante l’aspetto tecnologico come barriera per l’implementazione dei droni nelle consegne, ha raggiunto il consenso durante il secondo round. Gli esperti ritengono probabile questa previsione, reputando le limitazioni in termini di range e capacità e la necessità di installare postazioni per l’atterraggio sicuro dei fattori chiave fortemente bloccanti.

In merito all’item 3.5, il consenso non è stato raggiunto durante i due round. L’item riguarda l’utilizzo dei van come centro di consolidamento mobile per i droni. Parte degli esperti ha ritenuto che nel caso in cui dovessero essere implementati su larga scala, i droni saranno collegati ad una rete ben distribuita di piccoli centri di consolidamento, rendendo non necessario l’utilizzo dei van. Invece, c’è chi ritiene che il futuro della logistica urbana vedrà l’utilizzo di sinergie tra diversi mezzi, schierandosi a favore della previsione dell’item.

L’item 3.6 sostiene che i droni saranno più adatti a scenari limitati come consegne in aree remote e di tipo medico. L’item ha ottenuto il consenso durante il secondo round. Gli esperti reputano probabile questa previsione (mediana pari a 4). In merito a questo, c’è un commento interessante:

“Utilizzare i droni in modo efficace ed efficiente per questo tipo di consegne potrebbe far accrescere l’accettazione da parte della massa, aprendo alla possibilità di utilizzarli in scenari urbani senza generare dissenso”.

L’item 3.7 si riferisce alla possibilità che l’utilizzo dei droni comporterà una riduzione delle flotte logistiche e quindi dei driver professionisti. Questo item non ha raggiunto il consenso. Il panel è diviso tra gli esperti che concordano con questa previsione e quelli che invece pensano che si tratti di mercati differenti, quindi senza conseguenze sulle flotte, e che nel caso in cui i droni fossero accoppiati con i furgoni come consolidamento mobile il numero degli stessi non diminuirebbe.

Intelligent Transportation Systems

Per quanto riguarda gli Intelligent Transportation Systems, gli esperti hanno raggiunto il consenso durante il primo round in merito all’item 4.1 e 4.2. Gli esperti reputano molto probabile che, nel 2030, molta più attenzione sarà dedicata alla logistica urbana attraverso, non solo, la diffusione delle delivery bay ma anche tramite un miglioramento del monitoraggio e del sistema di prenotazione dei posti, con il fine di evitare i comportamenti scorretti e la violazione delle regole, con conseguenti punizioni per i trasgressori. Inoltre, per motivi già discussi legati all’inquinamento, alla congestione stradale e alla sicurezza dei cittadini, gli

esperti ritengono che le pubbliche amministrazioni si concentreranno molto sulle zone ad accesso limitato, implementando tecnologie che permettono di velocizzare le operazioni di pagamento per entrare e circolare in queste zone come i pagamenti elettronici e la lettura automatica delle targhe.

L'item 4.3 è quello che ha raggiunto il consenso più forte, con un IQR pari a 0. L'item sostiene che gli ITS saranno utilizzati per ottenere informazioni affidabili, precisi ed in tempo reale sui sistemi logistici. Il panel ritiene probabile (mediana pari a 4) questa previsione. Sostenendo che questo sarà reso possibile grazie ad una maggiore collaborazione tra autorità pubbliche e operatori logistici.

Veicoli a basso impatto ambientale

L'item 5.1 prevede che l'adozione dei veicoli elettrici sarà ancora legata all'implementazione di policy pubbliche o agli incentivi economici. Il panel ha raggiunto il consenso durante il secondo round reputando probabile questa previsione. Molti esperti ritengono che il costo di questi veicoli sia la maggior barriera per cui gli incentivi all'acquisto rappresentano un fattore chiave per la diffusione di questi mezzi. Tuttavia, diversi commenti fanno riferimento al fatto che il costo di questi veicoli diminuirà gradualmente rendendoli ampiamente utilizzati nel 2030.

L'item 5.2 si riferisce alle cargo bike. Nello specifico prevede che solo i player con alta densità di consumatori potranno sfruttarle in modo efficiente. Il panel durante il secondo round, nel quale ha raggiunto il consenso, ritiene più che possibile (mediana pari a 3.5) questa eventualità. Diversi esperti ritengono che la densità sia la chiave per l'efficienza di questo servizio, specialmente se si tratta di molte consegne ravvicinate e di pacchi di dimensioni ridotte.

Parcel locker

L'item 6.1 ha ottenuto il consenso nel primo round. Il panel ritiene poco probabile (mediana pari a 2) il raggiungimento di un plateau della diffusione dei parcel locker per via dei costi di implementazione troppo alti. Gli esperti reputano che la possibilità di risparmiare sui costi di consegna in aree più remote e difficili da raggiungere potrà rendere conveniente l'installazione dei locker anche in futuro.

Anche l'item 6.2 (mediana pari a 3.5) ha ottenuto il consenso durante il primo round. Il responso da parte del panel è un coinvolgimento da parte delle autorità locali sarà più che probabile. Gli esperti ritengono che i decisori potranno approvare l'implementazione dei parcel locker sul suolo pubblico, specialmente in zone caratterizzate da alta densità e mobilità -e.g. Università, ospedali, stazioni-. Tuttavia, non tutti ritengono che questa decisione sarà vincolata solamente alla vicinanza a nodi del trasporto pubblico, sebbene il posizionamento nei pressi di

fermate dei mezzi pubblici e di stazioni possa essere efficace nel limitare l'utilizzo dei mezzi privati per recarsi a ritirare il proprio pacco, cosa molto importante per ridurre l'impatto ambientale e la congestione stradale, entrambi obiettivi delle pubbliche amministrazioni.

L'item 6.3 sostiene che solo i LSP con alta densità di consumatori potranno gestire i parcel locker in modo efficienti. Il panel, con consenso ottenuto nel secondo round, ritiene poco probabile questa previsione (mediana pari a 2). La maggior parte di questi sostiene che il futuro vedrà la condivisione dei parcel locker tra LSP, che potranno così dividere i costi e sfruttare al meglio questa tecnologia.

Per quanto riguarda l'item 6.4, gli esperti ritengono possibile (mediana pari a 3), con consenso ottenuto nel primo round, che i LSP supporteranno l'adozione di parcel locker misti o condivisi. La creazione di questi network porterebbe una ripartizione dei costi di implementazione a beneficio di quei player che non hanno una densità di consumatori sufficientemente alta da poter giustificare l'utilizzo di PL esclusivi. D'altro canto, il motivo per cui il voto a questo item non è stato più alto di 3 risiede probabilmente nella riluttanza di grandi player che difficilmente vorranno condividere i propri parcel locker con i rivali.

L'item 6.5, si riferisce all'associazione tra parcel locker e l'utilizzo dei mezzi privati per il raggiungimento di questi. La convergenza al consenso è stata ottenuta nel primo round. Il panel ritiene che, nel 2030, quanto affermato dall'item sarà poco probabile, in quanto la rete di Parcel Locker avrà raggiunto un'occupazione territoriale tale da permettere ai consumatori di recarsi a piedi a ritirare il proprio pacco.

Gli item 6.6 e 6.7 non hanno ottenuto il consenso in entrambi i round. Il dissenso deriva dal fatto che parte del panel ritiene la densità delle aree urbane fattore di convenienza per l'installazione dei parcel locker, concordando con la previsione. L'altra parte del panel ritiene che l'installazione in aree extraurbane -e.g. ad inizio dei sentieri- è altrettanto conveniente in data la distanza tra consumatori e quindi la possibilità di ridurre i costi di consegna.

IoT, ICT e dispositivi connessi

L'item 7.1 sostiene che la principale barriera verso l'aumento dei meccanismi di coordinazione e comunicazione tra fattorini e clienti sia la poca propensione all'utilizzo della tecnologia da parte dei consumatori. Il panel ritiene poco probabile (mediana pari a 2) questa previsione, con consenso ottenuto durante il secondo round. Le motivazioni risiedono nel fatto che, se il servizio aggiunge valore i clienti non avranno problemi a accettarlo. Inoltre, la futura generazione di anziani sarà molto più affine alla tecnologia, quindi non avrà problemi ad utilizzarla.

Per quanto riguarda l'item 7.2, l'implementazione dei servizi logistici basati su IoT avrà tra le maggiori barriere l'accettazione dei consumatori (mancanza di fiducia e sicurezza). Il panel ha raggiunto il consenso durante il secondo round, sostenendo che la previsione sia possibile

(mediana pari a 3). Il panel ritiene che questa sia una barriera, tuttavia non la più importante. Nello specifico, dai feedback, è emerso che la barriera più importante è quella legata ai costi di implementazione.

La previsione in oggetto all'item 7.3 si riferisce alla maggiore disponibilità futura di informazioni in tempo reale sul traffico che permetteranno di utilizzare algoritmi di vehicle routing dinamici. Gli esperti hanno ritenuto molto probabile che questo succederà (mediana pari a 4), già dal primo round. In effetti, alcuni di questi hanno commentato dicendo che già attualmente si sta iniziando ad utilizzare questo tipo di implementazioni.

Capitolo 4: Discussioni e Conclusioni

A conclusione di questo lavoro è interessante effettuare una serie di considerazioni sugli argomenti trattati, evidenziando vantaggi, limiti, implicazioni e possibilità future.

4.1: La metodologia Delphi

Il Delphi si è dimostrato un metodo d'indagine molto interessante. Il suo più grande punto di forza è la capacità di poter affrontare argomenti spinosi e problemi complessi ottenendo informazioni e consenso in merito ad essi. Il tutto è reso possibile dall'interazione di un gruppo di esperti che argomentano creando un processo di comunicazione virtuoso.

Il metodo Delphi permette di superare i limiti dell'interazione diretta -e.g. la presenza di individui dominanti o troppo timidi- attraverso la comunicazione controllata, a distanza e in forma anonima.

Nello specifico il Delphi si pone come capostipite dei metodi d'indagine soprattutto per via del panel costituito da esperti e stakeholder del settore. Questa caratteristica è un punto di forza rispetto agli altri metodi -e.g. i questionari aperti a chiunque- in quanto permette di ottenere informazioni e risultati molto più affidabili e pertinenti all'argomento trattato.

Le caratteristiche del metodo lo rendono applicabile in pressoché tutti i campi e per molti scopi, dal supporto al *decision making* alla previsione di eventi e scenari futuri. Inoltre, la sua applicazione può essere utile sia per fini di ricerche molto ampie che in contesti più limitati e circoscritti come quelli aziendali.

Alla luce di questo, è possibile comprendere perché il metodo Delphi, dopo tanti anni dalla sua invenzione, sia ancora ampiamente utilizzato. Anzi, nel corso degli anni la metodologia ha continuato ad evolversi e ad innovarsi permettendone l'applicazione, tramite opportune varianti, a contesti in cui inizialmente non era utilizzata.

Riassumendo, il Delphi risulta essere una tecnica solida in quanto permette di:

- Ottenere un consenso affidabile riguardo temi complessi, in tempi piuttosto brevi;
- Indagare sia in ambiti in cui sono presenti grandi quantità di informazioni che in altri in cui mancano completamente, dando modo di ottenerne;
- Superare le difficoltà e i limiti delle conferenze e delle ricerche di gruppo;
- Coinvolgere un gran numero di persone senza che queste siano necessariamente nello stesso luogo;
- Effettuare un'indagine low-cost.

Come ogni metodologia, anche il Delphi presenta delle limitazioni:

- La riuscita dell'indagine dipende dalla qualità del panel;
- Necessita di grande motivazione dei membri del panel, affinché questi non interrompano la partecipazione ed evitino di dare risposte casuali per sbrigarsi;
- L'opinione del facilitatore potrebbe essere dominante durante l'analisi. È per questo che chi svolge questo ruolo deve limitarsi a fare da moderatore, senza far trasparire le proprie opinioni e indirizzare il panel verso di esse.

4.2: Le innovazioni in campo di logistica urbana

In questa indagine Delphi sono state trattate sette innovazioni in ambito city logistics. Nello specifico, questo lavoro mira a individuare l'evoluzione che queste avranno nei prossimi dieci anni e creare uno scenario previsionale della logistica urbana del 2030.

Per quanto riguarda i BDA, è emerso che il panel nutre grande fiducia su questa tecnologia. Gli esperti reputano che tramite i BDA l'intera supply chain potrà diventare più trasparente, collaborativa e coordinata. Grazie all'implementazione di questa tecnologia i player coinvolti potranno ottenere molto più informazioni sulle abitudini dei clienti e sulla domanda con la possibilità di migliorare su tutta la linea i propri processi.

L'uso dei BDA potrebbe portare alla decentralizzazione dei processi decisionali, fornendo la possibilità di dimensionare le scorte in modo più accurato e localizzarle più vicino possibile alla clientela di riferimento. Questo potrà far crescere il mercato del micro-retailing, caratterizzato da piccoli negozi con poca scorta di prodotti selezionati esclusivamente in base alle abitudini dei consumatori che frequentano la zona servita -e.g. i nanostore-. Tuttavia, va detto che, trattandosi di una tecnologia molto costosa, c'è la possibilità che, almeno inizialmente, solo i grandi player possano permettersi di utilizzarla senza problemi generando l'effetto opposto, quindi di accentramento, salvo poi con la maturazione tecnologica e quindi la diminuzione dei costi potrà essere alla portata di tutti.

Inoltre, i BDA miglioreranno la comunicazione in tempo reale tra imprese e tra imprese e clienti, agevolando le operazioni di trasporto e consegna e permettendo agli attori coinvolti di essere più reattivi in merito agli eventuali cambiamenti di domanda.

La crowd logistics è un'innovazione che ha diviso più volte il panel che durante l'indagine ne ha evidenziato i pregi e i difetti. La prima cosa da sottolineare è che la crowd-logistics non potrà sostituire le operazioni tradizionali di consegna, semmai svolgerà un ruolo complementare ad esse. Infatti, durante i round è emersa l'idea condivisa di più esperti che, per determinate operazioni, le consegne da parte di operatori professionisti saranno sempre preferite dai consumatori per una questione di mancanza di fiducia nei confronti di sconosciuti non professionisti. Il concetto dell'accettazione da parte dei consumatori è una delle barriere che

impediscono la diffusione su larga scala di questi servizi. D'altro canto, è emerso che in molti casi i consumatori valutano le proprie scelte in base alla convenienza economica del servizio che rappresenta sicuramente un vantaggio della crowd-logistics. Tuttavia, i consumatori tendono a non considerare molto il risparmio quando il bene che devono ricevere è di alto valore economico. In virtù di questo, la crowd logistics potrebbe ritagliarsi una quota di mercato interessante per quanto riguarda quelle consegne di basso valore come i prodotti alimentari. Anche dal punto di vista dell'impatto ambientale, questa tecnologia ha generato opinioni differenti. Se è vero che permettendo ai privati di effettuare parte delle consegne si limita a ridurre la circolazione dei mezzi commerciali, è anche vero che se quelle stesse consegne venissero svolte tramite auto private il beneficio ambientale risulterebbe minimo.

I droni sono la tecnologia che cambierebbe nel modo più radicale le operazioni logistiche. Molti esperti del panel ritengono che questi possano avere solo un ruolo di nicchia a causa di una serie di fattori legati ai limiti tecnologici, di accettazione da parte della società e di mancanza di regolamentazioni. Inoltre, un altro limite per la diffusione di questa tecnologia è rappresentato dai costi di implementazione ed attuazione di importante entità, che probabilmente prevalgono sui benefici apportati.

Tuttavia, è emerso che questa innovazione potrebbe essere particolarmente adatta a situazioni non standard come le consegne in luoghi di difficile raggiungimento oppure per consegne di tipo medico in situazioni di emergenza, dove la possibilità dei droni di superare la congestione stradale potrebbe fare la differenza in termini di tempistiche.

Gli Intelligent Transportation Systems (ITS) secondo il panel svolgeranno un ruolo importante nella logistica urbana del futuro. Non solo, vista l'attuale situazione ambientale e il peso importante che i trasporti in generale hanno in quest'ottica è molto probabile che LSP e autorità pubbliche collaboreranno con il fine di ridurre l'impatto delle operazioni di logistica urbana sull'ambiente e a livello di congestione stradale e di migliorare i servizi aumentando la comunicazione e la raccolta di informazioni in tempo reale. Inoltre, la caratteristica di modularità degli ITS permette di poter adattare le varie tecnologie alle situazioni specifiche di ogni città. Non a caso, gli esperti hanno confermato di implementazioni già in atto in molte città in cui operano loro stessi.

Sempre nell'ottica di una logistica urbana più ecosostenibile, la quinta innovazione trattata in questo lavoro, ovvero i mezzi a basso impatto ambientale, ha ottenuto il consenso da parte del panel. In primis, opinione condivisa è che nel 2030 gran parte dei veicoli commerciali saranno elettrici. Tuttavia, il processo di switch dai mezzi a combustibile fossile dovrà essere supportato da parte delle autorità per via dei costi importanti dei mezzi elettrici, spesso non sostenibili dai player, in special modo da quelli di piccole dimensioni.

Per quanto riguarda le cargo-bike, queste hanno generato grande entusiasmo da parte del panel di esperti che le reputano particolarmente adatte a scenari caratterizzati da percorsi brevi, fermate frequenti e consegne di pacchi di piccole o medie dimensioni. Questi mezzi sono estremamente eco-friendly, tuttavia hanno il limite di non poter effettuare lunghi percorsi, per questo l'ideale sarebbe quello di associarli a dei centri di consolidamento urbano che ridurrebbero notevolmente la distanza da coprire.

I parcel locker rappresentano una soluzione già largamente utilizzata, specialmente nelle grandi città. Questi permettono di superare diversi problemi legati alla logistica urbana come le mancate consegne per via dell'assenza dei consumatori all'arrivo del fattorino e vehicle routing complessi. Per il futuro di questa innovazione il panel vede una crescita sia a livello urbano che extraurbano. Proprio al di fuori delle città, molti esperti hanno evidenziato il beneficio economico che potrebbero apportare i locker alle operazioni logistiche. Inoltre, per distribuire i costi di installazione, che rappresentano una barriera alla diffusione dei parcel locker, gli LSP supporteranno la condivisione di questi strumenti. Dall'indagine è anche emerso che con buona probabilità le autorità pubbliche supporteranno l'installazione dei parcel locker su suolo pubblico, soprattutto in prossimità di fermate chiave e nodi nevralgici del trasporto pubblico come le stazioni, favorendo in questo modo l'utilizzo dei mezzi pubblici a discapito di quelli privati. Atteggiamento che le amministrazioni supportano e puntano a far crescere proprio per tamponare e combattere i problemi ambientali e legati al traffico urbano.

Internet of Things e ICT offrono la possibilità di creare un network intelligente a cui tutti gli autorizzati possono accedere e scambiare informazioni. Grazie a queste tecnologie, numerosi passi in avanti sono stati realizzati dal punto di vista della tracciabilità in tempo reale dei prodotti e della coordinazione e comunicazione. Le possibilità di miglioramento sono ancora molte e se gestite nel modo corretto queste tecnologie potrebbero rivoluzionare il sistema delle consegne, rendendo possibile effettuarle in pressoché qualsiasi luogo -e.g. InCar-. L'aspetto che potrebbe preoccupare di più, oltre a quello legato ai costi di investimento, è l'accettazione da parte dei consumatori e la non totale predisposizione di una buona parte di essi all'uso della tecnologia. Tuttavia, secondo gli esperti con l'avanzare del tempo la società diventerà sempre più disposta ad utilizzare la tecnologia, per via del grande valore aggiunto che questa offre in molte operazioni sia quotidiane che straordinarie.

In campo logistico, garantiranno la possibilità di raccogliere in modo più veloce, diretto e condiviso le informazioni necessarie per poter pianificare al meglio ordini, scorte e vehicle routing.

Tirando le somme, dei 33 item di cui era composto il questionario, 23 hanno ottenuto il consenso durante i due round. Dieci dissensi hanno resistito per tutta la durata dell'indagine. La motivazione più importante quando si parla di indagini con orizzonti temporali futuri, è l'incertezza legata alla mancanza di informazioni e precedenti. In questi casi è difficile

prevedere come si evolverà una determinata situazione, se questa seguirà un percorso simile a quello di innovazioni precedenti oppure totalmente diverso. Seguono motivazioni legate alla diversa percezione dei miglioramenti apportati da una tecnologia, che sono fortemente influenzate da retaggio culturale ed esperienze personali. Tuttavia, è importante sottolinearlo, il dissenso non rappresenta un fallimento, anzi offre la possibilità di creare più scenari futuri in base alle diverse opinioni.

4.3: Limiti dello studio

La premessa necessaria da fare a questo paragrafo è che lo studio è stato eseguito durante il periodo di emergenza Covid-19, in cui la logistica urbana non si è mai fermata, specialmente per via della crescita esponenziale dell'e-commerce.

Un limite dello studio riguarda il panel degli esperti. Come detto, il panel è composto da 28 esperti e questo numero è in perfetta armonia con quello di numerosi panel di Delphi precedenti, quindi non si tratta della numerosità, bensì della presenza di esperti che operano esclusivamente in Europa. Come spiegato nel primo capitolo, il panel di un Delphi non deve essere un campione rappresentativo di una popolazione, ma un insieme di profili che rappresentano diversi stakeholder di un sistema. Questo però non va a inficiare la bontà dello studio, in quanto l'Europa rappresenta un sistema abbastanza grande e complesso in cui è possibile trovare tante eterogeneità di pensiero e punti di vista.

Un altro aspetto su cui si sarebbe potuto migliorare è la mancanza di un buon numero pianificatori urbani nel panel, ma, va ripetuto, gli esperti di questo settore sono oberati di lavoro in questo periodo, quindi non è intenzione di chi scrive muovere alcuna critica nei confronti degli esperti che hanno rifiutato di partecipare.

Infine, ci sono dei limiti riguardanti il questionario. Si potrebbe dire che non tutte le innovazioni siano state prese in considerazione dallo studio e di quelle presenti non tutti gli aspetti siano stati indagati. Tuttavia, vista la vastità dell'argomento e la complessità di immaginazione di scenari futuri, sarebbe impossibile racchiudere tutto in un unico studio.

I limiti evidenziati in questa ricerca possono essere di spunto per futuri studi, sia basati sul metodo Delphi che su altre metodologie. Per esempio, si potrebbe effettuare una serie di studi simili a questo coinvolgendo stakeholder di altri continenti e poi confrontare i risultati, per valutare come vengano percepite le diverse tecnologie e innovazioni da culture diverse e da paesi con avanzamento tecnologico differente.

4.4: Conclusioni

La logistica urbana è un settore che offre un servizio enorme alla comunità e genera lavoro e benessere. Nella società odierna, l'aumento del numero di merce trasportata, guidato dalla crescita esponenziale dell'e-commerce, ha amplificato tutti questi fattori e a sua volta ha generato una serie di problemi legati, tra le altre cose, all'impatto ambientale e alla congestione stradale. Questi problemi sono costantemente sotto l'attenzione dei decisori che cercano soluzioni per combatterli. Molte soluzioni a questi problemi prevedono che la logistica urbana subisca profondi cambiamenti per diventare più ecosostenibile. Per questo i player coinvolti si trovano nella situazione di doversi adattare, pur continuando a migliorare il proprio servizio. Allo stesso modo, anche i consumatori sono chiamati a fare un passo in avanti e a giocare il proprio ruolo in questa fase di cambiamento.

Per risolvere o quanto meno tamponare i problemi generati dal gran numero di mezzi commerciali che circolano nelle città, sono state selezionate diverse tecnologie che porterebbero cambiamenti più o meno radicali alla logistica urbana futura. L'implementazione di queste non è semplice, necessità di tempo, di investimenti e del superamento di barriere che ne bloccano la diffusione, che siano queste tecnologiche, normative o legate all'opinione delle persone, che devono metabolizzare dei cambiamenti sostanziali per poter accettare di utilizzarle.

Grazie a questo studio è stato possibile delineare uno scenario della logistica urbana del 2030 che agli occhi del panel sarà un ambiente più trasparente nei suoi meccanismi, incentrato sul continuo miglioramento e resiliente. Le tecnologie legate alla comunicazione fortificheranno la collaborazione tra player, sia pubblici che privati, e permetteranno di pianificare in modo più accurato e reagire in modo più reattivo, sempre con un occhio rivolto alla riduzione dell'impatto ambientale delle operazioni e all'aumento della sicurezza stradale. Altre tecnologie come i parcel locker, la crowd-logistics e in parte i droni, permetteranno di raggiungere i consumatori in pressoché ogni luogo e di adattare la consegna alle specifiche situazioni all'insegna dell'efficienza economica e dell'efficacia del servizio.

In conclusione, le sfide per questo settore sono tante e di nuove ne nascono quotidianamente. Il modo migliore per affrontarle è aumentando trasparenza, comunicazione tra player e sostenibilità delle operazioni.

Bibliografia e Sitografia

- Adam Manley, R. (2013). The policy Delphi: A method for identifying intended and unintended consequences of educational policy. *Policy Futures in Education*, 11(6), 755–768. <https://doi.org/10.2304/pfie.2013.11.6.755>
- Alves, R., Lima, R. da S., de Sena, D. C., de Pinho, A. F., & Holguín-Veras, J. (2019). Agent-based simulation model for evaluating urban freight policy to e-commerce. *Sustainability (Switzerland)*, 11(15), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su11154020>
- Archetti, C., Savelsbergh, M., & Speranza, M. G. (2016). The Vehicle Routing Problem with Occasional Drivers. *European Journal of Operational Research*, 254(2), 472–480. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.03.049>
- Arnold, F., Cardenas, I., Sörensen, K., & Dewulf, W. (2018). Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points. *European Transport Research Review*, 10(1). <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0272-6>
- Arvidsson, N., & Browne, M. (2013). A review of the success and failure of tram systems to carry urban freight: the implications for a low emission intermodal solution using electric vehicles on trams. *European Transport - Trasporti Europei*, 54, 1–18.
- Aurambout, J. P., Gkoumas, K., & Ciuffo, B. (2019). Last mile delivery by drones: an estimation of viable market potential and access to citizens across European cities. *European Transport Research Review*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0368-2>
- Boussier, J. M., Cucu, T., Ion, L., & Breuil, D. (2011). Simulation of goods delivery process. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 41(9), 913–930. <https://doi.org/10.1108/09600031111175852>
- Carbone, V., Rouquet, A., & Roussat, C. (2017). The Rise of Crowd Logistics: A New Way to Co-Create Logistics Value. *Journal of Business Logistics*, 38(4), 238–252. <https://doi.org/10.1111/jbl.12164>
- Chen, P., & Chankov, S. M. (2018). Crowdsourced delivery for last-mile distribution: An agent-based modelling and simulation approach. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2017-Decem*(1), 1271–1275. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290097>
- Chocholik, J. K., Bouchard, S. E., Tan, J. K. H., & Ostrow, D. N. (1999). The determination of relevant goals and criteria used to select an automated patient care information system: A Delphi approach. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 6(3), 219–233. <https://doi.org/10.1136/jamia.1999.0060219>
- Comín Bertrán, E. (1990). Validation of questionnaires. *Atencion Primaria / Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria*, 7(5), 386–390. [https://doi.org/10.1016/s2173-5743\(09\)70115-7](https://doi.org/10.1016/s2173-5743(09)70115-7)
- COMMISSIONE EUROPEA. (2011). *Libro bianco per i trasporti*.
- D.H., M. (1976). Centralisation of Inventories and the “Square Root Law.” *International Journal of Physical Distribution*, 6(3), 124–134. <https://doi.org/10.1108/eb014366>
- Dablanc, L. (2019). City Logistics. In *International Encyclopedia of Geography* (pp. 1–8). American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0137.pub2>
- Dalkey, N. (1969). An experimental study of group opinion: The Delphi method. In *Futures*

- (Vol. 1, Issue 5, pp. 408–426). [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(69\)80025-X](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(69)80025-X)
- Dente, B. (1990). *Le politiche pubbliche in Italia*. Il Mulino.
- Dewar, J. A., & Friel, J. A. (2013). Delphi Method. In S. I. Gass & M. C. Fu (Eds.), *Encyclopedia of Operations Research and Management Science* (pp. 406–408). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1153-7_229
- Dewar, R. D., & Dutton, J. E. (1986). The Adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis. *Management Science*, 32(11), 1422–1433. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.11.1422>
- Di Zio, S., & Pacinelli, A. (2011). Opinion convergence in location: A spatial version of the Delphi method. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1565–1578. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.09.010>
- Dorling, K., Heinrichs, J., Messier, G. G., & Magierowski, S. (2017). Vehicle Routing Problems for Drone Delivery. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 47(1), 70–85. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2582745>
- Electrification Coalition. (2010). Fleet electrification roadmap. *Electrification Coalition*, November, 1–78. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Fleet+Electrification+Roadmap#0>
- Ellis, D. (2020). Internal versus external European air market realities: the competitive divide. *European Transport Research Review*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00410-0>
- Engelking, C. (2015). *Drone Delivery Services Are Booming In China*. <https://www.discovermagazine.com/technology/drone-delivery-services-are-booming-in-china>
- European Commission. (2015). *Urban mobility*. https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility_en
- Exelentia.it. (n.d.). *Consegna e distribuzione merce a domicilio con i veicoli elettrici Exelentia*. <https://www.exelentia.it/veicoli-elettrici-consegne-logistica/>
- Feng, W., & Figliozzi, M. (2012). An economic and technological analysis of the key factors affecting the competitiveness of electric commercial vehicles: A case study from the USA market. *Transportation Research Part C Emerging Technologies*, 26, 135–145. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.06.007>
- Foltyński, M. (2014). Electric Fleets in Urban Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.007>
- Fosso Wamba, S., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165(January 2018), 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>
- Fritschy, C., & Spinler, S. (2019). The impact of autonomous trucks on business models in the automotive and logistics industry—a Delphi-based scenario study. *Technological Forecasting and Social Change*, 148(October), 119736. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119736>
- Generix. (2019). *Logistica urbana: una sfida importante per la supply chain*. <https://www.generixgroup.com/it/blog/logistica-urbana-sfida-supply-chain>

- Gina Chung, Gesing, B., Chaturvedi, K., & Bodenbenner, P. (2018). Logistics Trend Radar 2018/2019. *DHL Customer Solutions & Innovations, April*, 1–56. <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-trend-radar-widescreen.pdf>
- Gossler, T., Falagara Sigala, I., Wakolbinger, T., & Buber, R. (2019). Applying the Delphi method to determine best practices for outsourcing logistics in disaster relief. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 9(3), 438–474. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-06-2018-0044>
- Grime, M. M., & Wright, G. (2016). Delphi Method. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online, August*, 1–6. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07879>
- Häder, M., & Häder, S. (2000). *Die Delphi-Technik in den Sozialwissenschaften: Methodische Forschungen und innovative Anwendungen*. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-09682-5>
- Haidari, L. A., Brown, S. T., Ferguson, M., Bancroft, E., Spiker, M., Wilcox, A., Ambikapathi, R., Sampath, V., Connor, D. L., & Lee, B. Y. (2016). The economic and operational value of using drones to transport vaccines. *Vaccine*, 34(34), 4062–4067. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.06.022>
- Harford, T. (2014). *Big data: are we making a big mistake?* <https://www.ft.com/content/21a6e7d8-b479-11e3-a09a-00144feabdc0>
- Hasson, F., Keeney, S., & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), 1008–1015. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x>
- HDMotori.it. (n.d.). *UPS investe su Arrival ed ordina 10 mila furgoni elettrici*. <https://www.hdmotori.it/auto/articoli/n516173/ups-arrival-10000-furgoni-elettrici/>
- Hsu, C. C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 12(10), 1–8.
- Iwan, S., Kijewska, K., & Kijewski, D. (2014). Possibilities of Applying Electrically Powered Vehicles in Urban Freight Transport. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.010>
- James, L. R., Demaree, R. G., & Wolf, G. (1993). r-sub(wg): An assessment of within-group interrater agreement. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 306–309. <https://doi.org/10.1037//0021-9010.78.2.306>
- Jiang, L., & Mahmassani, H. (2014). City logistics. *Transportation Research Record*, 2410(August 2008), 85–95. <https://doi.org/10.3141/2410-10>
- Lachapelle, U., Burke, M., Brotherton, A., & Leung, A. (2018). Parcel locker systems in a car dominant city: Location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access. *Journal of Transport Geography*, 71(February), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.06.022>
- LaValle, S., Lesser, E., Shockley, R., Hopkins, M. S., & Kruschwitz, N. (2011). LaValle, Steve, et al. 2011 Big Data, analytics and the path from insights to value. *MIT Sloan Management Review*, 52(2), 21–31. <http://tuping.gsm.pku.edu.cn/Teaching/Mktrch/Readings/Big Data, Analytics and the Path from Insight to Value 2011.pdf>
- Lee, D.-Y., Thomas, V. M., & Brown, M. A. (2013). Electric Urban Delivery Trucks: Energy Use, Greenhouse Gas Emissions, and Cost-Effectiveness. *Environmental Science & Technology*, 47(14), 8022–8030. <https://doi.org/10.1021/es400179w>

- Lee, H. L., Chen, Y., Gillai, B., & Rammohan, S. (2016). Technological Disruption and Innovation in Last-Mile Delivery. *Stanford Business*, June, 1–26. <https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/vcii-publication-technological-disruption-innovation-last-mile-delivery.pdf>
- Leonardi, J., Browne, M., & Allen, J. (2012). Before-After Assessment of a Logistics Trial with Clean Urban Freight Vehicles: A Case Study in London. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 146–157. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.097>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22 140, 55.
- Linstone, H.A. and Turoff, M. (1975). The Delphi Method: Techniques and Applications. *Journal of Marketing Research*, 18(3). <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1145-z>
- MacLean, H. L., & Lave, L. B. (2003). Evaluating automobile fuel/propulsion system technologies. *Progress in Energy and Combustion Science*, 29(1), 1–69. [https://doi.org/10.1016/S0360-1285\(02\)00032-1](https://doi.org/10.1016/S0360-1285(02)00032-1)
- Małecki, K., Iwan, S., & Kijewska, K. (2014). Influence of Intelligent Transportation Systems on Reduction of the Environmental Negative Impact of Urban Freight Transport Based on Szczecin Example. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 215–229. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.021>
- Manville, C., Cochrane, G., Cave, J., Millard, J., Pederson, J.K., Thaarup, R.K., Liebe, A., Wissner, M., & Massink, R. and Kotterink, B. (2014). Mapping smart cities in the EU. *Democratic Credentials of the European Union: Background and Analysis*, 23–49. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET%282014%29507480_EN.pdf
- Manyika, J., Chui Brown, M., B. J., B., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Hung Byers, A. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity. *McKinsey Global Institute*, June, 156. https://bigdatawg.nist.gov/pdf/MGI_big_data_full_report.pdf
- Martins, V. W. B., Anholon, R., & Quelhas, O. L. G. (2019). Sustainable Transportation Methods. In W. Leal Filho (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education* (pp. 1847–1853). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11352-0_192
- Mason, K. J., & Alamdari, F. (2007). EU network carriers, low cost carriers and consumer behaviour: A Delphi study of future trends. *Journal of Air Transport Management*, 13(5), 299–310. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2007.04.011>
- McKenna, H. P. (1994). The Delphi technique: a worthwhile research approach for nursing? *Journal of Advanced Nursing*, 19(6), 1221–1225. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.1994.tb01207.x>
- Mckinnon, A. (2016). *Crowdshipping: a Communal Approach to Reducing Urban Traffic Levels? Effects of journal rankings on logistics research View project SOLUTIONS View project*. September. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20271.53925>
- Mckinnon, A. C. (2016). The possible impact of 3D printing and drones on last-mile logistics: An exploratory study. *Built Environment*, 42(4), 617–629. <https://doi.org/10.2148/benv.42.4.617>
- Mehmood, R., Meriton, R., Graham, G., Hennelly, P., & Kumar, M. (2017). Exploring the influence of big data on city transport operations: a Markovian approach. *International Journal of Operations and Production Management*, 37(1), 75–104.

<https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2015-0179>

- Mitroff, I. I., & Turoff, M. (2002). Philosophical and Methodological Foundations of Delphi. *The Delphi Method: Techniques and Applications*, 17–34. [https://doi.org/Cited By \(since 1996\) 21\Export Date 8 January 2013](https://doi.org/Cited%20By%20(since%201996)%20Export%20Date%208%20January%202013)
- Mladenow, A., Bauer, C., & Strauss, C. (2015). Crowdsourcing in logistics: Concepts and applications using the social crowd. *17th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications and Services, IiWAS 2015 - Proceedings, December*. <https://doi.org/10.1145/2837185.2837242>
- Nesterova, N., Quak, H., Balm, S., Roche-Cerasi, I., & Tretvik, T. (2013). *Project FREVUE deliverable D1. 3: State of the art of the electric freight vehicles implementation in city logistics*. 19(5).
- Nowack, M., Endrikat, J., & Guenther, E. (2011). Review of Delphi-based scenario studies: Quality and design considerations. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1603–1615. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.03.006>
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information and Management*, 42(1), 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Pelletier, S., Jabali, O., & Laporte, G. (2016). Goods distribution with electric vehicles: Review and research perspectives. *Transportation Science*, 50(1), 3–22. <https://doi.org/10.1287/trsc.2015.0646>
- Pronello, C., Camusso, C., & Valentina, R. (2017). Last mile freight distribution and transport operators' needs: which targets and challenges? *Transportation Research Procedia*, 25, 888–899. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.464>
- Punel, A., Ermagun, A., & Stathopoulos, A. (2018). Studying determinants of crowd-shipping use. *Travel Behaviour and Society*, 12(March), 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.03.005>
- Qualita PA - Tecnica Delphi*. (n.d.). Retrieved September 30, 2020, from <http://qualitapa.gov.it/sitoarcheologico/relazioni-con-i-cittadini/utilizzare-gli-strumenti/tecnica-delphi/>
- Raskin, M. S. (1994). The Delphi Study in Field Instruction Revisited: Expert Consensus on Issues and Research Priorities. *Journal of Social Work Education*, 30(1), 75–89. <https://doi.org/10.1080/10437797.1994.10672215>
- Rayens, M. K., & Hahn, E. J. (2000). Building Consensus Using the Policy Delphi Method. *Policy, Politics, & Nursing Practice*, 1(4), 308–315. <https://doi.org/10.1177/152715440000100409>
- Rougès, J.-F., & Montreuil, B. (2014). Crowdsourcing Delivery : New Interconnected Business Models to Reinvent Delivery. *1st International Physical Internet Conference*, 1, 1–19.
- Rouse, M. (2012). *Guide to big data analytics, tools, trends and best practices*. <https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/big-data-analytics>
- Rowe, G., & Wright, G. (2011). The Delphi technique: Past, present, and future prospects - Introduction to the special issue. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1487–1490. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.09.002>
- Russom, P. (2011). *The Three Vs of Big Data Analytics: TDWI*.

- Schliwa, G., Armitage, R., Aziz, S., Evans, J., & Rhoades, J. (2015). Sustainable city logistics - Making cargo cycles viable for urban freight transport. *Research in Transportation Business and Management*, 15, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.02.001>
- Seagate. (2018). *The Digitization of the World From Edge to Core - DATA AGE 2025*. <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>
- Shaheen, S. A., Chan, N. D., & Gaynor, T. (2016). Casual carpooling in the San Francisco Bay Area: Understanding user characteristics, behaviors, and motivations. *Transport Policy*, 51, 165–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.003>
- Simoni, M. D., Marcucci, E., Gatta, V., & Claudel, C. G. (2020). Potential last-mile impacts of crowdshipping services: a simulation-based evaluation. *Transportation*, 47(4), 1933–1954. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10028-4>
- Soliani, L. (2005). Capitolo XV - TEST NON PARAMETRICI PER PIU' CAMPIONI. *Statistica Univariata E Bivariata Parametrica E Non-Parametrica Per Le Discipline Ambientali E Biologiche*.
- SurveyMonkey. (n.d.). *Scale di valutazione delle indagini: elenchi numerati e con parole a confronto*. <https://it.surveymonkey.com/mp/presenting-your-rating-scales-numbered-versus-worded-lists/>
- Tachizawa, E. M., Alvarez-Gil, M. J., & Montes-Sancho, M. J. (2015). How “smart cities” will change supply chain management. *Supply Chain Management*, 20(3), 237–248. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2014-0108>
- Taefi, T., Kreutzfeldt, J., Held, T., & Fink, A. (2016). Supporting the Adoption of Electric Vehicles in Urban Road Freight Transport – A Multi-Criteria Analysis of Policy Measures in Germany. *Transportation Research Part A General*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.06.003>
- Turoff, M. (1970). The Design for a Policy Delphi. *Technological Forecasting & Social Change*, 2, 149–172.
- UNESCO. (2013). Global Media and Information Literacy Assessment Framework: Country Readiness and Competences. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)*, 152. www.unesco.org/...information/ (accessed 17 April 2018)
- Von Der Gracht, H. A., & Darkow, I. L. (2010). Scenarios for the logistics services industry: A Delphi-based analysis for 2025. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 46–59. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.013>
- Wang, Y., Zhang, D., Liu, Q., Shen, F., & Lee, L. H. (2016). Towards enhancing the last-mile delivery: An effective crowd-tasking model with scalable solutions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 93, 279–293. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.06.002>
- Wanganoo, L., & Patil, A. (2020). Preparing for the smart cities: IoT enabled last-mile delivery. *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2020*, 9–14. <https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118197>
- Wani, U. (2019). *An introduction to IoT , its architecture and various protocols . CHAPTER. August*.
- Weltevreden, J. W. J. (2008). B2c e-commerce logistics: the rise of collection-and-delivery points in The Netherlands. *International Journal of Retail & Distribution Management*,

36(8), 638–660. <https://doi.org/10.1108/09590550810883487>

White, M. (2012). Digital workplaces: Vision and reality. *Business Information Review*, 29(4), 205–214. <https://doi.org/10.1177/0266382112470412>

Woudenberg, F. (1991). An evaluation of Delphi. *Technological Forecasting and Social Change*, 40(2), 131–150. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(91\)90002-W](https://doi.org/10.1016/0040-1625(91)90002-W)

Yoo, H. D., & Chankov, S. M. (2019). Drone-delivery Using Autonomous Mobility: An Innovative Approach to Future Last-mile Delivery Problems. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2019-Decem*, 1216–1220. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607829>

Zenezini, G., Lagorio, A., Pinto, R., Marco, A. De, & Golini, R. (2018). The Collection-And-Delivery Points Implementation Process from the Courier, Express and Parcel Operator's Perspective. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 594–599. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.383>