



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

LE SFIDE DELLA COMPLESSITÀ NELLA SUPPLY CHAIN

Prof. Roberto Pinto
CELS Research Group @ DIGIP
Università degli Studi di Bergamo

La supply chain: un sistema complesso

«Un **sistema complesso** è un sistema composto da un gran numero di parti interconnesse che esibisce nel suo insieme una o più proprietà che non sono evidenti dalle proprietà delle singole parti».

«La **complessità** implica la capacità di un sistema di generare comportamenti **sorprendenti**»



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

La supply chain: un sistema complesso

«Un **sistema complesso** è un sistema composto da un gran numero di parti interconnesse che esibisce nel suo insieme una o più proprietà che non sono evidenti dalle proprietà delle singole parti».

Fattori di «complessità»:

- Ritardi tra causa ed effetto / tempi e distanze
- Numero degli elementi
- Relazioni tra gli elementi
- Opacità
- Fattore umano
 - Involontario
 - Intenzionale
- ...



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

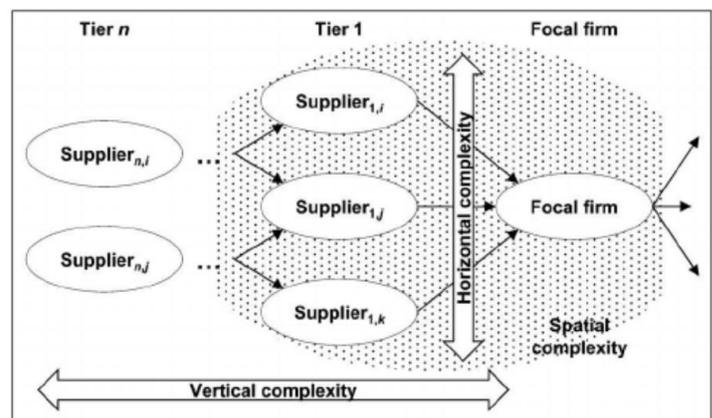
Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

Alcune evidenze

- Complessità verticale
Num. di livelli nella filiera
- Complessità orizzontale
Num. fornitori diretti
- Complessità spaziale
Dispersione geografica

Bode and Wagner, 2015



Bode and Wagner. Structural drivers of upstream supply chain complexity and the frequency of supply chain disruptions. *Journal of Operations Management*, 2015, 36, pp. 215–228



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

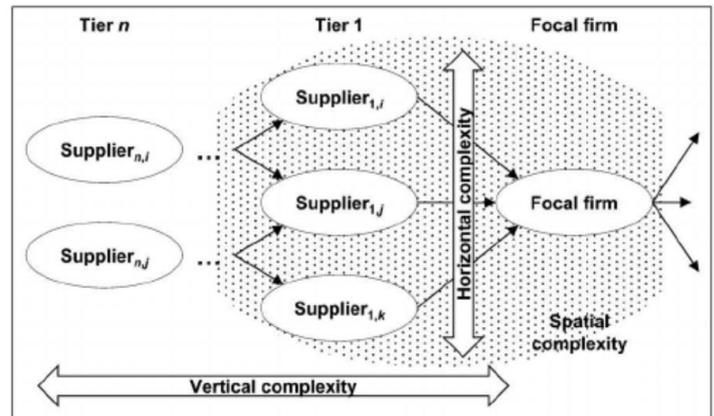
Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

4

Alcune evidenze

- Complessità verticale
- Complessità orizzontale
- Complessità spaziale

Bode and Wagner, 2015



All'aumentare della complessità (verticale, orizzontale e spaziale) aumenta il rischio di disruption (!)...



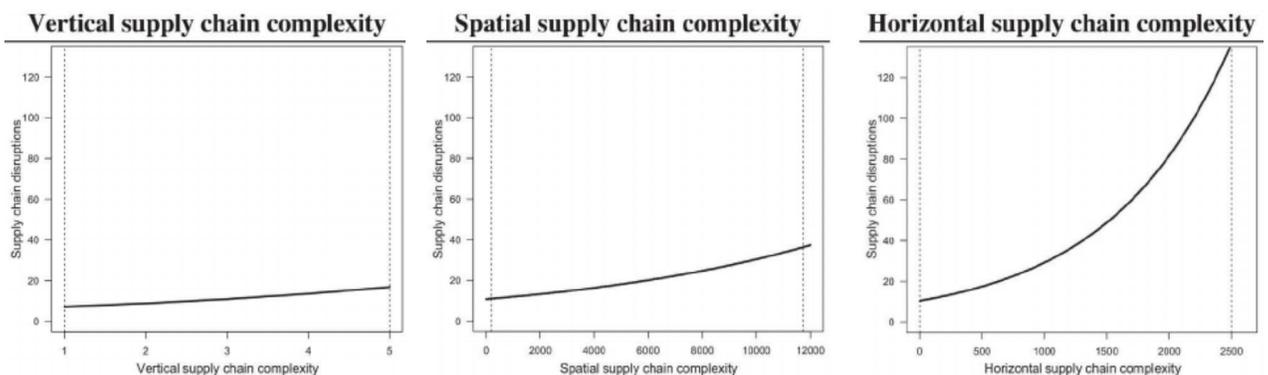
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

5

Alcune evidenze



+ sovrapposizione di questi effetti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

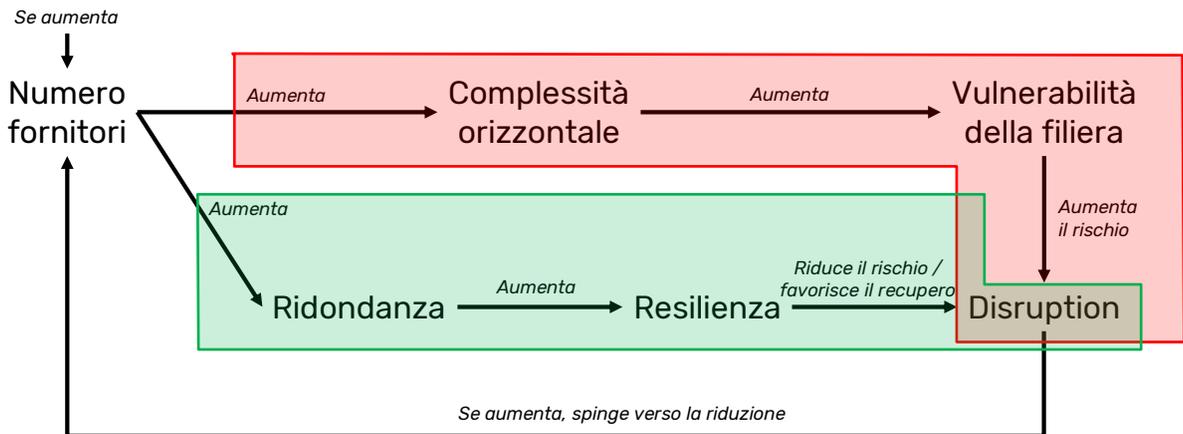
Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

Bode and Wagner, 2015

6

Alcune evidenze

Focus sulla complessità orizzontale



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

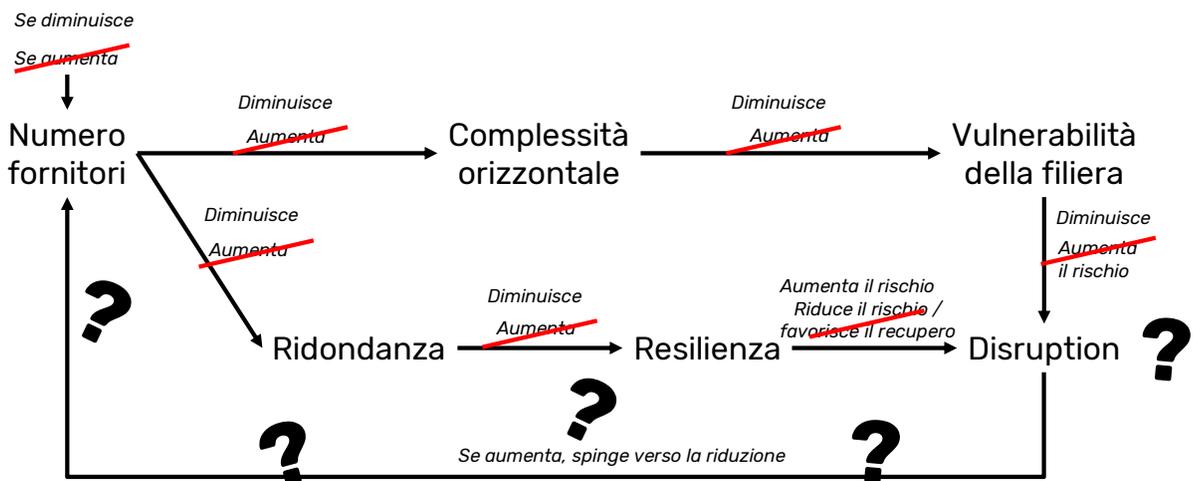
Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

7

Alcune evidenze

Focus sulla complessità orizzontale



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

8

La complessità

- **Parte del problema...**

- Ridurre la complessità per essere più robusti e ridurre la vulnerabilità

- **... o della soluzione?**

- Le supply chain del futuro saranno più complesse per essere più resilienti



Un sistema complesso richiede strumenti complessi (?)

- La tecnologia può aiutare

**Riduzione della
complessità**

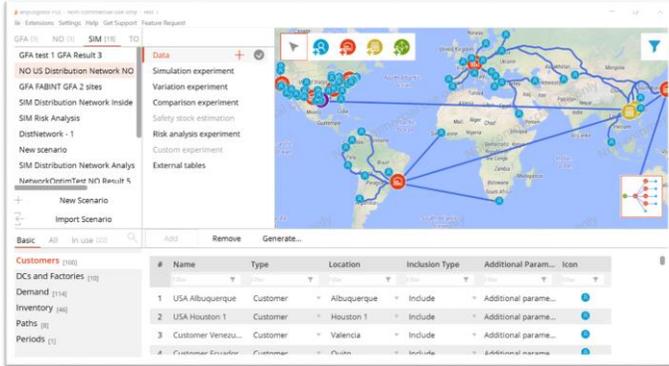
**Gestione della
complessità**

- Sistemi di comunicazione con i fornitori e IoT per aumentare la visibilità nella filiera
- Simulazione / SC digital twin per la pianificazione e gestione della filiera



Un sistema complesso richiede strumenti complessi (?)

La **simulazione dinamica** della supply chain permette di **analizzare le performance** della filiera sotto diverse condizioni operative **endogene** ed **esogene** al fine di supportare **l'analisi di scenari** alternativi e fornire dati, informazioni e conoscenza per i **processi decisionali**



<https://www.anylogistix.com/>



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

11

anylogistix PLE - Non-commercial use only - Test 1

File Extensions Settings Help Get Support Feature Request

GFA [3] NO [3] SIM [2] TO

SIM Distribution Network Analysis - w

SIM Distribution Network Analysis - N

Data + ✓

- Simulation experiment
- Variation experiment
- Comparison experiment
- Safety stock estimation
- Risk analysis experiment
- Custom experiment
- External tables

New Scenario

Import Scenario

Basic All In use [18]

Add Remove

Chiusura del porto di ingresso

#	Name	Event Ty	Trigger	Pr
1	Port strike start	Facility state	Object: Port of Ne... Random 1/1/20 - 12/31/20	0
2	Port strike end	Facility state	Object: Port of Ne... Delay (days) 30	Port strike start 1
3	Supplier temporar...	Facility state	Object: Supplier, n... Random 1/1/20 - 12/31/20	1
4	Supplier recovery	Facility state	Object: Supplier, n... Delay (days) 15	Supplier temporar... 1

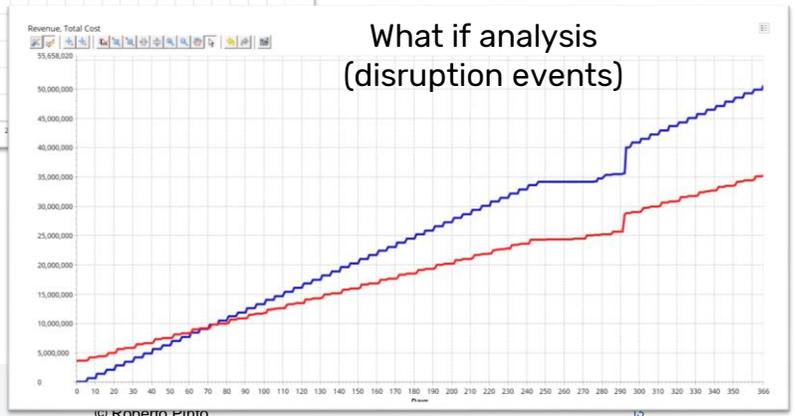
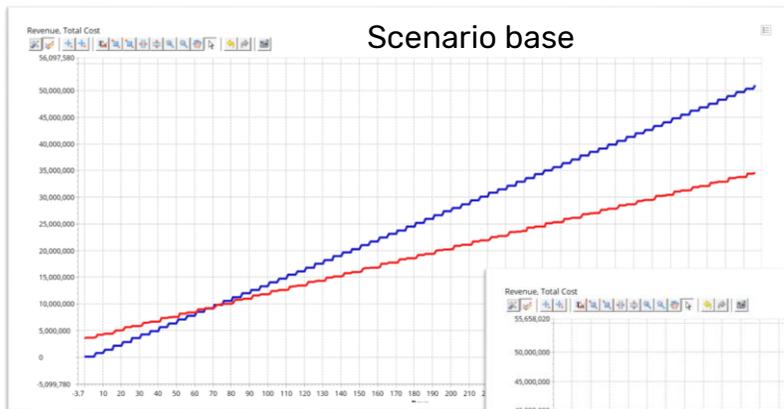
Chiusura temporanea di un fornitore

<https://www.anylogistix.com/>

DEGLI STUDI DI BERGAMO di Ingegneria Gestionale, dell'Informazione e della Produzione

© Roberto Pinto

12



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

© ROBERTO PINTO

15

Scenario base

	Statistics name	Value	Unit
1	Facility Cost	237,999.6	USD
2	Inbound Proce...	374,066.4	USD
3	Initial Site Cost	3,000,000	USD
4	Inventory Carr...	1,311,181.954	USD
5	Inventory Spend	20,979,840	USD
6	Other Cost	439,200	USD
7	Outbound Pro...	374,755.4	USD
8	Profit	16,454,773.728	USD
9	Revenue	50,997,800	USD
10	Total Cost	34,543,026.272	USD
11	Transportation ...	7,825,982.918	USD

What if analysis

	Statistics name	Value	Unit
1	Facility Cost	603,088.4	USD
2	Inbound Proce...	373,339.2	USD
3	Initial Site Cost	3,000,000	USD
4	Inventory Carr...	1,312,896.32	USD
5	Inventory Spend	21,383,840	USD
6	Other Cost	439,200	USD
7	Outbound Pro...	374,028.2	USD
8	Profit	15,347,533.543	USD
9	Revenue	50,598,200	USD
10	Total Cost	35,250,666.457	USD
11	Transportation ...	7,764,274.337	USD

$$\Delta = -1,1 \text{ mln}$$



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

14

In conclusione

- Le supply chain sono sempre più complesse... e continueranno ad esserlo almeno nel breve-medio periodo
- La complessità è spesso imprescindibile, e può ulteriormente aumentare
- Disruption: non è questione di se, ma di quando...
- La tecnologia offre opportunità per gestire situazioni più complesse, ma non trascurare le competenze



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

15

Roberto Pinto Ph.D

Supply Chain & Logistics

Dipartimento di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione (DIGIP)
Università degli Studi di Bergamo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

 roberto.pinto@unibg.it

 @ropinot



www.unibg.it

 cels.unibg.it



www.linkedin.com



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO

Dipartimento
di Ingegneria Gestionale,
dell'Informazione e della Produzione

Fabbrica Futuro – 1 luglio 2021
© Roberto Pinto

16