



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea triennale in INGEGNERIA MECCANICA

**PROCEDURE DI RISK POOLING PER LE AZIENDE MANUFATTURIERE**

**RISK POOLING PROCEDURES FOR MANUFACTURING COMPANIES**

Relatore: Chiar.mo

Prof. Ing. Filippo Emanuele

Ciarapica

Tesi di Laurea di:

Caterina Babini

Correlatore: Chiar.mo

Ing. Giulio Marcucci

A.A.2019/2020

# INDICE

## Sommario

1	Introduzione.....	1
2	Risk pooling .....	3
2.1	Origini del concetto.....	3
2.2	Risk pooling finanziario .....	3
2.3	Risk pooling supply chain .....	9
2.4	Cenni sulle “Collaborative networks” .....	14
3	Literature review.....	15
3.1	Fattori che influenzano il “risk sharing” .....	15
3.2	Fattori che influenzano il “risk pooling” .....	22
3.3	Fattori che influenzano le “collaborative networks” .....	29
4	Discussione.....	38
5	Conclusioni .....	41
	Bibliografia.....	42

# 1 Introduzione

Il “risk pooling”, letteralmente “mutualizzazione del rischio”, è una tecnica assicurativa utilizzata per ridurre il rischio di un investimento. Alla base vi è l’idea della diversificazione del rischio, ovvero la possibilità di ripartire il rischio in più parti, metaforicamente si può dire che se mettiamo tutte le uova in un paniere, corriamo il rischio che, cadendo, si rompano tutte, meglio quindi dividere le uova in più panieri. In letteratura lo stesso argomento si può trovare anche sotto il termine di “risk sharing”.

È possibile studiare il “risk pooling” anche sotto un altro punto di vista, quello produttivo industriale, in particolare la gestione di una catena di distribuzione. In questo caso un rischio inferiore corrisponde generalmente ad un numero minore di scorte di sicurezza stoccate nei magazzini.

Il lavoro svolto per questa tesi è stato quello di effettuare una ricerca letteraria sull’argomento sopra citato, utilizzando database scientifici quali: Scopus, Web of Science e principalmente Elsevier Sciencedirect.

La ricerca si è dapprima concentrata sulla sfera finanziaria, focalizzandosi sul concetto matematico di “risk pooling” e su esempi concreti di utilizzo della pratica di mutualizzazione. Sono stati analizzati in particolare il caso dell’isola Barbados e dello stato del Messico, entrambi caratterizzati da rischi di natura ambientale, come uragani e terremoti.

Dal punto di vista della catena di distribuzione invece, la ricerca si è diretta verso l'approfondimento delle metodologie per raggiungere il "risk pooling" come sostituzione diretta del prodotto, componenti comuni, trasbordo e rinvio.

La tesi è composta da cinque capitoli compresa questa introduzione.

Nel secondo capitolo viene analizzato il concetto di "risk pooling" e le sue origini. Il terzo capitolo presenta una revisione della letteratura con una classificazione dei fattori che influenzano il "risk pooling", il "risk sharing" e le "collaborative network". Nel quarto capitolo si discutono i risultati della ricerca. Il quinto capitolo tratta le conclusioni dello studio.

## 2 Risk pooling

In questo capitolo si affronta il concetto di “risk pooling” negli ambiti di assicurazione finanziaria e catena di distribuzione (“supply chain”).

### 2.1 Origini del concetto

Le prime polizze assicurative risalgono a circa 5000 anni fa e venivano utilizzate per proteggere i mercantili nel caso di perdita del carico e il relativo equipaggio. Per gli investitori la condivisione del rischio rappresentava la possibilità di distribuire i rischi in modo più uniforme tra loro, pagando una quota più piccola.

A livello di catena di distribuzione Eppen nel 1979 è il primo a parlare di “risk pooling” affermando che il costo di un inventario centralizzato è inferiore alla somma dei costi di inventari decentralizzati.

### 2.2 Risk pooling finanziario

Come accennato nell'introduzione il “risk pooling” è la pratica di condivisione dei rischi da parte di un gruppo di individui o compagnie assicurative, che versando una quota più bassa, distribuiscono il rischio tra i partecipanti. Le ipotesi necessarie per la riuscita del “risk pooling” sono che la popolazione sia omogenea rispetto al rischio e i rischi individuali non siano correlati (rischi indipendenti).

Facciamo un esempio. Ipotizziamo una popolazione omogenea dove ciascun individuo ha un reddito di lavoro di 1.000 e può subire, con una probabilità del 50%, un danno di 1.000. Il valore atteso del reddito per ciascun individuo sarà dato dalla somma dei valori del reddito moltiplicato per la probabilità di essere assunto:

$$(1.000 \cdot 0,5) + (0 \cdot 0,5) = 500$$

La varianza, definita come la media dei quadrati degli scarti dei singoli valori dalla loro media aritmetica, è:

$$0,5 \cdot (1.000 - 500)^2 + 0,5 \cdot (0 - 500)^2 = 250.000$$

La deviazione standard o scarto quadratico medio è pari a

$$\sqrt{250.000} = 500$$

Ora, due individui di questa popolazione si accordano in questa maniera: ciascuno mette in una “cassa comune” i redditi percepiti e ciascuno percepisce il reddito medio della cassa comune. In questo caso esistono quattro possibili esiti.

	Individuo 2 sano Reddito 1.000	Individuo 2 danneggiato Reddito 0
Individuo 1 sano Reddito 1.000	Reddito medio: 1.000	Reddito medio: 500
Individuo 1 danneggiato Reddito 0	Reddito medio: 500	Reddito medio: 0

Con l'ipotesi di rischi indipendenti, la probabilità del danno totale è uguale al prodotto della probabilità dei danni individuali:  $0,5 \cdot 0,5 = 0,25$

Valore atteso:

$$(0.25 \cdot 1.000) + (0.25 \cdot 500) + (0.25 \cdot 500) + (0.25 \cdot 0) = 500$$

Varianza:

$$0.25(1.000 - 500)^2 + 0.25(500 - 500)^2 + 0.25(500 - 500)^2 + 0.25(0 - 500)^2 \\ = 125.000$$

Deviazione standard:

$$\sqrt{125.000} = 353,55$$

Si può notare come il reddito atteso non sia cambiato rispetto all'assenza di Risk Pooling, mentre la varianza del reddito atteso si è ridotta e il rischio individuale è diminuito.

Quando una compagnia assicurativa utilizza il risk pooling, la varianza dei risarcimenti può essere azzerata se il numero degli assicurati è sufficientemente grande. Se la varianza è nulla, l'impresa guarda solo al profitto atteso.

Se i ricavi attesi sono pari al valore atteso dei premi complessivamente pagati dagli assicurati allora, in assenza di spese generali o costi amministrativi, i costi attesi saranno uguali ai risarcimenti attesi. In questo caso l'impresa raccoglie un premio

complessivo pari alla perdita sociale e lo redistribuisce come risarcimento a chi è stato sfavorevolmente colpito dal caso.

Una strategia promettente per diversificare più efficacemente i rischi è attraverso accordi intergovernativi di pooling dei rischi.

Nel caso in cui una compagnia assicurativa con capitale limitato scelga di risarcire grandi rischi, è necessario che si protegga dalla possibile insolvenza diversificando il proprio portafoglio, limitando l'esposizione e trasferendo eventualmente il proprio rischio alla riassicurazione globale e ai mercati finanziari. Quest'ultima opzione può risultare più ostica a causa della difficoltà di accesso ai mercati della riassicurazione, costringendo molti assicuratori ad operare con scarsi accordi di sostegno finanziario.

Una simile situazione si verifica per i governi dei paesi in via di sviluppo, in particolare quelli dei piccoli stati, che si trovano a pagare prezzi internazionali soggetti a fluttuazioni causate altrove. Ad esempio, l'isola caraibica Barbados, che è uno dei pochi paesi che assicura infrastrutture pubbliche, ha subito un aumento di 10 volte del premio assicurativo dopo l'uragano Andrew nel 1992, nonostante le Barbados non si trovino in un grande percorso di uragano.

Gli Stati insulari dei Caraibi nel 2007 hanno costituito il primo pool assicurativo di catastrofi multinazionali al mondo per fornire ai governi liquidità immediata a seguito di uragani o terremoti. La CCRIF (Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility) è entrata in funzione nel giugno dello stesso anno con la partecipazione di 16 paesi dei Caraibi, i cui governi hanno contribuito con risorse che vanno da \$200.000 a \$4 milioni a seconda dell'esposizione del loro paese specifico a terremoti e uragani.

Il finanziamento iniziale da parte delle organizzazioni di donatori ha fornito supporto per i costi di avvio e ha contribuito a capitalizzare il pool. Questa manovra prevede il trasferimento dei rischi che la struttura non può trattenere sui mercati finanziari internazionali mediante riassicurazione o altri strumenti finanziari (ad esempio obbligazioni di catastrofe). L'accumulo di riserve nel tempo uniti ai versamenti dei donatori dovrebbe ridurre la dipendenza della struttura dal trasferimento del rischio esterno. Se le perdite totali assicurate superano la sua capacità di pagamento dei sinistri, i pagamenti saranno ripartiti in base all'importo totale dei sinistri previsti rispetto ai fondi disponibili rimanenti. I governi delle Bermuda, del Canada, della Francia, del Regno Unito, nonché della Caribbean Development Bank e della Banca mondiale qualche anno fa hanno impegnato un totale di 47 milioni di dollari USA nel fondo di riserva CCRIF.

Parte di questo finanziamento viene utilizzata per aiutare gli stati insulari a basso reddito, come Haiti, a pagare il premio richiesto.

Un criterio chiave per l'iniziativa dei Caraibi è stato che l'uragano (e in misura minore il rischio sismico) è stato considerato non diversificabile dai paesi esposti e difficile da diffondere per un solo paese. Il pool di rischi regionali ha ridotto i costi e migliorato la cooperazione. I rischi sono quindi stati considerati non correlati e la variabilità in un pool è risultata inferiore alla variabilità combinata dei singoli stati. La correlazione tra i singoli stati varia da zero all'88% per gli uragani.

Un altro caso di interesse è quello riguardante la situazione del Messico. In questo caso data la posizione soggetta principalmente a terremoti, nel 1994 viene approvata una

legislazione che richiede l'assicurazione di beni pubblici federali, statali e comunali. In seguito nel 1996 le autorità hanno creato un programma di gestione dei rischi finanziari (FONDEN) e hanno iniziato a finanziare le spese per catastrofi potenziali. All'interno del programma, inoltre, è stato costituito un fondo di riserva che ha accumulato il budget disastroso non speso di ogni anno. Nel tempo però le risorse del budget di FONDEN sono diminuite e, nel 2005, dopo la grave stagione degli uragani che ha colpito gran parte del Messico costiero, il fondo è stato esaurito. L'incertezza associata a FONDEN nel fornire sufficienti finanziamenti post-catastrofi ha portato i funzionari del Ministero delle finanze a considerare la copertura contro gli shock naturali di calamità.

Una valutazione della loro vulnerabilità finanziaria ha fornito la piattaforma da cui le autorità hanno pianificato le misure di gestione dei rischi finanziari. Basando la loro analisi sulle richieste e le spese passate di FONDEN, il personale del Ministero delle finanze messicano ha fissato una soglia di vulnerabilità a circa \$ 500 milioni, al di sopra della quale il fondo non sarebbe in grado di coprire gli esborsi post-catastrofe. Questo importo è stato calcolato come la somma della spesa media dei FONDEN negli ultimi anni (circa 4 miliardi di pesos o \$ 310 milioni) più una deviazione standard (2400 milioni di pesos o circa \$ 190 milioni). Se si verificasse un disastro che richiedesse esborsi oltre tale somma, si prevede che FONDEN non sarebbe in grado di adempiere ai propri obblighi legali di risposta e soccorso e che sarebbero necessarie ulteriori fonti. Pertanto, FONDEN sarebbe finanziariamente vulnerabile oltre tale perdita.

Per trasferire questo livello di rischio, è stato intrapreso dal governo nel 2006 un mix di riassicurazione e un legame catastrofale (collegato a un innesco fisico, ovvero all'entità del terremoto) con una copertura totale di \$ 450 milioni in un periodo di 3 anni (2007-2009). L'operazione parametrica del rischio del settore pubblico è stata ovviamente accettata dal mercato e quindi la copertura finanziaria è stata fornita dal cat-bond e dalla riassicurazione. Transazioni come il cat-bond messicano costituiranno probabilmente un precedente importante in tutto il mondo per proteggere i governi e le megalopoli dei paesi in via di sviluppo altamente esposti e in transizione dai rischi finanziari di catastrofi estreme, garantendo così la loro capacità di sostenere il recupero di cittadini vulnerabili.

### 2.3 Risk pooling supply chain

Il concetto di "risk pooling" associato ad una rete di distribuzione di prodotti è conseguente a quello nell'ambito finanziario, vale quindi ancora l'ipotesi di rischi non correlati. Se il rischio degli oggetti è indipendente l'uno dall'altro, un rischio elevato di un oggetto compenserà il rischio basso di un altro oggetto. Il vantaggio fondamentale del pooling dei rischi nella gestione della catena di approvvigionamento è che un rischio inferiore generalmente equivale a un minore numero di scorte di sicurezza. Grazie a scorte di sicurezza inferiori, la condivisione dei rischi può ridurre i costi di trasporto dell'inventario senza sacrificare i livelli di servizio.

È stato osservato che i modelli di localizzazione delle strutture che tengono conto dei costi di inventario tendono a produrre soluzioni con meno strutture aperte rispetto

alle soluzioni con modelli di localizzazione classici. D'altro canto, il rischio di interruzioni porta a soluzioni che hanno strutture più aperte rispetto ai modelli classici, a causa dell'effetto di diversificazione del rischio. È necessario quindi analizzare e ricercare il giusto equilibrio tra queste due tendenze concorrenti.

Esistono due tipi di inventario all'interno della catena di approvvigionamento: lo stock (scorte) di sicurezza e l'inventario corrente. Il primo viene utilizzato per far fronte alla variazione della domanda. Il centro di distribuzione, mantenendo le scorte di sicurezza dei rivenditori, ottiene più benefici in termini di pooling di rischi. Il secondo dipende dal tempo di riordino, dalle dimensioni della spedizione e dalla domanda giornaliera presso il rivenditore ed è tenuto congiuntamente dal centro di distribuzione e dai rivenditori.

Il risk pooling può essere quindi utilizzato per consolidare l'inventario tra diverse posizioni, aggregando la domanda presso una struttura comune che sia in grado di coprire le conseguenze dell'incertezza della domanda. Possono essere definiti almeno quattro metodi per raggiungere questo scopo: sostituzione diretta del prodotto, componenti comuni, trasbordo e rinvio.

Per sostituzione diretta del prodotto si intende dire che, per ogni coppia di prodotti si può definire un numero di clienti disposti ad accettare un prodotto al posto dell'altro, se il primo non è disponibile. In questa maniera si riesce a creare un raggruppamento della domanda, incoraggiando i clienti ad esplicitare una seconda scelta nel caso la prima non sia disponibile. Sarà quindi il venditore a prendere la decisione della sostituzione assegnando il prodotto ai clienti in base alla volontà di accettare sostituti.

Questo metodo risulta efficace anche in caso di interruzione della fornitura dovuta a fenomeni non controllabili, come raccolti andati a male o disastri naturali, o ad aumenti dei prezzi da parte dei produttori. Da notare il caso del discount francese E. Leclerc e il suo rifiuto ad aumentare il prezzo della Coca Cola nel 2018 che ha portato il rivenditore a sostituire il famoso prodotto per diverse settimane.

La modalità per componenti comuni è opportuna nel caso di prodotti che possono utilizzare dei componenti comuni al posto di pezzi unici, come nel caso del mercato elettronico (alimentatori, etc). Con la comunanza, la domanda è raggruppata in un numero inferiore di componenti, riducendo il numero richiesto di ordini. Questa porta ad una riduzione dei costi di ordinazione e di trasporto e, a parità di livello di servizi, ad un ridotto numero di scorte di sicurezza. È stato inoltre dimostrato che la comunanza può essere vantaggiosa anche se il componente comune è più costoso dei componenti che sostituisce.

Nel caso del trasbordo, o trasferimento, il prodotto viene spedito da un luogo che presenta un surplus verso un altro luogo che presenta una carenza. Il vantaggio principale delle azioni di trasferimento è una migliore corrispondenza dell'inventario e della domanda in diverse località. Nonostante i trasferimenti aumentino i costi di trasporto in maniera significativa, questa metodologia migliora i livelli di servizio senza dover trasportare scorte di sicurezza nei punti vendita. Un passaggio necessario in questa metodologia è l'analisi delle previsioni della domanda iniziale, che viene effettuata sulla base di dati storici o analisi di esperti. I rivenditori che possono ottenere informazioni sulla domanda molto aggiornate dovrebbero trarre vantaggio

dal trasbordo per ridurre i rischi di inventario. Qualsiasi opportunità di riallocare gli ordini iniziali in base a previsioni aggiornate aiuta i rivenditori a migliorare il bilancio delle scorte e aumentare i loro profitti.

Esistono due tipi di trasferimenti che si differenziano per le tempistiche di trasporto. I trasferimenti di emergenza (o reattivi), dove si risponde alla mancanza di scorte di un punto di vendita con l'inventario di un altro. Questi sono tipici di sistemi di distribuzione di pezzi di ricambio. I trasferimenti preventivi (o proattivi) operano a livello di redistribuzione degli inventari prima che la domanda si presenti, più utilizzato nel caso di scorte periodiche di revisione.

L'ultimo metodo da considerare è quello del rinvio, che rappresenta una strategia molto promettente dal punto di vista dell'incertezza della domanda. Si possono identificare tre tipologie di rinvio: rinvio della forma, rinvio logistico e rinvio completo. Il rinvio della forma consiste nel conservare un prodotto in una generica forma il più a lungo possibile e di rinviare la specializzazione del prodotto a un punto successivo della catena. Il rinvio logistico consente di ritardare i cambiamenti delle scorte all'interno della catena di approvvigionamento, distribuendo il prodotto finalizzato direttamente alle aree di vendita. Il rinvio completo è una combinazione delle due tipologie già citate.

Gli sviluppi nelle catene di approvvigionamento hanno causato problemi ambientali come l'aumento del consumo delle risorse e la produzione di inquinamento, esse infatti rappresentano il 22% dell'emissioni globali di CO<sub>2</sub>. Uno dei metodi per ottenere una catena di approvvigionamento efficiente e ecologica consiste nell'incorporare le

strategie di rinvio insieme alla modularizzazione dei prodotti e dei processi. Le strategie di rinvio, infatti, consentono la produzione di più prodotti riducendo allo stesso tempo il consumo di risorse e la produzione di rifiuti. Tuttavia, esiste la possibilità che l'utilizzo di questo metodo aumenti il consumo di energia nei trasporti o nell'inventario. Ciò potrebbe aggravare le problematiche ambientali nonostante lo sforzo di ottenere una maggiore efficienza e flessibilità. Bisogna pertanto prestare attenzione nello studio e progettazione di una catena di approvvigionamento.

La scelta finale di una strategia rispetto ad un'altra potrebbe essere influenzata dalla predisposizione al rischio di chi sceglie. Mentre un decisore neutrale al rischio potrebbe favorire strategie che massimizzano solo il profitto, i decisori avversi al rischio potrebbero tendere a favorire strategie che portano a profitti leggermente inferiori ma riducono i rischi. Pertanto, deve essere affrontato il compromesso tra massimizzazione del profitto e minimizzazione del rischio.

## 2.4 Cenni sulle “Collaborative networks”

Una rete collaborativa è costituita da una varietà di entità (ad esempio, organizzazioni e persone) che sono in gran parte autonome, geograficamente distribuite ed eterogenee per quanto riguarda l’ambiente operativo, la cultura, il capitale sociale e gli obiettivi. Questa rete collaborativa deriva dalla convinzione condivisa che insieme i membri della rete possano raggiungere meglio obiettivi che non sarebbero possibili (o avrebbero costi più elevati) se tentati da loro individualmente.

Alcuni elementi per misurare le prestazioni della rete collaborativa sono, l'input della collaborazione, ovvero il contributo di ciascun membro della rete; il meccanismo della collaborazione, ovvero le qualità dell'interazione tra i membri della rete (decisioni strategiche, attività gestionali e operative); l'output della collaborazione, ovvero i risultati delle attività di collaborazione.

### 3 Literature review

In questo capitolo è presente una revisione della letteratura con un approfondimento dei fattori che influenzano il “risk sharing”, il “risk pooling” e i “collaborative networks”.

Per semplificare la trattazione ci si riferisce al termine “risk sharing” per trattare la condivisione dei rischi in ambito finanziario.

Le tabelle riportate sono così strutturate: nella prima riga si trovano gli articoli esaminati; con una X sono segnalati i fattori che si riscontrano nel paper; nella bibliografia sottostante sono evidenziate le sezioni in cui è possibile rintracciare il fattore.

#### 3.1 Fattori che influenzano il “risk sharing”

- a. Avversione al rischio: comportamento dei consumatori e degli investitori che, se esposti all'incertezza, tentano di ridurre tale incertezza. Le preferenze di rischio dipendono da una grande quantità di determinanti, ma, al fine di facilitarne l'attuazione, la letteratura classica li riassume in un unico coefficiente di avversione al rischio.
- b. Aggregazione dei rischi: combinazione di una serie di rischi in un unico rischio per sviluppare una comprensione più completa del rischio complessivo. Nel contesto della gestione del rischio di investimento, un rischio aggregato è spesso inteso come una funzione (in genere la somma) di variabili casuali. L'aggregazione dei rischi si riferisce al processo di studio e misurazione della distribuzione di probabilità congiunta delle variabili casuali

- c. Presenza/persistenza degli shock: shock che hanno effetti permanenti a livello di prezzi di materie prime. Riguardo a questo fattore è stato anche considerato come shock la mancanza di lavoro all'interno delle famiglie e le conseguenti implicazioni per il risparmio e l'offerta di lavoro e la mancanza di liquidità.
- d. Eterogeneità della popolazione: una popolazione eterogenea è quella in cui ogni membro ha un valore diverso. In campo finanziario, l'eterogeneità è un fattore svantaggioso. Pertanto vengono generalmente applicati dei vincoli nelle formulazioni matematiche.
- e. Disponibilità delle informazioni: la disponibilità delle informazioni garantisce che le persone possano accedere alle informazioni ogni volta che ne hanno bisogno. Quando gli agenti hanno funzioni di utilità con avversione assoluta al rischio non crescente, una divulgazione intermedia più informativa migliora la condivisione del rischio fornita. In base alle nuove regole contabili, gli istituti finanziari dovranno utilizzare le informazioni storiche, le condizioni attuali e le previsioni ragionevoli per stimare la perdita attesa durante la vita del prestito. Nella tabella sono stati considerati anche papers che oggettivamente presentavano ampia o scarsa disponibilità di informazioni.
- f. Analisi del rischio: l'analisi del rischio è un processo che consente di identificare e gestire i potenziali problemi che potrebbero minare le iniziative o i progetti aziendali. Può risultare necessario un quadro di quantificazione del rischio in grado di integrare le crescenti perdite indotte dallo sviluppo economico, nonché la possibile crescita della frequenza e della gravità delle perdite dovute al cambiamento climatico. Il quadro deve quantificare il livello di incertezza correlato agli effetti dei cambiamenti climatici al fine di incorporare l'impatto dell'incertezza nella decisione di investimento.

- g. Flessibilità dell'investimento: obiettivo o politica di investimento che consente all'azienda di investire in una gamma di attività. La flessibilità nel processo decisionale è stata ampiamente riconosciuta per svolgere un ruolo importante nell'adattamento in caso di incertezza dei cambiamenti climatici.
- h. Incertezza della domanda: si verifica quando un'impresa o un settore non è in grado di prevedere con precisione la domanda dei consumatori per i suoi prodotti o servizi. La maggiore incertezza di produzione ha un impatto negativo sui parametri di coordinamento, rispettivamente come prezzo di riacquisto e prezzo di esercizio in caso di riacquisto e contratto di opzione. Per affrontare questi problemi, è stato proposto uno speciale contratto di condivisione del rischio per gestire sia i rischi di sovrapproduzione che di sottoproduzione dell'azienda.
- i. Ruolo di terzi: ruolo del governo o delle banche. In particolare le banche hanno accesso a tecnologie di investimento sia a breve che a lungo termine, ma gli agenti hanno accesso solo alla tecnologia a breve termine.
- j. Rischi climatici: valutazioni dei rischi basate sull'analisi formale delle conseguenze, delle probabilità e delle risposte agli impatti dei cambiamenti climatici. Gli assicuratori possono addebitare premi più elevati quando il rischio non può essere stimato con precisione, ad esempio a causa degli impatti incerti dei cambiamenti climatici, per ridurre il loro rischio di insolvenza o quando i rischi sono elevati. Per far fronte ai rischi catastrofici derivanti da pericoli naturali, tecnologici e ambientali, è necessario caratterizzare i modelli di possibili catastrofi, la loro posizione geografica e i tempi.

	Factors	Definition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
a	Risk aversion	Behavior of consumers and investors, who, when exposed to uncertainty, attempt to lower that uncertainty	X	X		X		X	X		X									X					X		X			X		
b	Risk aggregation	Different risks are considered jointly in order to obtain a integrated risk profile							X					X	X																	
c	Presence/persistence of the shocks	Shock that have permanent effects on the level of commodity prices				X						X	X			X						X			X							
d	Heterogeneity of the population	Heterogeneity means that your populations, samples or results are different. A heterogeneous population is one where every member has a different value	X	X									X						X	X	X	X		X	X			X	X			X
e	Availability of information	Information availability ensures that people can access information whenever they need it.				X			X		X							X	X		X								X		X	X
f	Risk analysis	Risk Analysis is a process that helps you identify and manage potential problems that could undermine key business initiatives or projects.			X		X								X		X															
g	Investment flexibility	Investment objective/policy which allows the company to invest in a range of asset types					X																X			X						
h	Demand uncertainty	It occurs during times when a business or an industry is unable to accurately predict consumer demand for its products or services									X												X								X	
i	Role of outsiders	Government or banks role				X																							X			
j	Climate risks	Risk assessments based on formal analysis of the consequences, likelihoods and responses to the impacts of climate change					X																		X	X						X

1. Suen, R. M. (2018). Standard risk aversion and efficient risk sharing. *Economics Letters*, 173, 23-26.  
[section 3]
2. Díaz, A., & Esparcia, C. (2019). Assessing risk aversion from the investor's point of view. *Frontiers in Psychology*, 10, 1490.  
[Background, paragraph 1,2 a; paragraph 2 d]
3. Gómez-Fuster, J. M., & Jiménez, P. (2020). Probabilistic risk modelling for port investments: A practical approach. *Case Studies on Transport Policy*.  
[Section 2]
4. Chen, Y., & Du, K. (2020). The role of information disclosure in financial intermediation with investment risk. *Journal of Financial Stability*, 46, 100720.  
[Section 1 a; section 2.1 c, section 2.2, 3 e, section 2.1 i]
5. Truong, C., Trück, S., & Mathew, S. (2018). Managing risks from climate impacted hazards–The value of investment flexibility under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 269(1), 132-145.  
[Section 2.2 f, section 2.2-2.5 g, section 2.1 j]
6. Ghirardato, P., & Siniscalchi, M. (2018). Risk sharing in the small and in the large. *Journal of Economic Theory*, 175, 730-765.  
[Section 2]
7. Laczó, S. (2014). Does risk sharing increase with risk aversion and risk when commitment is limited?. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 46, 237-251.  
[Section 3.2 b(x), section 3.1 b(o), section 1 a]
8. Denderski, P., & Stoltenberg, C. A. (2020). Risk sharing with private and public information. *Journal of Economic Theory*, 186, 104988.  
[Section 3.3]
9. Adhikari, A., Bisi, A., & Avittathur, B. (2020). Coordination mechanism, risk sharing, and risk aversion in a five-level textile supply chain under demand and supply uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 282(1), 93-107.  
[Section 2.3, 3.6 a, section 3.5 h]
10. Pontines, V. (2020). A provincial view of consumption risk sharing in Korea: Asset classes as shock absorbers. *Journal of the Japanese and International Economies*, 55, 101063.  
[Section 1 e, section 3.1 c]

11. Huber, K., & Winkler, E. (2019). All you need is love? Trade shocks, inequality, and risk sharing between partners. *European Economic Review*, 111, 305-335.  
[Section 3]
12. Bjørnsen, K., & Aven, T. (2019). Risk aggregation: What does it really mean?. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106524.  
[Section 4]
13. Zhou, T., Modarres, M., & Droguett, E. L. (2019). Multi-unit risk aggregation with consideration of uncertainty and bias in risk metrics. *Reliability Engineering & System Safety*, 188, 473-482.  
[Section 2 b, section 4 f]
14. Akkoyun, H. Ç., Arslan, Y., & Kılınc, M. (2017). Risk sharing and real exchange rates: The role of non-tradable sector and trend shocks. *Journal of International Money and Finance*, 73, 232-248.  
[Section 4, 4.2]
15. Stewart, M. G., & Netherton, M. D. (2019). A probabilistic risk-acceptance model for assessing blast and fragmentation safety hazards. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106492.  
[Section 4]
16. Andersson, E., Svensson, J., Persson, U., & Lindgren, P. (2020). RISK SHARING IN MANAGED ENTRY AGREEMENTS—A REVIEW OF THE SWEDISH EXPERIENCE. *Health Policy*.  
[Section 2]
17. Posch, A. (2020). Integrating risk into control system design: The complementarity between risk-focused results controls and risk-focused information sharing. *Accounting, organizations and society*, 101126.  
[Section 3 d, section 2 e]
18. Niu, G., Wang, Q., Li, H., & Zhou, Y. (2020). Number of brothers, risk sharing, and stock market participation. *Journal of Banking & Finance*, 113, 105757.  
[Section 2 a, section 2, 3 d]
19. Cimadomo, J., Ciminelli, G., Furtuna, O., & Giuliadori, M. (2020). Private and public risk sharing in the euro area. *European Economic Review*, 121, 103347.  
[Section 1, 6.2 c, section 5 d, section 5.1 e]
20. Melese, Y., Heijnen, P., Stikkelman, R., & Herder, P. (2017). An approach for flexible design of infrastructure networks via a risk sharing contract: The case of CO2 transport infrastructure. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 63, 401-411.  
[Section 2.2 g, section 2.1 h]

21. Wang, S., & Lu, Y. (2019). Optimal investment strategies and risk-sharing arrangements for a hybrid pension plan. *Insurance: Mathematics and Economics*, 89, 46-62.  
[Section 1, 2.2 d]
22. Ortigueira, S., & Siassi, N. (2013). How important is intra-household risk sharing for savings and labor supply?. *Journal of Monetary Economics*, 60(6), 650-666.  
[Section 1, 2.1, 4 d; section 3.1 c]
23. Truong, C., & Trück, S. (2016). It's not now or never: Implications of investment timing and risk aversion on climate adaptation to extreme events. *European Journal of Operational Research*, 253(3), 856-868.  
[Section 1, 2.3 g; section 2.2, 3, 3.3 a; section 1, 2.3, 2.4 j]
24. Ermoliev, Y. M., Ermolieva, T. Y., MacDonald, G. J., Norkin, V. I., & Amendola, A. (2000). A system approach to management of catastrophic risks. *European Journal of Operational Research*, 122(2), 452-460.  
[Section 3 j]
25. Barr, A., Owens, T., & Perera, A. (2020). Risk taking and sharing when risk exposure is interdependent. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 176, 445-460.  
[Section 2.2 a; section 2.3 tab4 d]
26. Li, Z., & Liu, L. (2018). Financial globalization, domestic financial freedom and risk sharing across countries. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 55, 151-169.  
[Section 2.1, 4 d]
27. Balli, F., Pericoli, F. M., & Pierucci, E. (2018). Globalization and international risk-sharing: The role of social and political integration. *European Journal of Political Economy*, 55, 324-345.  
[Section 1, 2.2, 5.1 i; section 4 e]
28. Lømo, T. L. (2020). Vertical control, opportunism, and risk sharing. *Economics Letters*, 109114.  
[Section 1 h; section 3.1, 3.3, 3.4 a]
29. Sawada, Y., Nakata, H., & Kotera, T. (2017). Self-production, friction, and risk sharing against disasters: Evidence from a developing country. *World Development*, 94, 27-37.  
[Section 1 e, j; section 5(b) d]
30. Kang, H., & Gray, S. J. (2019). Country-specific risks and geographic disclosure aggregation: Voluntary disclosure behaviour by British multinationals. *The British Accounting Review*, 51(3), 259-276.  
[Section 1, 2.1, 2.3 e]

### 3.2 Fattori che influenzano il “risk pooling”

- A. Posizione/allocazione delle strutture: posizione e distribuzione geografica. Il posizionamento ottimale delle scorte di sicurezza è una decisione importante nella progettazione della catena di approvvigionamento in quanto ha un impatto diretto sulla qualità del servizio. Le decisioni su dove individuare le strutture e dove posizionare le scorte di sicurezza in queste strutture sono interdipendenti per natura. È stato a lungo dimostrato che il numero di posizioni di stoccaggio influisce direttamente sulla quantità totale di inventario detenuta in tali posizioni
- B. Interruzione della catena di approvvigionamento: l'interruzione dell'offerta significa che l'offerta può essere interrotta a causa di catastrofi naturali, eventi politici, minacce sociali ecc. Per quanto riguarda le strategie per combattere l'incertezza dell'offerta, un'impresa può considerare di aumentare il livello di inventario, acquistando da fornitori più affidabili, o semplicemente accettando il rischio passivamente.
- C. Costi di inventario: include i costi per ordinare e mantenere l'inventario e il costo dello stock di sicurezza. Le scorte di sicurezza sono considerate un contributo importante ai costi di mantenimento dell'inventario per una catena di approvvigionamento, riducendo così l'efficienza operativa. Quando la correlazione tra le diverse fonti della domanda diminuisce, aumenta la riduzione dei costi di inventario.
- D. Costi di trasporto: costi sostenuti internamente dai fornitori di servizi di trasporto. Gli articoli generici hanno un valore basso e un rischio basso con molti fornitori; ciò determina strategie di gestione delle forniture corrispondenti per ridurre al minimo i costi di consegna totali e ridurre i costi di transazione attraverso sistemi come i cataloghi elettronici. Allo stesso tempo, gli articoli critici ad alto rischio e valore hanno generalmente pochi fornitori e

un surplus di filiera ridotto e sono affrontati al meglio con forti alleanze collaborative.

- E. Impatto ambientale: principalmente correlato alle emissioni di CO2 dovute a trasferimenti di prodotti.
- F. Incertezza della domanda: si verifica in periodi in cui un'azienda o un settore non è in grado di prevedere con precisione la domanda dei consumatori per i suoi prodotti o servizi. Le fonti di incertezza risiedono nel processo di abbinamento della domanda con l'offerta. Le seguenti fonti di incertezza, che includono i tempi di consegna, i rendimenti di produzione, i tempi di trasporto, i tempi di lavorazione e le prestazioni dell'operatore, portano a incertezza nella fornitura che ha un impatto significativo sulle prestazioni della catena. D'altro canto, le difficoltà nel prevedere le esigenze e i bisogni dei clienti in un determinato periodo costituiscono la principale fonte di incertezza della domanda a cui una buona previsione può far fronte. In effetti, il successo finale risiede nella capacità di gestire l'incertezza della domanda con le capacità di offerta esistenti.
- G. Tempi di consegna: tempo necessario per elaborare e preparare il materiale, produrlo e trasportarlo al cliente. I tempi di consegna dipendono spesso dalle coppie cliente-fornitore a causa di vari fattori tra cui distanza fisica, modalità di trasporto, capacità di produzione e tecnologia di produzione.
- H. Preferenze del cliente: tipo di prodotto che piace e non piace a un singolo cliente. Questo fattore entra in gioco principalmente quando viene utilizzata la tecnica di sostituzione del prodotto.
- I. Anomalia di inventario: l'impresa trasporta più inventario anziché meno. La giusta asimmetria nella distribuzione della domanda è la caratteristica importante che causa l'anomalia.

- J. Rapporti con i fornitori: i rivenditori fanno spesso affidamento su fornitori inclini a interruzioni. In questo contesto, i rivenditori devono affrontare il problema comune di adeguare le loro decisioni sui prezzi e sugli ordini in risposta all'incertezza dell'offerta prevalente. Ciò è particolarmente rilevante quando più fornitori offrono prodotti sostitutivi concorrenti quando è necessario decidere il prezzo all'ingrosso.
  
- K. Effetto bullwhip o effetto frusta: si riferisce all'aumento delle oscillazioni delle scorte in risposta ai cambiamenti nella domanda dei clienti. In altre parole, indica il fenomeno in cui la variabilità della domanda è amplificata a monte nella catena di approvvigionamento. È possibile identificare quattro cause principali dell'effetto bullwhip: l'aggiornamento delle previsioni della domanda, il raggruppamento degli ordini, la fluttuazione dei prezzi, il razionamento e la carenza di giochi. Contrariamente alle conseguenze naturali dell'effetto bullwhip, in generale i produttori non hanno una volatilità della domanda sostanzialmente maggiore rispetto ai rivenditori e possono avere una volatilità della domanda persino inferiore.
  
- L. Allocazione delle risorse: ripartizione che un operatore economico fa delle risorse scarse in suo possesso. Si possono identificare 4 tipi di allocazione: trasbordo, rinvio, sostituzione del prodotto e componenti comuni.

	Factors	Definition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	Location Or allocation of structures	Geographical location and distribution	X							X	X	X		X						X			X	X								
B	Supply chain disruption	Breakdowns in the production or distribution of a supply chain, including events such as a fire, a machine breakdown and natural disasters																	X			X				X		X				
C	Inventory costs	It includes the costs to order and hold inventory			X	X				X				X				X		X	X		X				X	X				X
D	Transport costs	Costs internally assumed by the providers of transport services	X		X			X		X				X							X	X					X					
E	Environmental impact	Mainly related to CO2 emissions	X																													X
F	Demand uncertainty	It occurs during times when a business or an industry is unable to accurately predict consumer demand for its products or services					X							X			X	X	X	X	X	X	X			X				X		
G	Lead Time	Time it will take to process and prepare material, produce and transport it to the customer			X				X	X							X	X			X							X	X			
H	Customer preferences	Type of product an individual customer likes and dislikes.																			X	X				X						
I	Inventory anomaly	The firm carries more inventory rather than less					X																									
J	Relationships with suppliers							X											X							X						
K	Bullwhip effect	It refers to increasing swings in inventory in response to shifts in customer demand											X			X	X	X														
L	Allocation of resources	Breakdown that an economic operator makes of scarce resources in his possession	X	X											X						X	X				X						

1. Silbermayr, L., Jammernegg, W., & Kischka, P. (2017). Inventory pooling with environmental constraints using copulas. *European Journal of Operational Research*, 263(2), 479-492.  
[Section 3]
2. Lu, J. C., Yang, Y., Han, S. Y., Tsao, Y. C., & Xin, Y. (2020). Coordinated Inventory Policies for Meeting Demands from Both Store and Online BOPS Channels. *Computers & Industrial Engineering*, 106542.  
[Section 3.5]
3. Hoque, M. A. (2020). A manufacturer-buyers integrated inventory model with various distributions of lead time of delivering equal-sized batches of a lot. *Computers & Industrial Engineering*, 106516.  
[Section 4.2.3 C; section 4.2.1 D; section 2.1, 4.2.4, 4.3 G]
4. Yang, H., & Schrage, L. (2009). Conditions that cause risk pooling to increase inventory. *European Journal of Operational Research*, 192(3), 837-851.  
[Section 1 C; section 5 I]
5. Chua, G. A., & Liu, Y. (2015). On the effect of demand randomness on inventory, pricing and profit. *Operations Research Letters*, 43(5), 514-518.  
[Section 1]
6. Saban, K., Mawhinney, J. R., & Drake, M. J. (2017). An integrated approach to managing extended supply chain networks. *Business Horizons*, 60(5), 689-697.  
[Section 2.2 D; section 3 L]
7. Park, S., Lee, T. E., & Sung, C. S. (2010). A three-level supply chain network design model with risk-pooling and lead times. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(5), 563-581.  
[Section 1]
8. Kang, J. H., & Kim, Y. D. (2012). Inventory control in a two-level supply chain with risk pooling effect. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 116-124.  
[Section 2 A, C, D, G]
9. You, F., & Grossmann, I. E. (2009). Optimal design of large-scale supply chain with multi-echelon inventory and risk pooling under demand uncertainty. In *Computer aided chemical engineering* (Vol. 26, pp. 991-996). Elsevier.  
[Section 1, 2 A; section 1 F]
10. Snyder, L. V., Daskin, M. S., & Teo, C. P. (2007). The stochastic location model with risk pooling. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 1221-1238.  
[Section 2, 3]

11. Sucky, E. (2009). The bullwhip effect in supply chains—An overestimated problem?. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 311-322.  
[Section 1, 3, 4]
12. Puga, M. S., & Tancrez, J. S. (2017). A heuristic algorithm for solving large location–inventory problems with demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 259(2), 413-423.  
[Section 1, 3 A; section 1, 3.2 C, D; section 1 F]
13. Araya-Sassi, C., Paredes-Belmar, G., & Gutiérrez-Jarpa, G. (2020). Multi-commodity inventory-location problem with two different review inventory control policies and modular stochastic capacity constraints. *Computers & Industrial Engineering*, 106410.  
[Section 1, 3, 6]
14. Zhu, T., Balakrishnan, J., & da Silveira, G. J. (2019). Bullwhip effect in the oil and gas supply chain: A multiple-case study. *International Journal of Production Economics*, 107548.  
[Section 2]
15. Bayraktar, E., Koh, S. L., Gunasekaran, A., Sari, K., & Tatoglu, E. (2008). The role of forecasting on bullwhip effect for E-SCM applications. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 193-204.  
[Section 1, 2, 3.1 F; section 5.2 G]
16. Zhang, X., & Burke, G. J. (2011). Analysis of compound bullwhip effect causes. *European journal of operational research*, 210(3), 514-526.  
[Section 2 C; section 3 F; section 2.5 G, section 2 L]
17. Zhang, Y., Hua, G., Cheng, T. C. E., Zhang, J., & Fernandez, V. (2020). Risk pooling through physical probabilistic selling. *International Journal of Production Economics*, 219, 295-311.  
[Section 2.3 B; section 1, 2.3 F]
18. Gaur, S., & Ravindran, A. R. (2006). A bi-criteria model for the inventory aggregation problem under risk pooling. *Computers & industrial engineering*, 51(3), 482-501.  
[Section 4.1 A; section 4.2 C, D; section 4.2.2 F]
19. Puga, M. S., Minner, S., & Tancrez, J. S. (2019). Two-stage supply chain design with safety stock placement decisions. *International Journal of Production Economics*, 209, 183-193.  
[Section 2 A; section 3.3 B, C; section 2, 3.1 F; section 3.1 G; section 1, 3.1 H]
20. Hsieh, Y. J. (2011). Demand switching criteria for multiple products: An inventory cost analysis. *Omega*, 39(2), 130-137.  
[Section 1]

21. Zhang, Y., Snyder, L. V., Qi, M., & Miao, L. (2016). A heterogeneous reliable location model with risk pooling under supply disruptions. *Transportation Research Part B: Methodological*, 83, 151-178.  
[Section 1, 7 A, B; section 3.2.1 C]
22. Kumar, S. K., & Tiwari, M. K. (2013). Supply chain system design integrated with risk pooling. *Computers & Industrial Engineering*, 64(2), 580-588.  
[Section 1, 2 A; section 2 C]
23. Edirisinghe, C., & Atkins, D. (2017). Lower bounding inventory allocations for risk pooling in two-echelon supply chains. *International Journal of Production Economics*, 187, 159-167  
[Section 1]
24. Gupta, V., Ivanov, D., & Choi, T. (2020). Competitive Pricing of Substitute Products under Supply Disruption. *Omega*, 102279.  
[Section 1, 4 B; section 1,7 J]
25. Hillier, M. S. (2002). The costs and benefits of commonality in assemble-to-order systems with a (Q, r)-policy for component replenishment. *European Journal of Operational Research*, 141(3), 570-586.  
[Section 3.2 fig 7 C; fig 10 G; fig 11,12 F]
26. Feng, P., Wu, F., Fung, R. Y., Jia, T., & Zong, W. (2019). The order and transshipment decisions in a two-location inventory system with demand forecast updates. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 53-66.  
[Section 3 L; sections 5.1, 5.2 F]
27. Naderi, S., Kilic, K., & Dasci, A. (2020). A deterministic model for the transshipment problem of a fast fashion retailer under capacity constraints. *International Journal of Production Economics*, 227, 107687.  
[Section 2 F; sections 2, 3 L]
28. Weskamp, C., Koberstein, A., Schwartz, F., Suhl, L., & Voß, S. (2019). A two-stage stochastic programming approach for identifying optimal postponement strategies in supply chains with uncertain demand. *Omega*, 83, 123-138.  
[Section 2 L; section 3 (after "subject a"), 7.1 fig 8 C, D; section 7.1, 7.2 F]
29. Budiman, S. D., & Rau, H. (2019). A mixed-integer model for the implementation of postponement strategies in the globalized green supply chain network. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106054.  
[Section 3.2 L; section 5.3 E]
30. Çömez-Dolgan, N., & Tanyeri, B. (2015). Inventory performance with pooling: Evidence from mergers and acquisitions. *International Journal of Production Economics*, 168, 331-339. [Section 1 C]

### 3.3 Fattori che influenzano le “collaborative networks”

- A. **Condivisione delle conoscenze:** le conoscenze (ovvero informazioni, abilità o competenze) vengono scambiate tra persone, comunità di pari o organizzazioni. Crea opportunità per generare soluzioni ed efficienze che forniscono valore iniziale a un progetto di innovazione di successo. La condivisione delle conoscenze è un modo efficace per un'azienda di segnalare ai partner di innovazione collaborativa che possiede conoscenze di potenziale valore per loro. Le imprese che condividono le conoscenze in una rete della catena di approvvigionamento hanno maggiori probabilità di stabilire e impegnarsi in innovazioni collaborative più interfunzionali con livelli di prestazioni più elevati.
- B. **Capacità di innovazione collaborativa:** capacità dell'attore di costruire e gestire relazioni di rete basate sulla fiducia, la comunicazione e l'impegno reciproci. La capacità di innovazione collaborativa può anche essere definita come la capacità di coinvolgere contemporaneamente i principali partner della catena di fornitura nel processo di innovazione ed esaminarne l'effetto sull'innovazione
- C. **Capacità di innovazione del prodotto:** Capacità dell'azienda di identificare nuove idee e trasformarle in prodotti nuovi / migliorati. La collaborazione con attori esterni per lo sviluppo di nuovi prodotti o processi migliora l'accessibilità delle imprese a scarse risorse che potrebbero mancare internamente.
- D. **Capacità di innovazione di processo:** capacità dell'azienda di identificare nuove idee e trasformarle in servizi o processi nuovi / migliorati a beneficio dell'azienda. L'innovazione dei processi verdi, in particolare, è legata all'utilizzo di metodi innovativi per ridurre gli impatti ambientali negativi causati dai processi di produzione, che comportano attività che riducono le emissioni pericolose per il riutilizzo e diminuiscono il consumo di energia e materie prime.

- E. Capacità di assorbimento: capacità dell'azienda di riconoscere il valore di nuove informazioni, assimilarle e applicarle a fini commerciali. La capacità di assorbimento è cumulativa, il che significa che per un'organizzazione è più facile investire su base costante nella sua capacità di assorbimento piuttosto che investire puntualmente. Gli sforzi fatti per sviluppare la capacità di assorbimento in un periodo facilitano l'accumulo nel successivo. La forte capacità di assorbimento consente alle aziende di identificare, comunicare e scansionare / assimilare le risorse di conoscenza dei partner. È stato sostenuto che la capacità di assorbimento migliora la sensibilità delle imprese verso le risorse di conoscenza esistenti nell'ambiente esterno.
- F. Resilienza: capacità di un sistema, una comunità o una società esposta a pericoli di resistere, assorbire, accogliere e recuperare dagli effetti di un pericolo in modo tempestivo ed efficiente, anche attraverso la conservazione e il ripristino delle sue strutture e funzioni di base essenziali. Inoltre, i fattori chiave di prestazione della struttura organizzativa, la solidità delle reti organizzative sono considerati come la capacità delle organizzazioni di resistere ai fallimenti e di affrontare i rischi nonostante le fluttuazioni.
- G. Rapporti con i fornitori: la collaborazione con i fornitori consente alle aziende di utilizzare i propri confini organizzativi per generare un vantaggio competitivo. La collaborazione con i fornitori può migliorare il livello di interazione diretta e quindi la fiducia tra un'azienda e il suo fornitore che a sua volta facilita gli scambi di conoscenze tra imprese.
- H. Rapporti con i clienti: la collaborazione con i clienti consente alle aziende di identificare le esigenze insoddisfatte dei clienti, migliorando così la capacità delle aziende di offrire prodotti di qualità superiore ai clienti.
- I. Rapporti con i concorrenti: la cooperazione con i concorrenti può essere considerata come "un'imperfezione del mercato che ostacola le dinamiche competitive e i relativi benefici" che non solo riduce gli effetti negativi della concorrenza, ma può anche migliorare la condivisione delle informazioni, il che

si traduce in maggiori capacità di innovazione dei prodotti . Tuttavia, a causa della presenza di concorrenza, troppa cooperazione può esporre le imprese al rischio di opportunismo e perdita di vantaggio competitivo. Le imprese potrebbero quindi diventare meno disponibili a condividere informazioni sensibili relative alle loro tecnologie e ai processi di produzione, che possono quindi ridurre l'impatto positivo della collaborazione con i concorrenti sulle capacità di innovazione dei processi

- J. Rapporti con organizzazioni di ricerca: istituti di ricerca e università come risorse di conoscenza associate a bassi rischi sono utili per la ricerca strategica a lungo termine, possono migliorare significativamente le prestazioni di innovazione delle imprese. In effetti, la collaborazione tra aziende e istituti di ricerca è considerata un antecedente chiave della capacità di innovazione, inoltre i costi sostenuti da questo tipo di collaborazione sono probabilmente inferiori a quelli che implicano la collaborazione con altri tipi di partner esterni.
- K. Competenze individuali: nel contesto della gestione delle risorse umane, le competenze sono considerate composte da conoscenze e abilità associate ad alte prestazioni sul lavoro a livello individuale. A livello di squadra, la competenza è influenzata dalle abilità individuali e dalla propria capacità di interagire anche con altri membri del team. Studi recenti riconoscono che le competenze del team consistono non solo in competenze tecniche ma anche in competenze sociali, in particolare lavoro di squadra e comunicazione. Nel campo della gestione della catena di approvvigionamento, la competenza è vista come un'attività interna che un'organizzazione svolge con abilità e molte competenze (ad esempio, innovazione continua del prodotto) sono viste come intrinsecamente multidisciplinari e trasversali. La complementarità delle risorse può essere realizzata quando i partner condividono le loro rispettive competenze, risorse, know-how tecnologico e capacità al fine di produrre un effetto combinato maggiore della somma dei loro effetti separati.

- L. Analisi della rete organizzativa: consiste nell'analisi della dimensione della rete organizzativa in base al numero totale di nodi e collegamenti per capire quanto sia piccola o grande. I nodi rappresentano donatori, organizzazioni guida, organizzazioni partner, paese (governi beneficiari) e progetti. I collegamenti rappresentano le interconnessioni organizzative. Considera anche il diametro della rete come un'indicazione di quanto sia integrata una rete e di come si diffonda rapidamente. Più un nodo è vicino a un altro nodo, maggiore è il livello di integrazione nella rete e maggiore è la diffusione attraverso la rete.
- M. Equità: gli individui e i gruppi percepiscono il loro rapporto con le parti associate confrontando i premi che ricevono dal loro lavoro e questa percezione ha un effetto critico sul loro senso di giustizia. La percezione dell'equità dipende anche dalle opinioni del partner di confine interorganizzativo. Quando gli individui percepiscono qualcuno come inaffidabile, o meglio più forte percepiscono la disuguaglianza, più è probabile che finiscano la relazione.

	Factors	Definition	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
A	Knowledge sharing	Knowledge (namely, information, skills, or expertise) is exchanged among people, peers communities, or organizations.	X						X	X	X	X			X				X	X	X			X			X	X	X	X	X		
B	Collaborative innovation capacity	Actor's capability to build and manage network relationships based on mutual trust, communication and commitment	X	X				X		X		X	X				X					X					X				X		
C	Product innovation capability	Firm's ability to identify new ideas and transform them into new/improved products			X																	X			X	X		X					
D	Process innovation capability	Firm's ability to identify new ideas and transform them into new/improved services or processes			X		X			X															X	X							
E	Absorption capacity	Firm's ability to recognize the value of new information, assimilate it, and apply it to commercial ends			X					X		X			X												X						
F	Resilience	Capacity to recover quickly from difficulties				X								X				X															
G	Supplier relationship				X		X												X					X	X	X		X					
H	Clients relationship				X																					X							
I	Competitors relationship				X																					X							
J	Research organizations relationship				X																					X							
K	Individual skills						X	X							X						X									X			
L	Organizational network analysis	Structured way to visualize how communications, information, and decisions flow through an organization. It consist of nodes and ties, that help understand how information in your organization is flowing, can flow, and should flow.													X		X		X											X	X		

1. Wang, C., & Hu, Q. (2020). Knowledge sharing in supply chain networks: Effects of collaborative innovation activities and capability on innovation performance. *Technovation*, *94*, 102010.  
[Section 2.2, 2.3, 3.2.2.2 A; section 2.1,2.4,3.2.2 B]
2. Wei, S., Zhang, Z., Ke, G. Y., & Chen, X. (2019). The more cooperation, the better? Optimizing enterprise cooperative strategy in collaborative innovation networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *534*, 120810.  
[Section 3.2]
3. Najafi-Tavani, S., Najafi-Tavani, Z., Naudé, P., Oghazi, P., & Zeynaloo, E. (2018). How collaborative innovation networks affect new product performance: Product innovation capability, process innovation capability, and absorptive capacity. *Industrial marketing management*, *73*, 193-205.  
[Section 2.1, 2.3 C; section 2.1 D; section 2.2 E; section 5.1.1 G; 5.1.2 H; 5.1.3 I; 5.1.4 J]
4. Oktari, R. S., Shiwaku, K., Munadi, K., & Shaw, R. (2018). Enhancing community resilience towards disaster: The contributing factors of school-community collaborative network in the tsunami affected area in Aceh. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *29*, 3-12.  
[Section 2.2, 2.3]
5. Barnes, J., & Liao, Y. (2012). The effect of individual, network, and collaborative competencies on the supply chain management system. *International Journal of Production Economics*, *140*(2), 888-899.  
[Section 2.3 D; section 2.1.3 G; section 2.1 K]
6. Leite, E., & Anna, B. (2018). A business network view on value creation and capture in public-private cooperation. *Industrial Marketing Management*.  
[Section 5.3 B; section 5.1 K]
7. Zhou, M., Govindan, K., & Xie, X. (2020). How fairness perceptions, embeddedness, and knowledge sharing drive green innovation in sustainable supply chains: An equity theory and network perspective to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 120950.  
[Section 1, 2.3, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4 A; 2.2 M]
8. Hong, J., Zheng, R., Deng, H., & Zhou, Y. (2019). Green supply chain collaborative innovation, absorptive capacity and innovation performance: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, *241*, 118377.  
[Section 3 A,B; section 2.3 D; section 2.2, 2.3, 3.3 E]

9. Han, J., Teng, X., & Cai, X. (2019). A novel network optimization partner selection method based on collaborative and knowledge networks. *Information Sciences, 484*, 269-285.  
[Section 2.2]
10. Wang, L., Li, S., & You, Z. (2020). The effects of knowledge transfer on innovation capability: A moderated mediation model of absorptive capability and network reliance. *The Journal of High Technology Management Research, 100372*.  
[Section 2.1 A, B]
11. Chi, M., Wang, W., Lu, X., & George, J. F. (2018). Antecedents and outcomes of collaborative innovation capabilities on the platform collaboration environment. *International Journal of Information Management, 43*, 273-283.  
[Section 3.1, 3.2]
12. Trias, A. P. L., Lassa, J., & Surjan, A. (2019). Connecting the actors, discovering the ties: Exploring disaster risk governance network in Asia and the Pacific. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 33*, 217-228.  
[Section 1 F; section 6 L]
13. Badea, A., Prostean, G., Hutanu, A., & Popa, S. (2015). Competency training in collaborative supply chain using KSA model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 191*, 500-505.  
[Section 1.1, 1.3, 1.4 A; section 2.1 E; section 1.4 K]
14. Arya, V., Deshmukh, S. G., & Bhatnagar, N. (2019). Performance analysis of high technology collaborative networks: A case of medical device manufacturing. *Computers & Industrial Engineering, 137*, 106065.  
[Section 2]
15. Neumann, O., Matt, C., Hitz-Gamper, B. S., Schmidhuber, L., & Stürmer, M. (2019). Joining forces for public value creation? Exploring collaborative innovation in smart city initiatives. *Government information quarterly, 36(4)*, 101411.  
[Section 2.1, 2.3]
16. Yahia, N. B., Eljaoued, W., Saoud, N. B. B., & Colomo-Palacios, R. (2019). Towards sustainable collaborative networks for smart cities co-governance. *International Journal of Information Management, 102037*.  
[Section 4.2.1, 4.2.2 L; 4.2.1 F]
17. Bonomi, S., Sarti, D., & Torre, T. (2019). Creating a collaborative network for welfare services in public sector. A knowledge-based perspective. *Journal of Business Research*.  
[Section 2.2 A; section 2.1 G]

18. Torn, I. A. R., & Vaneker, T. H. (2019). Mass Personalization with Industry 4.0 by SMEs: a concept for collaborative networks. *Procedia manufacturing*, 28, 135-141.  
[Section 7]
19. Jia, B., Chen, X., Yu, Z., & Wei, C. (2017). Research on Constructing a Model of Collaborative Innovation System for Equipment Manufacturing Industry. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 100, p. 03017). EDP Sciences.  
[Section 2 A; section 2 G]
20. Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6-7), 367-377.  
[Section 2 B; section 3.2.1 C]
21. Yilmaz, I., Yoon, S. W., & Seok, H. (2017). A framework and algorithm for fair demand and capacity sharing in collaborative networks. *International Journal of Production Economics*, 193, 137-147.  
[Section 2.2]
22. Wang, Y., Yuan, Y., Guan, X., Xu, M., Wang, L., Wang, H., & Liu, Y. (2020). Collaborative two-echelon multicenter vehicle routing optimization based on state-space-time network representation. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120590.  
[Section 1, 2 G; section 2 A; Sectio 6.6 D (2), G (1,2)]
23. Amara, N., & Landry, R. (2005). Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: evidence from the 1999 statistics Canada innovation survey. *Technovation*, 25(3), 245-259.  
[Section 2.2 C, D; section 2.3.2, 4.1.1 G]
24. Tsai, K. H. (2009). Collaborative networks and product innovation performance: Toward a contingency perspective. *Research policy*, 38(5), 765-778.  
[Section 2.1 C, G, H, I, J; 2.2 E, J]
25. Ji, H., Miao, Z., & Zhou, Y. (2020). Corporate social responsibility and collaborative innovation: The role of government support. *Journal of Cleaner Production*, 121028.  
[Section 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 3.2.1 B]
26. Lv, B., & Qi, X. (2019). Research on partner combination selection of the supply chain collaborative product innovation based on product innovative resources. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 245-253.  
[Section 1(1) A, C; section 3.2 G; section 3.1, 3.4 C]
27. De Noni, I., Orsi, L., & Belussi, F. (2018). The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions. *Research Policy*, 47(1), 1-13.  
[Section 2, 3.2.2 A; section 2 (Hyp 1), 3.2.2 L]

28. Zhou, H., Zhang, X., & Hu, Y. (2020). Robustness of open source product innovation community's knowledge collaboration network under the dynamic environment. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 540, 122888.  
[Section 1, 3.2.2 A; section 2.2, 2.3 L; section 2.4, 3.2.2 K]
29. Xu, J., Hou, Q., Niu, C., Wang, Y., & Xie, Y. (2018). Process optimization of the University-Industry-Research collaborative innovation from the perspective of knowledge management. *Cognitive Systems Research*, 52, 995-1003.  
[Section 1, 2.1, 3.1 A]
30. Feranita, F., Kotlar, J., & De Massis, A. (2017). Collaborative innovation in family firms: Past research, current debates and agenda for future research. *Journal of Family Business Strategy*, 8(3), 137-156.  
[Section 3 B; section 3.3, 5.3 A; section 3.3 M]

## 4 Discussione

La ricerca effettuata ha permesso di creare una panoramica argomentativa sul “risk pooling” affrontando le diverse sfere in cui viene applicato.

Il risultato della ricerca in ambito finanziario ha evidenziato la grande presenza di papers dove il fattore dell’avversione al rischio è predominante. Come spiegato nel capitolo precedente, il fattore dell’avversione racchiude in sé la preferenza del rischio, quindi sono inclusi la neutralità e la propensione al rischio. Nel secondo capitolo è stata impostata come una delle ipotesi fondamentali l’omogeneità della popolazione. Durante la ricerca letteraria è emerso che nei paper c’è più attenzione ai risultati legati a campioni diversi di investitori, sottolineando quindi la conseguente problematicità. È stata svolta inoltre una ricerca indirizzata sui rischi di natura climatica, intesi come rischi catastrofici e difficilmente prevedibili.

In relazione alla ricerca in ambito produttivo è interessante notare che quasi la totalità dei papers presentano modelli matematici per il raggiungimento del pool di rischi. Le trattazioni di questi studi vertono principalmente sulle riduzioni dei costi di inventario e di trasporto, in termini di calcolo dei tempi di consegna, a favore della massimizzazione dei profitti. Un altro fattore di grande rilievo è quello legato all’incertezza della domanda. Questo problema viene affrontato in termini probabilistici o in termini di riallocazione delle scorte. Un fattore poco preso in considerazione è invece la preferenza del cliente. Nei paper segnalati compaiono dei cenni riguardo a questa caratteristica ma scarseggiano analisi accurate. Di poca presenza sono anche i papers legati all’impatto ambientale. In questo caso sono

trattati esclusivamente le emissioni di CO2 legati ai trasporti, non vengono nominati eventuali problemi associati ai consumi nei magazzini, o alla sovrapproduzione di prodotti.

Per quanto riguarda le “collaborative networks”, come accennato nel secondo capitolo, per misurare le prestazioni di una rete collaborativa è necessario analizzarne la capacità collaborativa. Gli input della collaborazione si riferiscono alle competenze individuali, alla capacità di assorbimento delle singole imprese coinvolte e alla capacità di innovarsi a livello di prodotto e di processo. Il meccanismo della collaborazione è legato invece alle relazioni che si intrecciano all’interno della rete e alla conseguente condivisione della conoscenza. Questo passaggio è strettamente correlato al concetto di fiducia, che è anche il fil rouge che attraversa tutta la rete. Dalla ricerca è affiorato che per accrescere questo bisogno, oltre ad una solida comunicazione tra le parti, è necessario che il rapporto di collaborazione sia equo, sia in termini di premi che di impegno. Un’attenzione infine è stata posta al concetto sociale della rete collaborativa, in termini di resilienza e condivisione delle difficoltà.

Un risultato degno di nota che è emerso durante la ricerca è legato alle connessioni tra gli studi, non solo a livello di copertura di rischi, ma altri fattori si sono via via delineati come comuni tra gli ambiti. In particolare l’incertezza della domanda tra il “risk sharing” e il “risk pooling” che rappresenta il rischio più elevato da cui tutelarsi. Anche le condivisioni e le disponibilità di conoscenze, informazioni e dati sono un fattore comune e di grande utilità per tutte e tre le sfere di lavoro. Il rapporto con i fornitori e più in generale con terzi (clienti, investitori, etc) si è dimostrato di grande importanza

in tutti gli ambiti, i quali concordano che migliori sono le relazioni migliori sono i profitti.

A mano a mano che l'analisi è proseguita si è potuto notare come questi studi si rivolgano principalmente a grandi investitori o grandi imprese che possono sostenere le eventuali spese o in alternativa che possano beneficiare di aiuti esterni quali banche o organi di governo. Tuttavia la difficoltà nel reperire informazioni a livello di esempi reali lascia una porta aperta a future ricerche.

## 5 Conclusioni

Questo lavoro di ricerca ha spaziato tra diversi ambiti per dare una definizione e creare una letteratura quanto più comprensiva del concetto di “risk pooling”.

La ricerca letteraria ha permesso di trovare numerosi fattori e di studiarne l’influenza sulla tecnica del “risk pooling”. Sono state riscontrate, tuttavia, delle carenze di informazioni in alcuni ambiti di indagine. Ne è un esempio il problema dell’impatto ambientale che è risultato poco accurato.

La classificazione letteraria dei fattori si è concentrata sulla parte argomentativa della ricerca e non sul modello matematico e su come studiare analiticamente la questione. Sono stati comunque inclusi nelle tabelle i papers che riprendono l’approccio matematico e nella bibliografia sono riportate le sezioni che riprendono l’argomento per una più facile consultazione.

Dopo aver preso in considerazione l’attuale situazione di emergenza dovuta al Coronavirus, nello studio sono state incluse ricerche di rischi catastrofici per consentire l’analisi di eventi passati a scopo informativo.

## Bibliografia

- McClintock, L. (2015). What is Risk pooling in Insurance. *Zacks Finance*.  
*Accessed on December, 31, 2015.*
- Hochrainer, S., & Mechler, R. (2011). Natural disaster risk in Asian megacities: A case for risk pooling?. *Cities*, 28(1), 53-61.
- Eppen, G. D. (1979). Note—effects of centralization on expected costs in a multi-location newsboy problem. *Management science*, 25(5), 498-501.
- IEA, C. (2012). Emissions from Fuel Combustion Highlights. *International Energy Agency: Paris, France*.
- Suen, R. M. (2018). Standard risk aversion and efficient risk sharing. *Economics Letters*, 173, 23-26.
- Díaz, A., & Esparcia, C. (2019). Assessing risk aversion from the investor's point of view. *Frontiers in Psychology*, 10, 1490.
- Gómez-Fuster, J. M., & Jiménez, P. (2020). Probabilistic risk modelling for port investments: A practical approach. *Case Studies on Transport Policy*.
- Chen, Y., & Du, K. (2020). The role of information disclosure in financial intermediation with investment risk. *Journal of Financial Stability*, 46, 100720.
- Truong, C., Trück, S., & Mathew, S. (2018). Managing risks from climate impacted hazards—The value of investment flexibility under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 269(1), 132-145.
- Ghirardato, P., & Siniscalchi, M. (2018). Risk sharing in the small and in the large. *Journal of Economic Theory*, 175, 730-765.

- Laczó, S. (2014). Does risk sharing increase with risk aversion and risk when commitment is limited?. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 46, 237-251.
- Denderski, P., & Stoltenberg, C. A. (2020). Risk sharing with private and public information. *Journal of Economic Theory*, 186, 104988.
- Adhikari, A., Bisi, A., & Avittathur, B. (2020). Coordination mechanism, risk sharing, and risk aversion in a five-level textile supply chain under demand and supply uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 282(1), 93-107.
- Pontines, V. (2020). A provincial view of consumption risk sharing in Korea: Asset classes as shock absorbers. *Journal of the Japanese and International Economies*, 55, 101063.
- Huber, K., & Winkler, E. (2019). All you need is love? Trade shocks, inequality, and risk sharing between partners. *European Economic Review*, 111, 305-335.
- Bjørnsen, K., & Aven, T. (2019). Risk aggregation: What does it really mean?. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106524.
- Zhou, T., Modarres, M., & Droguett, E. L. (2019). Multi-unit risk aggregation with consideration of uncertainty and bias in risk metrics. *Reliability Engineering & System Safety*, 188, 473-482.
- Akkoyun, H. Ç., Arslan, Y., & Kılınç, M. (2017). Risk sharing and real exchange rates: The role of non-tradable sector and trend shocks. *Journal of International Money and Finance*, 73, 232-248.

- Stewart, M. G., & Netherton, M. D. (2019). A probabilistic risk-acceptance model for assessing blast and fragmentation safety hazards. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106492.
- Andersson, E., Svensson, J., Persson, U., & Lindgren, P. (2020). RISK SHARING IN MANAGED ENTRY AGREEMENTS—A REVIEW OF THE SWEDISH EXPERIENCE. *Health Policy*.
- Posch, A. (2020). Integrating risk into control system design: The complementarity between risk-focused results controls and risk-focused information sharing. *Accounting, organizations and society*, 101126.
- Niu, G., Wang, Q., Li, H., & Zhou, Y. (2020). Number of brothers, risk sharing, and stock market participation. *Journal of Banking & Finance*, 113, 105757.
- Cimadomo, J., Ciminelli, G., Furtuna, O., & Giuliadori, M. (2020). Private and public risk sharing in the euro area. *European Economic Review*, 121, 103347.
- Melese, Y., Heijnen, P., Stikkelman, R., & Herder, P. (2017). An approach for flexible design of infrastructure networks via a risk sharing contract: The case of CO2 transport infrastructure. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 63, 401-411.
- Wang, S., & Lu, Y. (2019). Optimal investment strategies and risk-sharing arrangements for a hybrid pension plan. *Insurance: Mathematics and Economics*, 89, 46-62.
- Ortigueira, S., & Siassi, N. (2013). How important is intra-household risk sharing for savings and labor supply?. *Journal of Monetary Economics*, 60(6), 650-666.

- Truong, C., & Trück, S. (2016). It's not now or never: Implications of investment timing and risk aversion on climate adaptation to extreme events. *European Journal of Operational Research*, 253(3), 856-868.
- Ermoliev, Y. M., Ermolieva, T. Y., MacDonald, G. J., Norkin, V. I., & Amendola, A. (2000). A system approach to management of catastrophic risks. *European Journal of Operational Research*, 122(2), 452-460.
- Barr, A., Owens, T., & Perera, A. (2020). Risk taking and sharing when risk exposure is interdependent. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 176, 445-460.
- Li, Z., & Liu, L. (2018). Financial globalization, domestic financial freedom and risk sharing across countries. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 55, 151-169.
- Balli, F., Pericoli, F. M., & Pierucci, E. (2018). Globalization and international risk-sharing: The role of social and political integration. *European Journal of Political Economy*, 55, 324-345.
- Lømo, T. L. (2020). Vertical control, opportunism, and risk sharing. *Economics Letters*, 109114.
- Sawada, Y., Nakata, H., & Kotera, T. (2017). Self-production, friction, and risk sharing against disasters: Evidence from a developing country. *World Development*, 94, 27-37.
- Kang, H., & Gray, S. J. (2019). Country-specific risks and geographic disclosure aggregation: Voluntary disclosure behaviour by British multinationals. *The British Accounting Review*, 51(3), 259-276.

- Silbermayr, L., Jammerneegg, W., & Kischka, P. (2017). Inventory pooling with environmental constraints using copulas. *European Journal of Operational Research*, 263(2), 479-492.
- Lu, J. C., Yang, Y., Han, S. Y., Tsao, Y. C., & Xin, Y. (2020). Coordinated Inventory Policies for Meeting Demands from Both Store and Online BOPS Channels. *Computers & Industrial Engineering*, 106542.
- Hoque, M. A. (2020). A manufacturer-buyers integrated inventory model with various distributions of lead time of delivering equal-sized batches of a lot. *Computers & Industrial Engineering*, 106516.
- Yang, H., & Schrage, L. (2009). Conditions that cause risk pooling to increase inventory. *European Journal of Operational Research*, 192(3), 837-851.
- Chua, G. A., & Liu, Y. (2015). On the effect of demand randomness on inventory, pricing and profit. *Operations Research Letters*, 43(5), 514-518.
- Saban, K., Mawhinney, J. R., & Drake, M. J. (2017). An integrated approach to managing extended supply chain networks. *Business Horizons*, 60(5), 689-697.
- Park, S., Lee, T. E., & Sung, C. S. (2010). A three-level supply chain network design model with risk-pooling and lead times. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(5), 563-581.
- Kang, J. H., & Kim, Y. D. (2012). Inventory control in a two-level supply chain with risk pooling effect. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 116-124.

- You, F., & Grossmann, I. E. (2009). Optimal design of large-scale supply chain with multi-echelon inventory and risk pooling under demand uncertainty. In *Computer aided chemical engineering* (Vol. 26, pp. 991-996). Elsevier.
- Snyder, L. V., Daskin, M. S., & Teo, C. P. (2007). The stochastic location model with risk pooling. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 1221-1238.
- Sucky, E. (2009). The bullwhip effect in supply chains—An overestimated problem?. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 311-322.
- Puga, M. S., & Tancrez, J. S. (2017). A heuristic algorithm for solving large location–inventory problems with demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 259(2), 413-423.
- Araya-Sassi, C., Paredes-Belmar, G., & Gutiérrez-Jarpa, G. (2020). Multi-commodity inventory-location problem with two different review inventory control policies and modular stochastic capacity constraints. *Computers & Industrial Engineering*, 106410.
- Zhu, T., Balakrishnan, J., & da Silveira, G. J. (2019). Bullwhip effect in the oil and gas supply chain: A multiple-case study. *International Journal of Production Economics*, 107548.
- Bayraktar, E., Koh, S. L., Gunasekaran, A., Sari, K., & Tatoglu, E. (2008). The role of forecasting on bullwhip effect for E-SCM applications. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 193-204.
- Zhang, X., & Burke, G. J. (2011). Analysis of compound bullwhip effect causes. *European journal of operational research*, 210(3), 514-526.

- Zhang, Y., Hua, G., Cheng, T. C. E., Zhang, J., & Fernandez, V. (2020). Risk pooling through physical probabilistic selling. *International Journal of Production Economics*, 219, 295-311.
- Gaur, S., & Ravindran, A. R. (2006). A bi-criteria model for the inventory aggregation problem under risk pooling. *Computers & industrial engineering*, 51(3), 482-501.
- Puga, M. S., Minner, S., & Tancrez, J. S. (2019). Two-stage supply chain design with safety stock placement decisions. *International Journal of Production Economics*, 209, 183-193.
- Hsieh, Y. J. (2011). Demand switching criteria for multiple products: An inventory cost analysis. *Omega*, 39(2), 130-137.
- Zhang, Y., Snyder, L. V., Qi, M., & Miao, L. (2016). A heterogeneous reliable location model with risk pooling under supply disruptions. *Transportation Research Part B: Methodological*, 83, 151-178.
- Kumar, S. K., & Tiwari, M. K. (2013). Supply chain system design integrated with risk pooling. *Computers & Industrial Engineering*, 64(2), 580-588.
- Edirisinghe, C., & Atkins, D. (2017). Lower bounding inventory allocations for risk pooling in two-echelon supply chains. *International Journal of Production Economics*, 187, 159-167
- Gupta, V., Ivanov, D., & Choi, T. (2020). Competitive Pricing of Substitute Products under Supply Disruption. *Omega*, 102279.

- Hillier, M. S. (2002). The costs and benefits of commonality in assemble-to-order systems with a (Q, r)-policy for component replenishment. *European Journal of Operational Research*, 141(3), 570-586.
- Feng, P., Wu, F., Fung, R. Y., Jia, T., & Zong, W. (2019). The order and transshipment decisions in a two-location inventory system with demand forecast updates. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 53-66.
- Naderi, S., Kilic, K., & Dasci, A. (2020). A deterministic model for the transshipment problem of a fast fashion retailer under capacity constraints. *International Journal of Production Economics*, 227, 107687.
- Weskamp, C., Koberstein, A., Schwartz, F., Suhl, L., & Voß, S. (2019). A two-stage stochastic programming approach for identifying optimal postponement strategies in supply chains with uncertain demand. *Omega*, 83, 123-138.
- Budiman, S. D., & Rau, H. (2019). A mixed-integer model for the implementation of postponement strategies in the globalized green supply chain network. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106054.
- Çömez-Dolgan, N., & Tanyeri, B. (2015). Inventory performance with pooling: Evidence from mergers and acquisitions. *International Journal of Production Economics*, 168, 331-339.
- Wang, C., & Hu, Q. (2020). Knowledge sharing in supply chain networks: Effects of collaborative innovation activities and capability on innovation performance. *Technovation*, 94, 102010.

- Wei, S., Zhang, Z., Ke, G. Y., & Chen, X. (2019). The more cooperation, the better? Optimizing enterprise cooperative strategy in collaborative innovation networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 534, 120810.
- Najafi-Tavani, S., Najafi-Tavani, Z., Naudé, P., Oghazi, P., & Zeynaloo, E. (2018). How collaborative innovation networks affect new product performance: Product innovation capability, process innovation capability, and absorptive capacity. *Industrial marketing management*, 73, 193-205.
- Oktari, R. S., Shiwaku, K., Munadi, K., & Shaw, R. (2018). Enhancing community resilience towards disaster: The contributing factors of school-community collaborative network in the tsunami affected area in Aceh. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 29, 3-12.
- Barnes, J., & Liao, Y. (2012). The effect of individual, network, and collaborative competencies on the supply chain management system. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 888-899.
- Leite, E., & Anna, B. (2018). A business network view on value creation and capture in public-private cooperation. *Industrial Marketing Management*.
- Zhou, M., Govindan, K., & Xie, X. (2020). How fairness perceptions, embeddedness, and knowledge sharing drive green innovation in sustainable supply chains: An equity theory and network perspective to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 120950.
- Hong, J., Zheng, R., Deng, H., & Zhou, Y. (2019). Green supply chain collaborative innovation, absorptive capacity and innovation performance: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118377.

- Han, J., Teng, X., & Cai, X. (2019). A novel network optimization partner selection method based on collaborative and knowledge networks. *Information Sciences, 484*, 269-285.
- Wang, L., Li, S., & You, Z. (2020). The effects of knowledge transfer on innovation capability: A moderated mediation model of absorptive capability and network reliance. *The Journal of High Technology Management Research, 100372*.
- Chi, M., Wang, W., Lu, X., & George, J. F. (2018). Antecedents and outcomes of collaborative innovation capabilities on the platform collaboration environment. *International Journal of Information Management, 43*, 273-283.
- Trias, A. P. L., Lassa, J., & Surjan, A. (2019). Connecting the actors, discovering the ties: Exploring disaster risk governance network in Asia and the Pacific. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 33*, 217-228.
- Badea, A., Prostean, G., Hutanu, A., & Popa, S. (2015). Competency training in collaborative supply chain using KSA model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 191*, 500-505.
- Arya, V., Deshmukh, S. G., & Bhatnagar, N. (2019). Performance analysis of high technology collaborative networks: A case of medical device manufacturing. *Computers & Industrial Engineering, 137*, 106065.
- Neumann, O., Matt, C., Hitz-Gamper, B. S., Schmidhuber, L., & Stürmer, M. (2019). Joining forces for public value creation? Exploring collaborative innovation in smart city initiatives. *Government information quarterly, 36(4)*, 101411.

- Yahia, N. B., Eljaoued, W., Saoud, N. B. B., & Colomo-Palacios, R. (2019). Towards sustainable collaborative networks for smart cities co-governance. *International Journal of Information Management*, 102037.
- Bonomi, S., Sarti, D., & Torre, T. (2019). Creating a collaborative network for welfare services in public sector. A knowledge-based perspective. *Journal of Business Research*.
- Torn, I. A. R., & Vaneker, T. H. (2019). Mass Personalization with Industry 4.0 by SMEs: a concept for collaborative networks. *Procedia manufacturing*, 28, 135-141.
- Jia, B., Chen, X., Yu, Z., & Wei, C. (2017). Research on Constructing a Model of Collaborative Innovation System for Equipment Manufacturing Industry. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 100, p. 03017). EDP Sciences.
- Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6-7), 367-377.
- Yilmaz, I., Yoon, S. W., & Seok, H. (2017). A framework and algorithm for fair demand and capacity sharing in collaborative networks. *International Journal of Production Economics*, 193, 137-147.
- Wang, Y., Yuan, Y., Guan, X., Xu, M., Wang, L., Wang, H., & Liu, Y. (2020). Collaborative two-echelon multicenter vehicle routing optimization based on state–space–time network representation. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120590.

- Amara, N., & Landry, R. (2005). Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: evidence from the 1999 statistics Canada innovation survey. *Technovation*, 25(3), 245-259.
- Tsai, K. H. (2009). Collaborative networks and product innovation performance: Toward a contingency perspective. *Research policy*, 38(5), 765-778.
- Ji, H., Miao, Z., & Zhou, Y. (2020). Corporate social responsibility and collaborative innovation: The role of government support. *Journal of Cleaner Production*, 121028.
- Lv, B., & Qi, X. (2019). Research on partner combination selection of the supply chain collaborative product innovation based on product innovative resources. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 245-253.
- De Noni, I., Orsi, L., & Belussi, F. (2018). The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions. *Research Policy*, 47(1), 1-13.
- Zhou, H., Zhang, X., & Hu, Y. (2020). Robustness of open source product innovation community's knowledge collaboration network under the dynamic environment. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 540, 122888.
- Xu, J., Hou, Q., Niu, C., Wang, Y., & Xie, Y. (2018). Process optimization of the University-Industry-Research collaborative innovation from the perspective of knowledge management. *Cognitive Systems Research*, 52, 995-1003.

- Feranita, F., Kotlar, J., & De Massis, A. (2017). Collaborative innovation in family firms: Past research, current debates and agenda for future research. *Journal of Family Business Strategy*, 8(3), 137-156.