



Dipartimento di Economia e Management
Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

Supply Chain Transformation: Sostenibilità e Trasparenza attraverso la Blockchain

CANDIDATO:

FLAVIA COFFARI

MATRICOLA:

251201

RELATORE:

PROF.SSA FEDERICA BRUNETTA

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

INDICE:

INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO 1: Supply Chain Management come strategia trasformativa.....	6
- 1.1 Cenni dell'evoluzione da logistica a supply chain management.....	6
- 1.2 Struttura delle supply chain: da lineare a reticolare.....	7
- 1.3 Stress test della supply chain.....	9
- 1.4 Matrice di Kraljic.....	10
- 1.5 Disruptions e Butterfly Effect.....	13
- 1.6 Offshoring, Nearshoring E Onshoring.....	14
- 1.7 Supply Chain Mapping.....	15
• 1.7.1 Classificazione gerarchica dei livelli di mappatura.....	16
• 1.7.2.Motivazioni e utilità del supply chain mapping.....	18
- 1.8 Supply Chain Transformation.....	19
• 1.8.1 Motivazioni esterne.....	19
• 1.8.2 Motivazioni interne.....	21
CAPITOLO 2: Integrazione della sostenibilità nel Supply Chain Management.....	23
- 2.1 Sostenibilità e ESG.....	23
- 2.2 Corporate Social Responsibility.....	24
- 2.3 Rischio reputazionale.....	25
- 2.4 Sustainable Supply Chain.....	28
- 2.5 Circular supply chain Management.....	30
- 2.6.1 Decarbonizzazione della supply chain: classificazione delle emissioni.....	33
- 2.6.2 Decarbonizzazione della supply chain: carbon neutral, net zero, carbon negative.....	35
- 2.7 Esempi aziendali di transizione verso sustainable supply chains:.....	39
• 2.7.1 Apple.....	40
• 2.7.2 Starbucks.....	41
• 2.7.3 Microsoft.....	42

CAPITOLO 3: Maggiore trasparenza grazie alla tecnologia Blockchain	44
- 3.1 Tecnologia Blockchain: struttura e funzionamento.....	44
- 3.2 Tecnologie a supporto della blockchain: Smart Contracts e IoT.....	48
- 3.3 Applicazioni della blockchain al supply chain management.....	51
• 3.3.1 Settore agroalimentare: collaborazione Walmart-IBM: carne di maiale dalla Cina, mango dal Sudamerica.....	52
• 3.3.2 Settore minerario: Everledger e la supply chain dei diamanti.....	54
- 3.4 Sfide e ostacoli all'utilizzo e diffusione della blockchain nelle supply chain.....	56
• 3.4.1 Interoperabilità.....	56
• 3.4.2 Sfide dal punto di vista.....	57
• 3.4.3 Scalabilità.....	58
CONCLUSIONI	61
BIBLIOGRAFIA	62

INTRODUZIONE

Lo studio portato avanti con questa tesi si propone di analizzare le motivazioni che spingono le aziende ad operare una trasformazione della supply chain, focalizzandosi su come integrare la sostenibilità all'interno dell'intera rete di attori coinvolti nel suo processo di approvvigionamento. Inoltre viene approfondito come la tecnologia blockchain possa essere sfruttata come strumento per incrementare tracciabilità e trasparenza del network stesso, inducendo in questo modo ulteriore slancio verso una nuova visione del mondo e del modo di fare business idonea a preservare il valore delle risorse che abbiamo e il futuro della società di cui facciamo parte.

Viviamo in un mondo caratterizzato da profonda interconnessione e dinamismo, in cui scambi commerciali ormai internazionali vengono influenzati da cambiamenti continui che si trasmettono a livello globale in tempo reale grazie a innovazioni tecnologiche all'avanguardia. Riponiamo crescente attenzione sugli impatti che le nostre azioni producono sull'ambiente e sulle comunità, perché in un contesto di crescita demografica esponenziale e scarsità delle risorse disponibili abbiamo compreso quanto sia urgente mettere in atto comportamenti finalizzati a preservare l'ambiente e a limitare sprechi e conseguenti perdite di valore. Le aziende scoprono di avere una priorità che fino a pochi anni fa era considerata solo marginale: diventare sostenibili. Attuare prassi di business etiche e trasparenti permette di incrementare il valore e la durata delle proprie risorse, acquisire vantaggio competitivo, apportare benefici a una pluralità di stakeholders e in ultima istanza conseguire una forma di successo sostenibile

Essere in grado di raccogliere e analizzare un'enorme mole di dati ci permette di prevedere trend e cambiamenti nelle esigenze della nostra società. Tuttavia in alcuni casi, pur avendo a disposizione big data e potenti tecnologie informatiche, non riusciamo a estrapolarne le informazioni necessarie per prefigurare il corso degli eventi, e quando ciò avviene fenomeni disruptive possono stravolgere il modo in cui svolgiamo le attività quotidiane, se non addirittura la nostra visione del mondo. Da un lato crisi finanziarie e conflitti geopolitici hanno ridotto il livello di fiducia che riponiamo nelle istituzioni e nei meccanismi di coordinamento internazionale; dall'altro social media, accesso a internet e digitalizzazione hanno consentito alla maggior parte della popolazione di intessere intricate reti di relazioni sociali e commerciali, in cui il valore smaterializzato di asset intangibili viene trasferito con un semplice clic generando flussi di dati. In un contesto in cui i consumatori sono diventati più esigenti e impazienti, le aziende con maggiori fatturati sono quelle che riescono a farvi fronte avvalendosi di strumenti quali la profilazione dei dati e il marketing customer-centric e mostrandosi altresì impegnate a generare un impatto positivo sull'ambiente e sulla società.

Per raggiungere un simile obiettivo, la gestione delle supply chain aziendali, ovvero delle catene di approvvigionamento aziendali, sta vivendo un processo di trasformazione sostanziale al fine di incrementare digitalizzazione, tracciabilità e trasparenza delle operazioni aziendali per consolidare la sostenibilità delle attività di business. Mappare la supply chain significa individuare la natura e il potere contrattuale tra gli attori che concorrono all'estrazione di materie prime e al processo di trasformazione delle stesse in prodotti finali. Analizzare il rischio di fornitura e la rilevanza strategica delle singole risorse consente all'azienda di modellare la struttura del proprio network di fornitori, e di plasmarla in modo tale che la sostenibilità venga integrata all'interno della rete stessa. In quest'ottica, la tecnologia blockchain si presenta come un valido e adeguato strumento sulla base della quale operare questa trasformazione. Gli attori di una filiera potrebbero essere dislocati geograficamente in paesi diversi, e la mancanza di rapporti diretti tra nodi del network di fornitura potrebbe inficiare la reciproca fiducia, nonché l'immagine reputazionale di affidabilità che i clienti potenziali ricercano nel processo di acquisto. Con la creazione di una apposita piattaforma blockchain, le aziende possono costruire una configurazione virtuale della propria rete di relazioni, in cui ogni attore, in virtù della decentralizzazione dell'autorità della rete digitale, ha accesso a dati in tempo reale in un'ottica di collaborazione, condivisione e fiducia che si traduce in benefici per tutti. L'accesso ai dati in tempo reale agevola sia il monitoraggio della provenienza e della qualità delle merci, e sia la previsione di eventuali ritardi nella fornitura, che potrebbero impattare negativamente sul profitto e sull'immagine dell'azienda.

Il primo capitolo della tesi illustra i recenti cambiamenti nel supply chain management, gli strumenti che possono aiutare a prevenire e affrontare imprevisti e disruption, e le spinte verso una trasformazione delle supply chain aziendali.

Il secondo capitolo descrive come i parametri ESG (Environment, Social and Governance) e la CSR (Corporate Social Responsibility) possano influenzare la sostenibilità del business e la reputazione aziendale, consentendo alle imprese di intraprendere ambiziosi obiettivi come la decarbonizzazione dell'intera supply chain e il recupero del valore degli scarti grazie a modelli di gestione circolare.

Il terzo capitolo, infine, presenta le potenzialità che la tecnologia Blockchain potrebbe sbloccare una volta applicata al supply chain management, focalizzandosi in particolare sui vantaggi conseguibili in termini di tracciabilità, trasparenza e digitalizzazione delle attività e delle transazioni effettuate all'interno del network di fornitura.

CAPITOLO 1: SUPPLY CHAIN MANAGEMENT COME STRATEGIA TRASFORMATIVA

1.1 CENNI DELL'EVOLUZIONE DA LOGISTICA A SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

L'etimologia del termine "logistica" è riconducibile ai tempi dell'antica Grecia, dove la parola "logos" designava il concetto di ordine, parola o senso logico. Di fatto, il termine inizialmente veniva utilizzato in contesto militare per riferirsi a operazioni tattico-strategiche basate sul calcolo. La logistica nacque per l'appunto come una branca dell'arte militare, dedicata ad assicurare alle truppe l'approvvigionamento ordinato e ottimale di rifornimenti alimentari e di artiglieria. Questa disciplina si allontanò dall'ambito militare solo dopo il termine della Seconda Guerra Mondiale, quando finalmente fece il suo ingresso in studi di carattere economico e industriale. In un primo momento le sue applicazioni vennero limitate all'organizzazione di trasporto e gestione dei magazzini, tuttavia verso la fine degli anni '70 gradualmente la funzione logistica iniziò ad essere vista non più semplicemente come sussidiaria alle attività aziendali, ma come detentrica di un ruolo strutturale e strategico in azienda.

Nel 1986 il Council of Logistics Management (CLM), che dal 2005 ha cambiato nome in Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), elaborò la definizione di logistica quale "funzione aziendale destinata a gestire il processo di pianificazione, esecuzione e controllo di un efficiente ed efficace flusso e immagazzinamento di materie prime, semilavorati, prodotti finiti e delle relative informazioni dal punto di origine al punto di consumo per soddisfare le richieste del cliente finale".

Un cambiamento radicale avvenne nel 1982 con la coniazione del termine "supply chain" da Oliver e Webber, secondo i quali questa nuova e moderna versione della logistica era lo strumento che, minimizzando i costi e garantendo la flessibilità della struttura produttiva, aveva il potenziale di costituire una delle primarie leve per il conseguimento di elevati livelli di prestazione, e pertanto avrebbe dovuto entrare a far parte delle priorità organizzative del top management. In realtà la nascita del termine supply chain non fu un'invenzione manageriale, ma il culmine di un processo di ricerca portato avanti su più fronti da vari studiosi, che stavano indagando le potenzialità dell'integrazione della funzione logistica con altre funzioni e processi aziendali. Per richiamarne alcune: la ricerca dei canali di Alderson (1957), il Bullwhip Effect di Forrester (1958) e il comportamento integrato di Bowersox (1969).

Benché siano state elaborate numerose definizioni, quella che delinea con maggiormente chiarezza il vantaggio competitivo che deriva dal moderno approccio al “Supply Chain Management” è offerta dall’Massachusetts Institute of Technology (MIT), secondo il quale si tratta di un “approccio orientato all’approvvigionamento, produzione e fornitura di prodotti e servizi ai clienti, nella cui ottica l’azienda è parte di un articolato network di attori comprendente fornitori, operatori logistici, punti vendita e clienti. Il termine supply chain racchiude dunque un’accezione più ampia di quello di logistica, perché mentre quest’ultimo designa una funzione aziendale specifica, la gestione della supply chain indica il coordinamento in maniera integrata di tutte le attività e flussi aziendali, di carattere materiale, informativo e finanziario, tramite cui l’azienda offre valore ai clienti.

1.2 STRUTTURA DELLA SUPPLY CHAIN: DA LINEARE A RETICOLARE

Le prime catene di fornitura aziendali presentavano una configurazione pressoché lineare, caratterizzata da relazioni diadiche e sequenziali tra imprese.

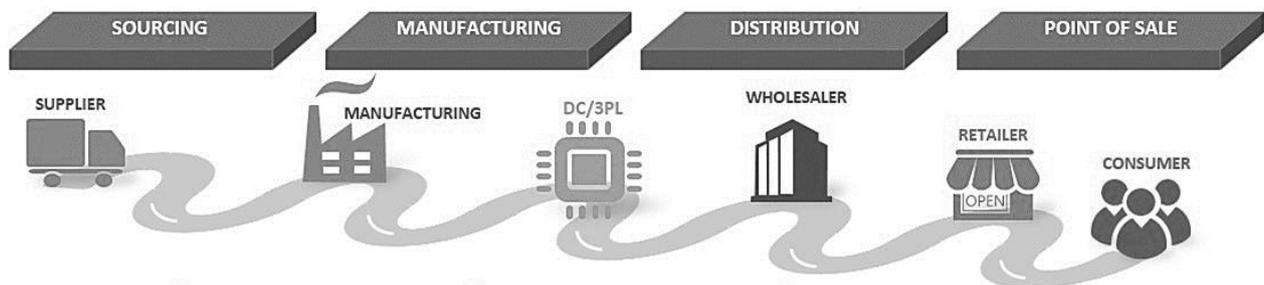


Figura 1.1: Esempio di supply chain lineare

Ciò semplifica grossolanamente e distorce la realtà delle moderne catene di approvvigionamento, di cui, con il modello lineare, non si riescono a cogliere in modo soddisfacente le relazioni di interdipendenza all’interno di un numeroso e variegato insieme di imprese.

Le supply chain di oggi hanno una struttura complessa e necessitano forti capacità di adattamento a cambiamenti esterni. Il modo più appropriato di rappresentarle risulta essere non più il modello lineare ma il modello reticolare, il quale permette di evidenziare non solo gli effetti delle interazioni dirette tra gli attori, ma anche di quelle indirette.

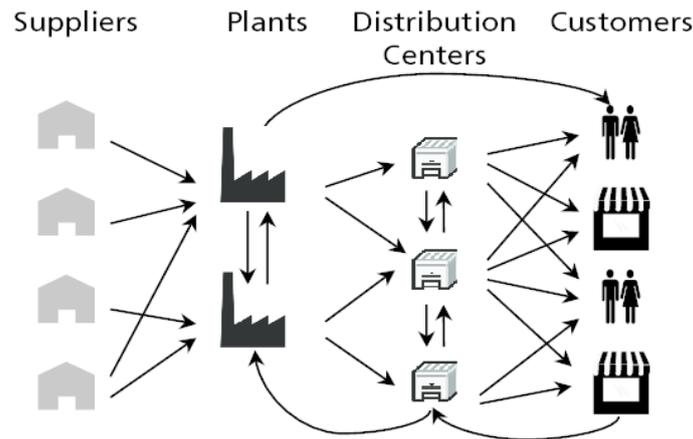


Figura 1.2 Esempio di supply chain reticolare. Fonte: ResearchGate, Stefan Nickel, Jan 2003

La rete viene rappresentata graficamente come un insieme di nodi e connessioni. I nodi, indicati con punti o icone, rappresentano gli attori della supply chain, e vanno considerati come entità autonome che contribuiscono alla creazione di valore lungo la filiera. Le connessioni, rappresentate da linee o frecce, descrivono le connessioni che mettono in relazione i vari nodi. Esse indicano prevalentemente la presenza di contratti e flussi di scambio tra imprese, di natura materiale, informativa o finanziaria.

Altri elementi rilevanti nella mappatura della supply chain sono la distribuzione geografica dei locali e degli stabilimenti di produzione e immagazzinamento, degli uffici e dei punti vendita.

Dallo studio effettuato in vari ambiti scientifici - biologici, sociali, informatici, fisici – sono state identificate tre proprietà dei network efficienti che risultano apparentemente universali nella realtà: la brevità del percorso caratteristico, la presenza di una distribuzione di connettività regolata dalla legge della potenza, e l'alto coefficiente di clustering.

La “lunghezza del percorso caratteristico” è la distanza media tra due nodi della rete scelti in modo casuale, e permette di capire quanti nodi in media vengono attraversati per poter congiungerne due scelti casualmente. Una catena di approvvigionamento efficiente possiede un percorso caratteristico breve in quanto la relazione tra due aziende della filiera necessita di passare per un numero di intermediari relativamente basso. Spesso la lunghezza eccessiva del percorso caratteristico è sintomo di fenomeni di inefficienza nella gestione della supply chain.

Con l'espressione “distribuzione di connettività” ci riferiamo al numero medio di connessioni detenute da ciascun nodo della rete. Quando la distribuzione di connettività è regolata dalla legge della potenza, sussiste una situazione in cui un numero ristretto di nodi è altamente connesso con gli altri, mentre un gran numero di nodi è detentore di poche connessioni. L'eterogeneità di questo tipo di connettività consente di raggiungere elevati livelli di efficienza della rete di approvvigionamento, perché i nodi con maggiori connessioni assumeranno il ruolo di coordinatori chiave delle varie

attività. Senza attori leader è infatti improbabile che gli altri nodi si coordinino e collaborino in modo da ridurre i costi di transazione.

Infine, per “coefficiente di clustering” si intende la probabilità che due nodi connessi a un dato un nodo locale siano connessi anche tra di loro. L’informazione che se ne trae è rilevante perché, rispetto a ciò che avviene nelle coppie binarie, nelle triadi si verifica maggiore propensione alla collaborazione e alla riduzione di comportamenti opportunistici. Pertanto, aumentare il coefficiente di clustering è un modo con cui il management può aumentare i meccanismi di connessione orizzontale della supply chain.

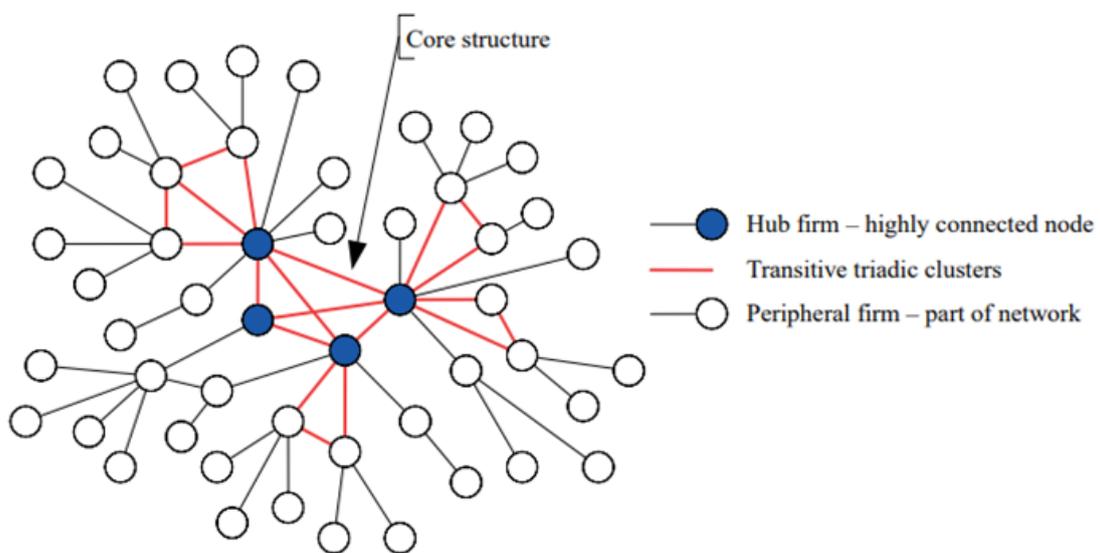


Figura 1.3: Connessioni tra i nodi. Fonte: Mark MJ Wilson, Mar 2013

1.3 STRESS TEST DELLA SUPPLY CHAIN

Attraverso uno stress test della catena di fornitura si intende effettuare una valutazione completa della resilienza della catena di fornitura di un'azienda al fine di identificare potenziali vulnerabilità e aree di miglioramento. Lo scopo è simulare una serie di scenari disruptive, come disastri naturali, fallimenti di fornitori, scioperi dei lavoratori o eventi geopolitici, e valutare l'impatto di tali interruzioni sulla capacità dell'azienda di fornire prodotti o servizi ai clienti.

Per condurre uno stress test della catena di approvvigionamento, le aziende utilizzano in genere una combinazione di metodi qualitativi e quantitativi, che possono includere:

- Mappatura della catena di approvvigionamento, con la quale le aziende mappano l'intera rete della catena di approvvigionamento per identificare tutti i fornitori, i percorsi di trasporto e i

relativi rapporti contrattuali. Questo aiuta a identificare i nodi critici nel network e a comprendere le dipendenze strategiche tra le diverse parti.

- Pianificazione di scenari, con cui le aziende dovrebbero sviluppare una serie di simulazioni di situazioni che potrebbero interrompere la catena di approvvigionamento, come il fallimento di un fornitore, la chiusura di un porto o uno sciopero dei lavoratori. Tali scenari dovrebbero basarsi su dati storici, nonché sui rischi e sulle tendenze emergenti.
- Valutazione dell'impatto di ogni scenario sulle loro operazioni della catena di approvvigionamento, per comprendere come influirebbero sulla capacità dell'azienda di evadere gli ordini dei clienti, i tempi di consegna e i costi. Ciò richiede, tra l'altro, l'analisi dei dati sui livelli di inventario, sulla capacità di produzione, sui costi di trasporto e sulla domanda dei clienti.
- Sviluppo di strategie per mitigare i rischi identificati nello stress test, come ad esempio la diversificazione dei fornitori, l'aumento delle scorte di sicurezza o l'investimento in nuove rotte di trasporto.
- Monitoraggio continuo, comprendente revisione e aggiornamento cadenzato dello stress test della catena di fornitura per riflettere i cambiamenti nell'ambiente aziendale o nella rete della catena di fornitura, al fine di salvaguardare la resilienza aziendale.
- Elaborazione di piani di emergenza, che possono essere attivati nel caso in cui si presentino determinati fenomeni analizzati mediante lo stress test

Dunque, nel complesso uno stress test della supply chain costituisce uno strumento volto ad aiutare le aziende a migliorare la resilienza della propria catena di approvvigionamento e ridurre o quantomeno essere preparate al rischio di interruzioni impreviste che potrebbero avere un impatto negativo sulle loro operazioni e stakeholders.

1.4 MATRICE DI KRALJIC

Il modello che Kraljic elaborò nel 1983 è diventato negli anni uno strumento largamente diffuso su cui basare la strategia di gestione della catena di fornitura di un'azienda che ha necessità di acquistare un portafoglio di prodotti da impiegare nel proprio processo produttivo.

In questo modello, i materiali e i prodotti di cui l'azienda deve rifornirsi vengono classificati in base a due variabili:

- Supply risk, ovvero rischio di approvvigionamento. Esso dipende dalla complessità della struttura del mercato di fornitura, il quale viene valutato in base a criteri quali: presenza di

barriere all'ingresso, ritmo dell'evoluzione tecnologica, complessità della rete logistica, presenza di situazioni di monopolio o oligopolio, numerosità dei fornitori, reperibilità dell'oggetto d'acquisto. È pertanto una dimensione da intendere come assoluta in quanto uguale per tutte le aziende che operano in uno specifico settore.

- Profit impact, ovvero rilevanza dell'acquisto in termini di valore aggiunto apportato e di impatto di redditività. Questo viene misurato secondo parametri quali: costo relativo dei materiali rispetto al costo di produzione, valore aggiunto in termini marginali, importanza strategica dell'acquisto. È una dimensione relativa alla specifica azienda e denota l'importanza strategica dell'acquisto.

In base a come le suddette due variabili si intersecano, il modello individua quattro distinte classi di articoli: non critici, leva, strategici e collo di bottiglia.

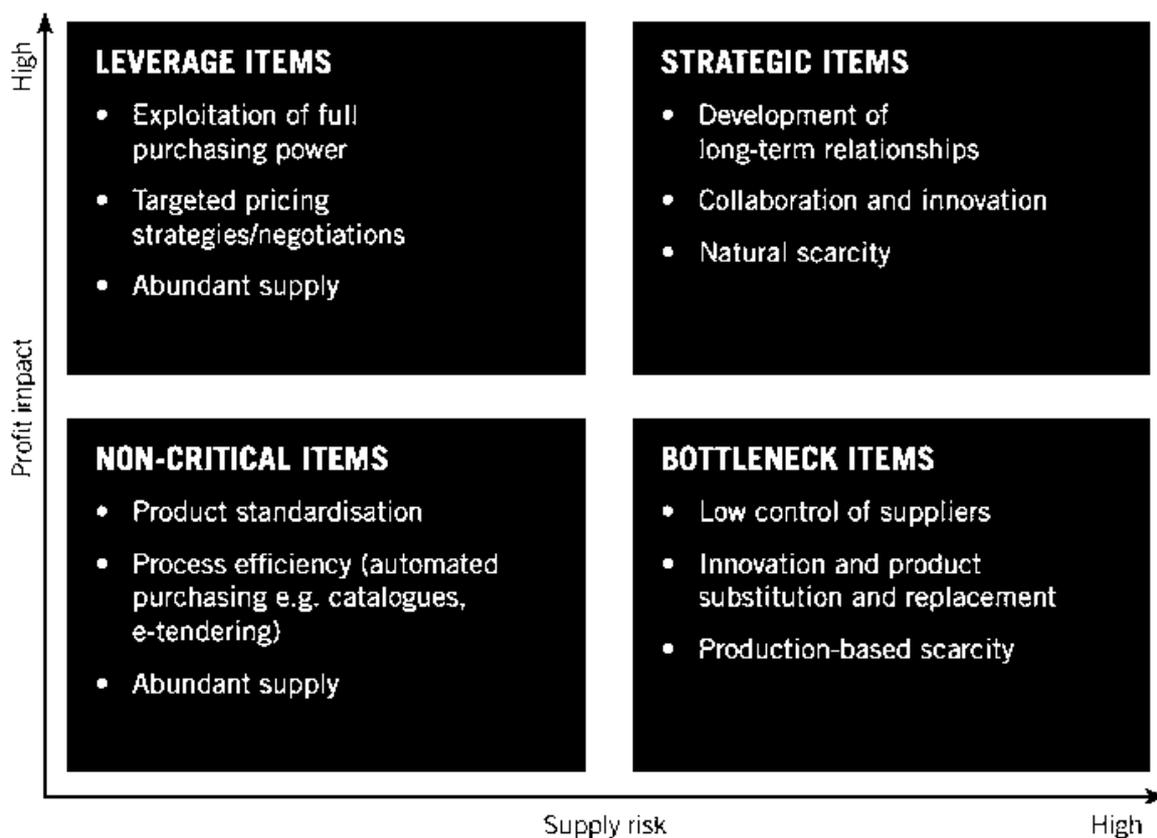


Figura 1.4: Matrice di Kraljic. Fonte: Forbes, Feb 2017

Gli articoli non critici (non-critical items) sono facilmente reperibili in quanto la struttura del mercato non presenta complessità rilevanti, come ad esempio nel caso di una molteplicità di fornitori o di prodotti sostitutivi. Inoltre sono articoli che non impattano significativamente sulla redditività

dell'impresa. La strategia suggerita dal modello di Kraljic è dunque quella di efficientare il processo di acquisto riducendone al minimo i costi e mediante ordini di acquisto di articoli standardizzati in grandi quantità.

Gli articoli leva (leverage items), come i precedenti, sono caratterizzati da bassa complessità del mercato di fornitura, ma da un elevato impatto strategico ed economico per l'azienda. Il modello consiglia in questo caso di far leva sul potere negoziale dell'azienda, che può ottenere condizioni favorevoli di approvvigionamento sfruttando la possibilità di ricorrere a fonti di approvvigionamento alternative, inducendo pertanto i fornitori potenziali a competere sul prezzo.

Gli articoli strategici (strategic items) sono situati nell'angolo in alto a destra della matrice, e sono quelli che ricoprono un ruolo maggiormente decisivo per l'azienda sia in termini di valore per l'azienda che di rischio di reperimento. Questa situazione può essere determinata sia dalla natura dei beni, rari o comunque di grande valore, che dall'alta rischiosità del mercato in cui vengono messi in commercio. Data la loro cruciale importanza strategica, Kraljic invita le aziende a sviluppare atteggiamenti collaborativi con la rete di fornitori per assicurarsi maggiori garanzie sulla continuità della fornitura in una prospettiva temporale di medio-lungo termine.

Gli articoli collo di bottiglia (bottleneck items), nonostante non impattino economicamente in maniera significativa sull'azienda, hanno un'altissima importanza strategica perché se la fornitura venisse interrotta ciò comprometterebbe gravemente la possibilità della stessa di continuare le proprie attività produttive. Come per i precedenti, anche per questi articoli il modello suggerisce di integrarsi verticalmente oppure di sviluppare partnership a monte della supply chain per ridurre al minimo i rischi di interruzione di fornitura, o comunque limitare gli effetti negativi della loro bassa reperibilità.

La matrice di Kraljic ha avuto storicamente una grande importanza nel diffondere l'idea che i materiali e i prodotti di cui le aziende hanno necessità di rifornirsi presentano differenti gradi di rilevanza strategica, sia in relazione al supply risk che al profit impact, e rappresenta senz'altro un importante strumento per individuare quali comportamenti strategici converrebbe attuare in relazione alle diverse classi di articoli sopra descritti. Tuttavia nel contesto di globalizzazione e repentino cambiamento che viviamo ormai da anni questo modello non può che rappresentare solo un punto di partenza dal quale condurre riflessioni più approfondite. Il limitato numero di classi e di tattiche di business suggerite da Kraljic tende a semplificare in maniera eccessiva una realtà economica che al giorno d'oggi è diventata eccessivamente complessa e articolata.

1.5 DISRUPTIONS E BUTTERFLY EFFECT

A differenza dei “megatrend”, cambiamenti dell’ambiente esterno in cui l’azienda opera il cui impatto, per quanto dirompente, può essere previsto grazie all’uso di dati disponibili, nel caso delle “disruption” non si detengono dati sulla base dei quali provare ad elaborare previsioni.

Nel libro “Il cigno nero: come l’improbabile governa la nostra vita” , Nassim Nicholas Taleb ha coniato il termine “black swan event” per indicare un evento inaspettato che produce impatti fortissimi avvertiti ampiamente nel nostro mondo che, per via della globalizzazione, è sempre più complesso e interconnesso. Spesso a posteriori tutto appare prevedibile, ma nel presente i dati disponibili non lasciano trasparire tendenze identificabili che indichino con chiarezza la prossimità del verificarsi di un evento disruptive. Gli effetti delle disruptions sono studiati nell’ambito di una parte della Teoria del Caos che prende il nome di “Butterfly Effect”, nozione secondo la quale un piccolo avvenimento può influenzare un sistema complesso, che tenderà ad ampliarne l’impatto in maniera esponenziale. L’effetto farfalla prende questo nome da un esempio allegorico: ipoteticamente il battito d’ali di una farfalla può causare un tifone dall’altra parte del globo. Analogamente, nel marzo 2021 abbiamo assistito all’interruzione temporanea del traffico commerciale mondiale quando una singola nave si è incagliata nel Canale di Suez bloccandone il transito. Ciò ha causato disguidi e rallentamenti nelle supply chain di aziende operanti nei più svariati settori.

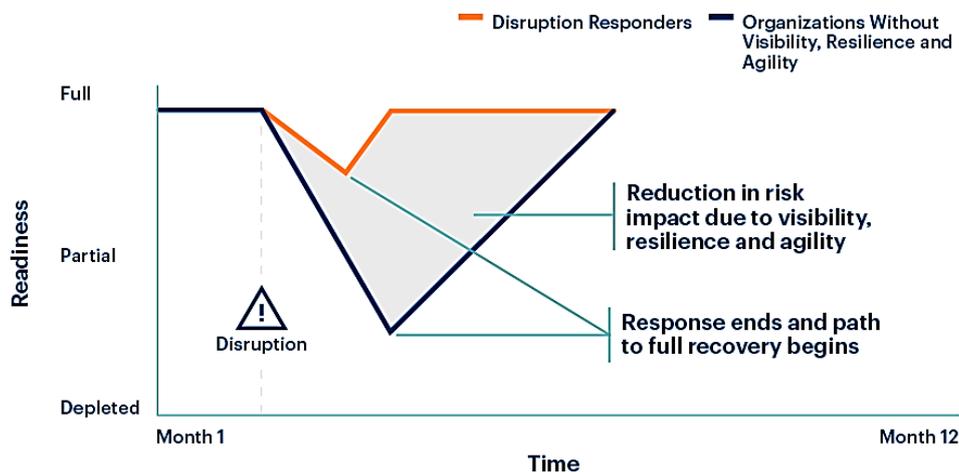


Figura 1.5: Supply chain disruptions, Fonte: Gartner, 2021

Rendere le supply chain immuni alle disruption non è possibile, proprio perché per la loro natura non è possibile intuire in anticipo quando questi fenomeni si verificheranno, quanto dureranno e che impatto avranno. Nonostante ciò, chi nelle aziende si occupa di supply chain management dovrebbe porre attenzione a rendere la catena di approvvigionamento il più resiliente possibile ai cambiamenti

esterni, agendo innanzitutto in modo da ridurre i tempi di reazione e aumentando il livello di prontezza e flessibilità dell'organizzazione stessa, perché saranno proprio queste due variabili a determinare chi sopravviverà alla disruption e chi sarà costretto ad uscire dal business. Secondo uno studio condotto dal McKinsey Global Institute, aziende operanti in una grande varietà di settori dovrebbero aspettarsi il verificarsi ogni 3,7 anni di una supply chain disruption della durata di un mese o più.

Investire in software e sistemi di intelligenza artificiale capaci di collezionare grandi quantitativi di dati con cui poi effettuare “what if analysis” e costante monitoraggio sono fattori di impatto significativo per incrementare la resilienza della supply chain, ma essi da soli non sono sufficienti. È necessario infatti supportarli con una pianificazione strategica della distribuzione geografica della catena di approvvigionamento.

1.6 OFFSHORING, NEARSHORING E ONSHORING

Se delle innumerevoli definizioni elaborate adottiamo quella dell'Enciclopedia Treccani, possiamo descrivere la “globalizzazione” come un fenomeno di unificazione dei mercati a livello mondiale, consentito dalla diffusione di innovazioni tecnologiche che hanno spinto verso modelli di consumo e di produzione più uniformi e convergenti.



Figura 1.6: Onshoring, Nearshoring e Offshoring, Fonte: Nextbridge, Feb 2021

In un simile contesto, sin dagli anni '60 e '70 grandi aziende dei paesi industrializzati hanno iniziato a mettere in pratica l'offshoring, cioè hanno spostato parti delle proprie operazioni di business dal proprio paese a paesi in via di sviluppo quali Cina, India, Filippine, paesi del Sud America e dell'Est Europa. I vantaggi principali che tali aziende mirano a conseguire con questo approccio sono: benefici fiscali, accesso a materie prime a prezzi più bassi, costo della forza lavoro inferiore e leggi di

protezione ambientale meno stringenti. A seguito dell'incremento della frequenza di fenomeni disruptive per le supply chain, nonché di maggiore considerazione da parte di istituzioni e consumatori dell'impatto ambientale delle pratiche aziendali, si sta verificando negli ultimi anni una tendenza a due nuove forme di allocazione geografica dei processi produttivi: il nearshoring e l'onshoring. Benché spesso vengano erroneamente utilizzati come sinonimi, i due termini non vanno confusi: nearshoring si riferisce a quando un'azienda sposta una parte delle proprie attività da un paese lontano a uno geograficamente più vicino, mentre l'onshoring, anche noto come reshoring, si verifica nel momento in cui il processo manifatturiero o di fornitura ritorna da un paese distante al paese di origine. Queste due tendenze stanno diventando sempre più popolari perché, combinandole adeguatamente con la strategia di offshoring, permettono di diversificare la pianificazione di approvvigionamento e di produzione riducendo l'elevato rischio proveniente dalla struttura reticolare globalmente distribuita della supply chain.

1.7 SUPPLY CHAIN MAPPING

La mappatura della supply chain è uno strumento utile a collegare la corporate strategy con la supply chain strategy di un'azienda, al fine di identificare le opportunità di miglioramento e di riprogettazione della rete di approvvigionamento.

Nello specifico, la supply chain map è una rappresentazione schematica e semplificata della supply chain che permette di visualizzarne le caratteristiche principali. La mappa dovrebbe presentare informazioni appropriate e accurate, in maniera che all'occhio di un osservatore risulti facilmente comprensibile e, al contempo, sufficientemente informativa. Lo scopo ultimo della mappatura della catena di approvvigionamento è infatti quello di contribuire a rendere la struttura della supply chain più chiara e trasparente, e di facilitarne l'analisi e il monitoraggio.

Aziende e istituzioni negli anni hanno elaborato mappe della propria supply chain nelle più svariate forme grafiche e contenutistiche. Questo fenomeno si è verificato poiché bisogna innanzitutto scegliere quali informazioni rappresentare con la mappa, decidere quale modello di rappresentazione grafica adottare, e stabilire il livello di dettaglio della mappa. Tale livello dipende in maniera determinante dal settore in cui l'azienda opera, dalla sua dimensione, dalla distribuzione geografica delle sue strutture e dallo scopo che intende raggiungere con la supply chain strategy. Siccome esso non solo è differente per ogni organizzazione ma varia anche in base alla fase del ciclo di vita in cui la stessa si trova, è emerso il problema di una grande mancanza di omogeneità nei processi di mappatura nelle varie aziende. Ne derivano difficoltà per chi vuole operare un confronto tra i modelli

di supply chain management di aziende diverse, e difficoltà per le aziende stesse che, non disponendo di un modello standardizzato a cui fare riferimento, non hanno altra scelta che avviare ex novo un processo di mappatura che richiederà impiego di molto tempo, ingenti risorse finanziarie e l'utilizzo di risorse umane che potrebbero invece dedicarsi a mansioni più redditizie.

Lo studio pubblicato nel 2022 sull'International Journal of Production Economics e condotto da MacCarthy, Ahmed e Demirel, approfondisce proprio l'esigenza di standardizzare il processo di mappatura della supply chain aziendale. Nella loro ricerca hanno notato che l'espressione "supply chain mapping" è stata utilizzata come termine generico per indicare mappe a diversi livelli di approfondimento, e propongono pertanto di classificare le mappe in base alla loro struttura in una prospettiva gerarchica.

1.7.1 CLASSIFICAZIONE GERARCHICA DEI LIVELLI DI MAPPATURA

Quando si vuole studiare un qualsiasi sistema, nel nostro caso quello aziendale, si può decidere di analizzarlo a livello macroscopico, cioè in maniera più ampia possibile, oppure a livello microscopico, soffermandosi su ogni dettaglio di ogni singolo processo. La classificazione proposta parte dalla scelta preliminare del livello di dettaglio a cui intendiamo studiare la catena di approvvigionamento, che può essere macro o micro, e dalla delimitazione dell'oggetto di analisi, ovvero la delineazione dei confini entro cui si intende studiare il sistema. In base alle suddette due dimensioni possiamo distinguere cinque diverse tipologie di mappa: Global Value Chain Map, Supply Network Map, Supply Chain Map, Value Stream Map e Process Map.

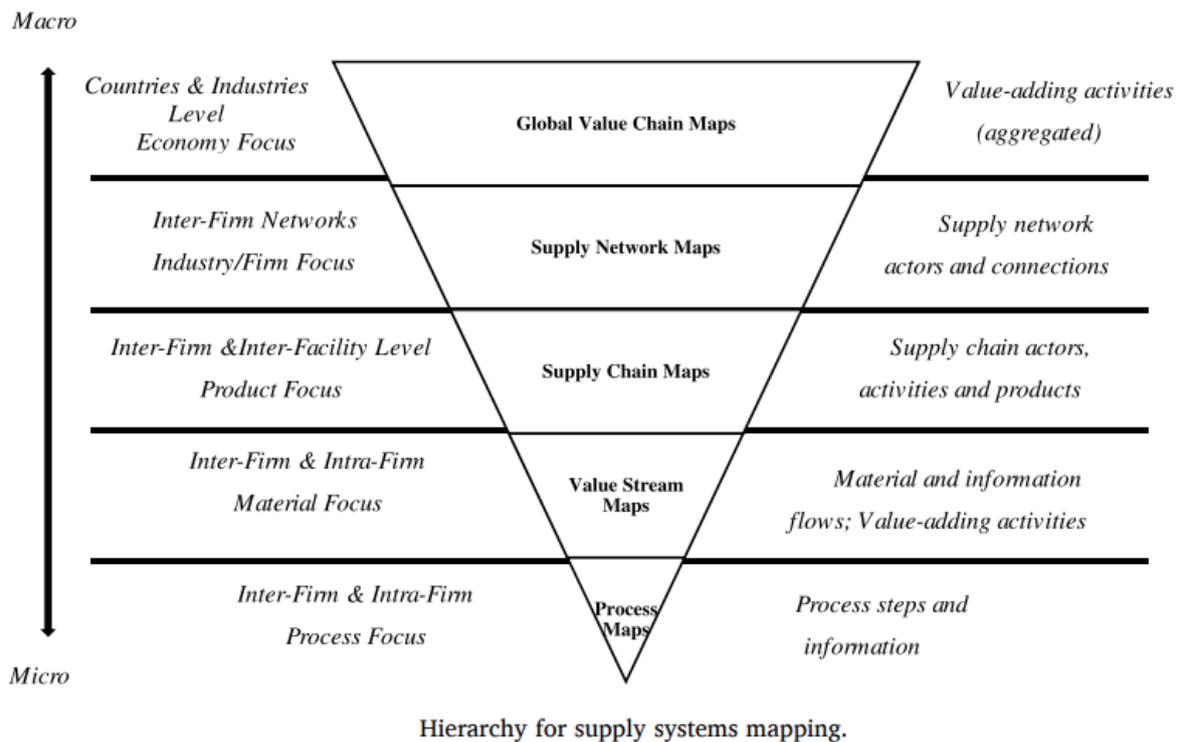


Figura 1.7: Gerarchia dei sistemi di mappatura della supply chain,

Fonte "Mapping the supply chain: Why, what and how?" di MacCarthy, Wafaa A.H., Demirel, Aug 2022

Partendo dalla prospettiva macro, troviamo la Global Value Chain Map, la quale offre una rappresentazione olistica e su scala globale dei flussi di materie e commerciali relativi ad un settore industriale. È particolarmente utile se si intende comprendere la posizione e il contributo di specifici paesi o regioni geografiche alla creazione di valore aggiunto a livello globale, nonché a sondarne la competitività e l'esposizione al rischio.

Ad un livello di scala inferiore, quindi di maggiore dettaglio, troviamo la Supply Network Map, che consente di ritrarre la rete di approvvigionamento come insieme di relazioni tra più aziende distinte che svolgono attività di sviluppo, produzione, consegna e distribuzione di prodotti e servizi in maniera più o meno coordinata e collaborativa. È congeniale allo studio della topologia della rete per finalità strategiche, come capire quali attori del network sono connessi in maniera diretta e quali in maniera indiretta.

Aumentando ulteriormente la granularità della nostra prospettiva di analisi verso un punto di vista micro, troviamo la Supply Chain Map. Questo termine è stato usato negli anni passati per indicare tutte le diverse mappe di cui stiamo discutendo in questo paragrafo, e ciò ha ingenerato molta confusione. Per ovviare a questo problema definiamo quindi Supply Chain Map come un sottoinsieme di un più ampio network di fornitura, incentrato su un particolare prodotto o gamma di prodotti. È

proprio questo tipo di mappa l'oggetto di studio della presente tesi. Grazie alla trasparenza che consente di raggiungere, questo livello di mappatura è utile a strutturare meglio la strategia aziendale di approvvigionamento, e siccome adotta il punto di vista di una specifica azienda serve a identificarne in particolare fornitori critici di materiali e componenti.

Sia la Value Stream Map che la Process Map, a differenza delle precedenti, vengono utilizzate per rappresentare processi di business, flussi di informazioni e di materiali all'interno di una singola azienda. La prima si focalizza sull'identificazione di attività a valore aggiunto e di possibili riduzioni di sprechi, da sfruttare poi mediante una pianificazione strategica. La seconda invece serve a descrivere gli step sequenziali in cui è articolato uno specifico processo aziendale, con la finalità strategica di identificare modi di reingegnerizzazione dello stesso per incrementarne l'efficienza.

1.7.2 MOTIVAZIONI E UTILITÀ DEL SUPPLY CHAIN MAPPING

Esistono svariate ragioni per cui si reputa necessario porre l'attenzione del management delle aziende sull'attenta mappatura delle supply chain.

In primo luogo vi è la necessità di mitigare i rischi a cui l'azienda è esposta, che possono essere dovuti a cambiamenti dell'ambiente esterno all'azienda, quali interruzione o rallentamento del normale flusso di approvvigionamento, ingresso di competitor nel mercato, o vere e proprie disruption che interessano non solo il settore in cui l'azienda opera ma il commercio internazionale su scala più ampia.

In secondo luogo, la mappatura della supply chain permette di elaborare strategie aziendali più accurate, perché sulla base di essa e del modello di Kraljic i manager possono analizzare quali sono gli attori chiave della rete di approvvigionamento, e di conseguenza definire con maggiore contezza gli obiettivi strategici.

Un'ulteriore ragione è l'esigenza di comprendere a fondo quali parti della supply chain possono beneficiare dall'implementazione di nuove tecnologie. Non sempre applicare innovazioni tecniche porta ad un miglioramento del sistema a livello organico, oppure l'azienda non dispone di fondi necessari ad innovare in maniera indiscriminata ogni suo dipartimento. Si trova pertanto di fronte alla necessità di scegliere dove investire. L'investimento apporterà maggiore valore per l'azienda se, dopo un'attenta analisi, verrà indirizzato verso quelle parti della filiera o quei processi che da esso trarrebbero la capacità di aumentare l'efficienza e la redditività dell'intero sistema aziendale. La continua e repentina innovazione tecnologica che stiamo vivendo offre varie possibilità: Internet of

Thing (IoT), Intelligenza Artificiale (AI), Machine Learning, Tecnologia Blockchain e Smart Contracts.

Infine, benché possa sembrare rispetto ai precedenti un aspetto più scontato, un'altra motivazione di rilievo per la quale le aziende dovrebbero focalizzarsi su una rappresentazione della supply chain il più trasparente possibile è data dalla nuova consapevolezza e dalle nuove aspettative dei consumatori, delle istituzioni e della società in genere. Siccome è proprio a loro che l'operato dell'azienda si rivolge, non sarebbe saggio trascurare la crescente consapevolezza, attenzione e aspettativa che tali parti hanno sviluppato negli ultimi anni in relazione alle tematiche di sostenibilità ESG (ambientale, sociale e di governance). Avere una chiara immagine della propria supply chain ne supporta le attività di monitoraggio, che permettono alle aziende di mettere in pratica attività di CSR (Corporate Social Responsibility) e di proteggerne la reputazione, fattore strategico che un tempo non veniva considerato ma che oggi ha un'incidenza cruciale sulla redditività.

1.8 SUPPLY CHAIN TRANSFORMATION

A causa della rapidità con cui attualmente evolvono e mutano le dinamiche di business, i sistemi di gestione della supply chain aziendale si rivelano sempre più frequentemente inadeguati e obsoleti. Ciò comporta l'esigenza di porre in atto una vera e propria trasformazione delle supply chain.

Avere un funzionamento efficiente della catena di approvvigionamento è un punto cardine del successo aziendale. L'urgenza di costante aggiornamento e adattamento della gestione della supply chain mira a supportare la crescita aziendale e a mantenere l'azienda competitiva, facendo leva sull'incremento dei livelli di innovazione tecnologica, sui processi di digitalizzazione e sull'amplificazione delle sinergie che la singola organizzazione ha con gli attori della propria rete di approvvigionamento.

In generale, partendo dal presupposto che organizzazioni operanti in contesti economici e settori industriali differenti avranno bisogno di eseguire tale trasformazione con metodi e accorgimenti diversi, è possibile individuare due diverse tipologie di driver di cambiamento: esterni e interni.

1.8.1 MOTIVAZIONI ESTERNE

Esamineremo di seguito alcune delle forze esterne all'organizzazione che possono portare all'elaborazione di una strategia di supply chain transformation.

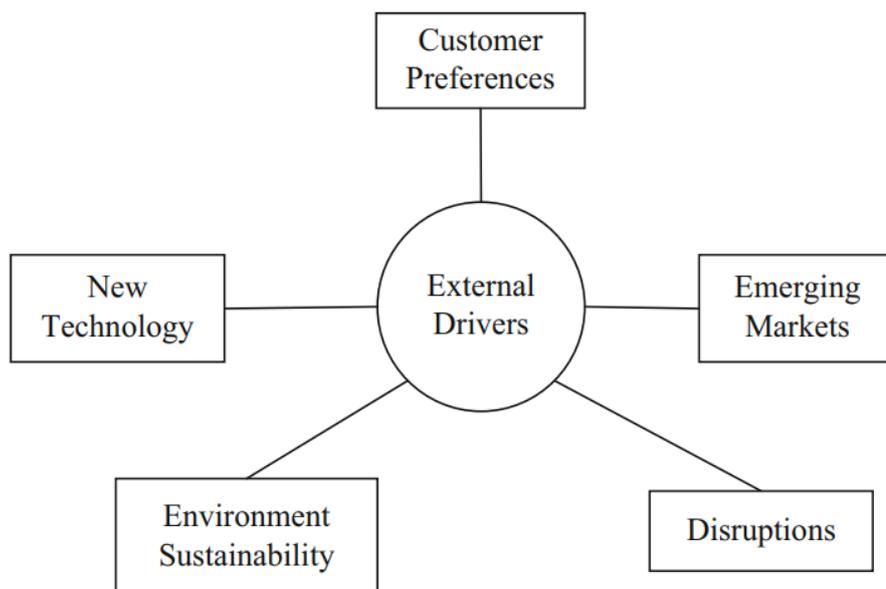


Figura 1.8: Motivazioni esterne alla supply chain transformation

Fonte: “Supply Chain Transformation: evolving with emerging business paradigmas”, Mar 2014

Le preferenze dei consumatori sono cambiate in maniera radicale rispetto a quelle di dieci anni fa. I consumatori si aspettano tempi di consegna rapidissimi; vogliono poter scegliere tra un’ampia gamma di varianti dello stesso prodotto quella con le sfumature e i dettagli che più incontrano i loro gusti; si aspettano che venga offerta loro la possibilità di effettuare ricerche e acquisto sia presso punti vendita fisici che online, in un’ottica omnichannel; infine, ultimo e più importante dettaglio, cambiano idea da un momento all’altro e sono estremamente sensibili alle migliaia di stimoli esterni che ricevono sui social media.

I paesi emergenti hanno un impatto rilevante nell’elaborazione di strategie di approvvigionamento resilienti, perché è da essi che spesso provengono materiali “collo di bottiglia”, il cui alto valore strategico per l’impresa è accompagnato da un elevato rischio di approvvigionamento a causa di fragili situazioni politiche e prolungata arretratezza economica.

Anche le disruptions possono essere un driver di cambiamento. Benché, per la loro natura di imprevedibilità, sia molto difficile ed economicamente dispendioso riuscire a costruire supply chain progettate per essere poco suscettibili a eventi disruptive, l’intelligenza artificiale e il machine learning possono usare i big data raccolti dalle aziende o comunque disponibili online per tentare di limitarne gli effetti dannosi. Per citarne alcune tra le più recenti: lo scoppio della pandemia Covid-19, il blocco del canale di Suez nel 2021 a causa di una nave petroliera incagliata, la crisi dei semiconduttori usati per produrre microchip di prodotti elettronici, il conflitto russo-ucraino e la conseguente crisi energetica.

La crescente attenzione di istituzioni, consumatori e aziende nei confronti della crisi climatica e delle tematiche di sostenibilità è un altro fattore esterno causa di cambiamento nella gestione delle supply chain. In particolare, il riguardo per le problematiche ESG (Environmental, Social and Governance) spinge le aziende verso l'adozione di metodi e tecnologie che consentano loro di divulgare in maniera trasparente e affidabile informazioni sul flusso dei materiali attraverso la propria rete di approvvigionamento, che può talvolta essere intricata e geograficamente distribuita. In questo è fondamentale che i vari attori della supply chain collaborino su più fronti. Queste tematiche verranno approfondite nel secondo capitolo della tesi.

Infine gli investimenti in ricerca e sviluppo e l'adozione di nuove tecnologie dovrebbero consentire di digitalizzare le attività aziendali di ogni attore della supply chain, in modo da ridurre asimmetrie informative, automatizzare e quindi velocizzare i processi, e gestirli in maniera più efficace ed efficiente. Inoltre, il supply chain management può essere fortemente migliorato grazie all'intelligenza artificiale, all'Internet of Things (IoT) e alla tecnologia Blockchain. Verranno discusse più approfonditamente nel terzo capitolo.

1.8.2 MOTIVAZIONI INTERNE

Le spinte alla trasformazione della supply chain, quando non derivano dall'esterno, possono nascere all'interno dell'organizzazione stessa.

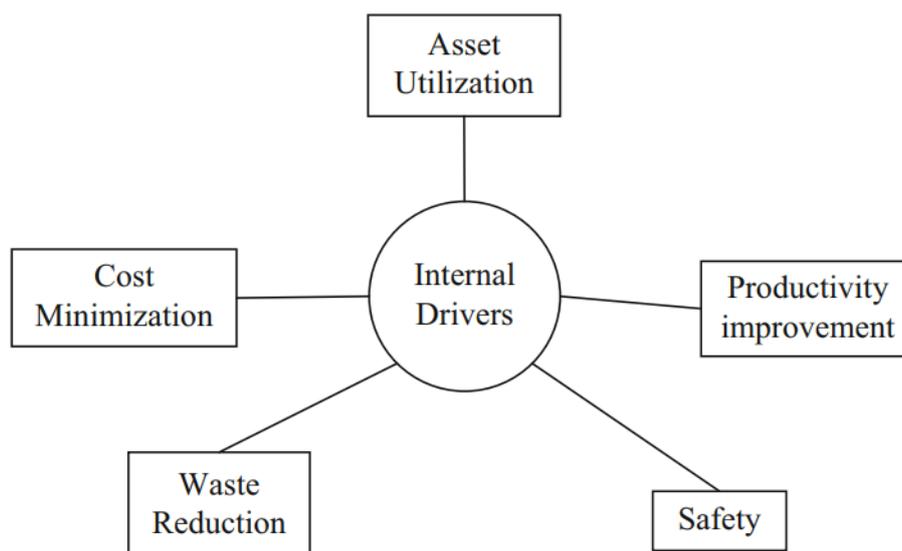


Figura 1.9: Motivazioni interne alla supply chain transformation

Fonte: "Supply Chain Transformation: evolving with emerging business paradigmas", Mar 2014

L'azienda può voler minimizzare i costi mediante un migliore utilizzo degli asset o incrementando i livelli di produttività. Tali costi possono essere di varia natura: di produzione, di trasporto, di transazione, di distribuzione, di magazzino a causa di ritardi delle consegne, o dovuti ad asimmetrie informative.

La riduzione degli sprechi è un altro obiettivo importante. Può essere raggiunto mediante un più attento design dei prodotti e del packaging che permetta di mantenerne il valore anche quando il consumatore deciderà di non usarlo più, ad esempio riciclandolo o usando in un nuovo processo produttivo i materiali con cui è stato costruito. In quest'ottica è vantaggioso, per sfruttarne al massimo i benefici, sviluppare partnership con altri attori della filiera o condividere conoscenze e buone prassi operative con altre aziende del settore che hanno a cuore la sostenibilità.

Un altro driver da tenere in considerazione è quello di migliorare la sicurezza della catena di approvvigionamento, ad esempio per ridurre il supply risk di articoli strategici, oppure per evitare i rischi reputazionali che possono emergere quando la catena di approvvigionamento della propria rete non è gestita in maniera controllata e trasparente.

CAPITOLO 2: INTEGRAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ NEL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

2.1 SOSTENIBILITÀ E ESG

Le imprese sono sempre più preoccupate ed attente a come il loro agire influenzi l'ambiente ed il benessere sociale dei loro stakeholders, i quali chiedono alle stesse di operare in modo socialmente responsabile. Molte accolgono volentieri questa esigenza, e internalizzano obiettivi sociali ed ambientali nelle loro attività decisionali ed organizzative, senza peraltro mai abbandonare l'obiettivo di massimizzazione del profitto.

Di sostenibilità nell'ultimo decennio si è sentito parlare ampiamente, sia in relazione alla Strategia dell'Unione Europea per lo Sviluppo Sostenibile, approvata nel 2011 in Svezia, che relativamente all'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile approvata dall'ONU nel 2015. La sostenibilità presenta molteplici sfaccettature: possiamo parlare di sostenibilità economica, cioè della capacità di un sistema economico di produrre reddito e lavoro in maniera duratura, di sostenibilità ambientale, riferendoci alla tutela delle risorse naturali e dell'ambiente in cui viviamo, o di sostenibilità sociale, ovvero di garantire condizioni di benessere e di equità sociale.



Figura 2.1: Sostenibilità integrate e non integrata alle funzioni aziendali
Fonte: "Supply Chain Sustainability: A Practical Guide for Continuous Improvement", UN Global Compact and BSR, 2015

La sostenibilità non dovrebbe essere considerata come un concetto separato dal core business dell'azienda, ma l'obiettivo da raggiungere nei prossimi anni è riuscire a renderla parte integrante di tutte le funzioni aziendali; le scelte dell'azienda non dovrebbero comportare una decisione tra il perseguimento di attività sostenibili o non sostenibili, ma dovrebbero incentrarsi su come utilizzare la sostenibilità nell'ordinaria gestione operativa.

Ultimamente ha preso piede con crescente vigore l'utilizzo della sigla "ESG", la quale si riferisce a tre aspetti: ambientale (Environmental), sociale (Social) e gestione aziendale (Governance). Il primo attiene all'esigenza di favorire processi produttivi poco inquinanti, meno energivori e più sostenibili dal punto di vista ambientale. Il secondo riguarda il benessere sociale, l'inclusione nelle relazioni di lavoro e il rispetto dei diritti umani. L'ultimo riflette una gestione etica, responsabile e trasparente delle attività aziendali e delle pratiche di business.

2.2 CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY

La CSR (Corporate Social Responsibility) viene definita dalla Commissione Europea come la volontà, da parte delle imprese, di integrare obiettivi sociali e ambientali nello svolgimento della loro attività e nelle relazioni che esse instaurano con i propri stakeholders. Gli sforzi della CE nel promuovere la CSR sono dovuti al fatto che essa considera il comportamento eticamente responsabile delle aziende come lo strumento tramite cui raggiungere la crescita sostenibile. Infatti, le decisioni che le imprese prendono e le azioni che mettono in atto influenzano e sono a loro volta influenzate dall'ambiente interno ed esterno dell'azienda stessa, e in maniera particolare dall'operato degli attori della propria rete di approvvigionamento.

La questione intorno alla quale si discute oggi non riguarda tanto la convenienza ad adottare comportamenti socialmente responsabili in termini assoluti, indiscutibile da un punto di vista etico, ma quando questi sono convenienti per la singola impresa e quindi quali sono le scelte che i manager devono adottare per creare valore aggiunto. In quest'ottica, infatti, bisogna tener conto che la CSR comporta senz'altro numerosi benefici, ma spesso anche altrettanti costi.

I costi connessi all'adozione della CSR sono riconducibili sia alle spese sostenute per le attività realizzate a questo scopo, che ai costi-opportunità relativi alle attività a cui l'impresa rinuncia a seguito dell'assunzione di tale impegno. Dal punto di vista economico-finanziario, ciò può riflettersi in: aumento delle uscite in denaro, tenuto però conto dei benefici fiscali che molto spesso vengono accordati alle attività di responsabilità sociale, oppure riduzione dei flussi di cassa in entrata.

Una prima categoria di costi può essere ricondotta a tutti quegli investimenti che vengono posti in essere dall'azienda per venire incontro alle attese sociali ed ambientali dei suoi stakeholders, come ad esempio l'ammodernamento di un impianto di produzione per ridurre le emissioni inquinanti. I vantaggi di una simile scelta si riscontrano sicuramente dal punto di vista della sostenibilità ambientale, e gli interlocutori dell'azienda attenti a questo tipo di problematiche ne saranno soddisfatti. Tuttavia, il nuovo impianto rappresenta altresì un costo, che si traduce nell'aumento delle quote annuali di ammortamento per l'azienda.

Una seconda categoria di costi è quella associata all'impiego di risorse non monetarie dell'impresa che potrebbero essere utilizzate in modo diverso. Le risorse non monetarie possono essere di vario tipo: risorse intangibili, come conoscenze aziendali messe a disposizione di attività di promozione di cause sociali; risorse tangibili, ad esempio attrezzature e macchinari; risorse umane, quali il tempo lavorativo che i dipendenti di un'azienda possono dedicare a cause sociali, attività benefiche o di volontariato. In quest'ultimo caso il costo è dato innanzitutto dal costo del lavoro che non è andato ad alimentare in maniera diretta la produttività aziendale ma è stato destinato a cause diverse.

2.3 RISCHIO REPUTAZIONALE

Secondo la “institution based view”, una delle prospettive di analisi dell'ambiente esterno dell'impresa che insieme a industry based view e resource based view costituisce il cosiddetto tripode strategico, vi sono dei processi sociali che talvolta possono far deviare le aziende dal razionale perseguimento del loro obiettivo. Ciò avviene perché potrebbero esserci dei vincoli all'azione, oppure perché le aziende potrebbero essere spinte ad attivare meccanismi per essere riconosciute come “legittimate” ad operare in un determinato contesto.

Oltre ad essere utile per identificare minacce e opportunità che l'azienda può cogliere, nonché per guadagnare e preservare rendite di influenza derivanti dal fatto che le regole del business risultano favorevoli all'impresa, la prospettiva istituzionale è particolarmente funzionale ad evitare lo “stigma”. Con questo termine si intende la valutazione sociale negativa che talvolta determina una visione distorta, deviante o inferiore di un determinato attore. Essa può essere causata da un singolo evento, di un membro dell'azienda o dell'azienda stessa, oppure dalla attività core dell'azienda, da essa portata avanti come organizzazione o per via del settore in cui opera.

Il rischio reputazionale è, infatti, un driver molto importante nella decisione di un'azienda di implementare pratiche di supply chain management sostenibili da un punto di vista sociale e

ambientale. Numerosi studi hanno enfatizzato il ruolo chiave di queste pratiche per il miglioramento della posizione strategica di un'organizzazione e per la protezione della sua reputazione.

Se intendiamo il termine "reputazione" come la rappresentazione aggregata delle percezioni sulle azioni passate di un'azienda e sulle sue prospettive future confrontata con degli standard, e "rischio" come possibilità di incorrere in pericolo, deterioramento, danno, perdita o qualsiasi altra conseguenza indesiderata, allora dovremo definire "rischio reputazionale" come la probabilità che si verifichi un evento o pratica rilevata come negativa dagli stakeholders, i quali di conseguenza modificheranno la loro percezione e immagine dell'azienda in senso ad essa sfavorevole. Le pratiche di sustainable supply chain management mirano a mitigare l'esposizione a tale rischio.

Le aziende prendono decisioni con razionalità limitata, e questo comporta decisioni sub-ottimali, che possono essere causate dall'esigenza di adattarsi alle condizioni di mercato e di business in cui operano, oppure dal fatto che coloro che devono decidere non vogliono scegliere l'opzione ottimale o non sanno quale essa sia. Nel caso della gestione della rete di approvvigionamento, vi sono quattro principali limiti che vengono incontrati lungo il percorso decisionale.

Il primo limite è la presenza di priorità contrastanti. Di fronte ad esse, il management delle aziende spesso tende a mettere in primo piano quelle economiche rispetto a quelle concernenti l'adozione di pratiche sostenibili. Il secondo impedimento è la mancanza, frequentemente riscontrata dalle aziende, di risorse e capacità appropriate all'implementazione di prassi di supply chain management sostenibile. Il terzo è la mancanza di impegno da parte dell'azienda, spesso frutto della mancanza di considerazione che il top management di vecchia mentalità ha nei confronti delle prassi di sostenibilità, o che di esse hanno i fornitori e gli altri attori della rete di approvvigionamento. Infine il quarto grande limite è spesso il più difficile da modificare, ovvero un contesto legale e regolamentare che non favorisce attivamente l'adozione di pratiche di sustainable supply chain management. Anche se nel lungo termine i benefici in termini di redditività per un'azienda che adotta pratiche di business sostenibile sono rilevanti, la loro implementazione risulta nel breve termine costosa per l'azienda. Se il contesto normativo cui l'impresa è assoggettata non offre alcuna forma di tutela o incentivo alle imprese che vi si dedicano, dopo breve tempo nessuno vi si dedicherà più perché troppo sconveniente a livello economico.

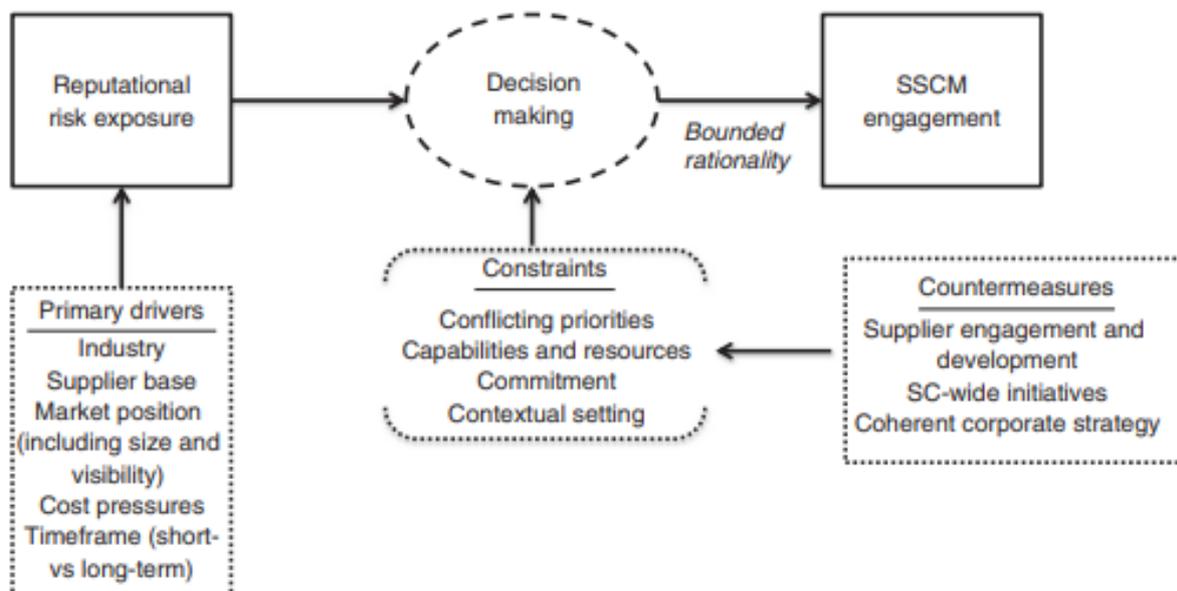


Figura 2.2: Limiti incontrati nel processo decisionale

Fonte: “Reputational risks and sustainable supply chain management: Decision making under bounded rationality” by Jens K. Roehrich, Johanne Grosvold and Stefan U. Hoejmoose, 2014

Da uno studio condotto da Roehrich, Grosvold e Hoeimose sono state tratte le seguenti conclusioni:

- tutte le imprese oggetto di studio adottavano almeno qualche forma di pratica di supply chain management sostenibile, seppure con livelli di profondità molto eterogenei, per soddisfare leggi o norme sociali: in altre parole come meccanismo di legittimazione
- è stata riscontrata una relazione positiva tra livello di esposizione a rischio reputazionale e livello di impegno nell’implementazione di pratiche sostenibili
- i quattro limiti descritti comportano una riduzione del livello di coinvolgimento delle aziende nell’adesione al sustainable supply chain management.

Questi risultati sono illustrati graficamente in questo grafico:

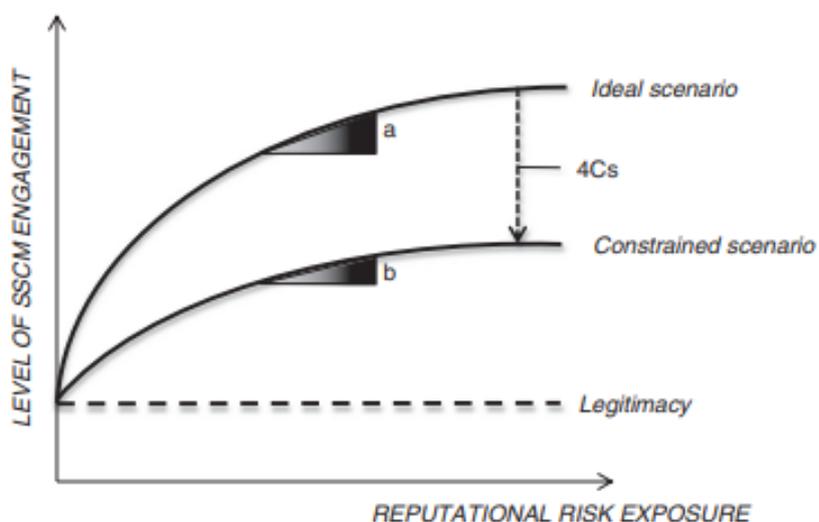


Figura 2.3: Rapporto tra livello di esposizione a rischio reputazionale e livello di impegno nell'implementazione di pratiche sostenibili

Fonte: "Reputational risks and sustainable supply chain management: Decision making under bounded rationality" by Jens K. Roehrich, Johanne Grosvold and Stefan U. Hojmosse, 2014

Per ridurre l'entità dell'impatto negativo che i quattro limiti hanno nella decisione e nell'impegno all'adozione di azioni di gestione sostenibile della rete di approvvigionamento aziendale, è possibile predisporre alcune contromisure: mappare e monitorare la rete di fornitura, sfruttando la trasparenza ottenuta al fine di prevenire il verificarsi di danni reputazionali; ridurre i costi di implementazione di pratiche di sustainable supply chain management collaborando sia con i fornitori immediati che con quelli indiretti facenti parte della supply chain; coordinarsi con altre aziende per condividere conoscenze e prassi sostenibili di cui potrà beneficiare nel medio-lungo termine l'intero settore.

2.4 SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN

I parametri ESG e la supply chain sono indissolubilmente legati. Sempre più agenzie attribuiscono un rating ESG alle aziende per poterle confrontare e valutare. Le metriche utilizzate per attribuire un punteggio alle aziende sono numerose ed eterogenee, ma condividono una caratteristica comune: l'impatto più grande non è dato dalle attività svolte della singola azienda, ma dal livello di sostenibilità delle attività di tutti gli attori della rete di supply chain di cui fa parte. Pertanto, i manager che si occupano di gestire la supply chain strategy di un'azienda dovrebbero tenere questo aspetto in alta considerazione.



Figura 2.4: Parametri ESG, Fonte: Graphics from ESG8: Impact Factors from MSCI ESG Index.

I destinatari delle informazioni dei rating sono sia potenziali investitori, che hanno la capacità di incidere sulla redditività delle aziende e sulle dinamiche competitive tra le aziende di un settore, sia i consumatori. In particolare, questi ultimi, nelle loro scelte di acquisto quotidiane, spesso si affidano più alle notizie che circolano sui social media rispetto che a indici finanziari accreditati, pertanto anche la reputazione e l'immagine di sé che l'azienda riesce a trasmettere alla società ha notevoli ripercussioni.

La sostenibilità della supply chain è la chiave per mantenere l'integrità di un brand, assicurarsi la continuità del business e gestire in maniera conveniente i costi operativi. È importante per le aziende sia perché la società l'ha assunta come aspettativa, sia perché essa apporta concreti benefici al business. Massimizzando l'impatto ambientale, sociale ed etico dell'intera rete di approvvigionamento, l'azienda agisce quindi nel proprio interesse e, al contempo, nell'interesse dei suoi stakeholders e della società in senso più ampio.

Spesso si tralasciano due aspetti degni di nota. In primis, ogni step del ciclo di vita di uno specifico prodotto comporta delle esternalità, ovvero delle conseguenze, sull'ambiente e sulle persone; in secundis, anche se a seguito dell'economia globalizzata in cui si trovano ad operare molte aziende hanno sviluppato modelli di business fondati sull'outsourcing, ciò non vuol dire che, assieme alle operazioni di business, si possa fare outsourcing anche delle responsabilità aziendali.

Per quanto un'azienda possa impegnarsi e investire risorse per diventare più sostenibile, nessun risultato ragguardevole nel lungo termine potrà essere raggiunto senza l'adeguato coinvolgimento dei fornitori della supply chain. L'approccio descritto di seguito riflette quanto promosso dall'UN Global

Compact, una delle più grandi iniziative al mondo di sostenibilità aziendale, nata nel 2000 per lo sviluppo, l'implementazione e la divulgazione di pratiche aziendali responsabili.

Secondo tale modello, le principali finalità pratiche per cui si reputa opportuno coinvolgere i fornitori della rete di approvvigionamento sono di sviluppare una mentalità condivisa sulle questioni riguardanti la sostenibilità, nonché di sensibilizzare e incoraggiare i fornitori ad integrare e promuovere la sostenibilità nel loro core business.

Ciò può essere raggiunto definendo chiare aspettative sui livelli di sostenibilità richiesti per entrare a far parte della propria supply chain, monitorando la rispondenza delle performance dei fornitori a tali obiettivi, e collaborando con loro per aiutarli a superare eventuali ostacoli lungo il percorso. Per incentivare un continuo miglioramento e una stretta collaborazione nella gestione della sustainable supply chain, è cruciale mettere in atto alcune accortezze strategiche: condividere best practices permette di analizzare la radice di eventuali problemi di implementazione di prassi sostenibili, condividere risorse e informazioni migliora la posizione competitiva di tutti gli attori della supply chain e ne rende la struttura più trasparente, e infine la maggiore trasparenza migliora la reputazione e l'immagine dell'azienda agli occhi dei consumatori.

2.5 CIRCULAR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Le difficoltà incontrate da parte delle aziende nell'affrontare in maniera soddisfacente le problematiche di sostenibilità nei processi produttivi e nelle attività operative ha portato alla diffusione di modelli di business che integrano il concetto di circolarità. L'economia circolare è definita dal Parlamento Europeo come un modello di produzione e di consumo che si caratterizza per la condivisione, il riutilizzo, la riparazione e il riciclo di materiali e prodotti esistenti, in modo che il loro valore e ciclo di vita, sia tecnico che biologico, venga protratto più a lungo possibile.

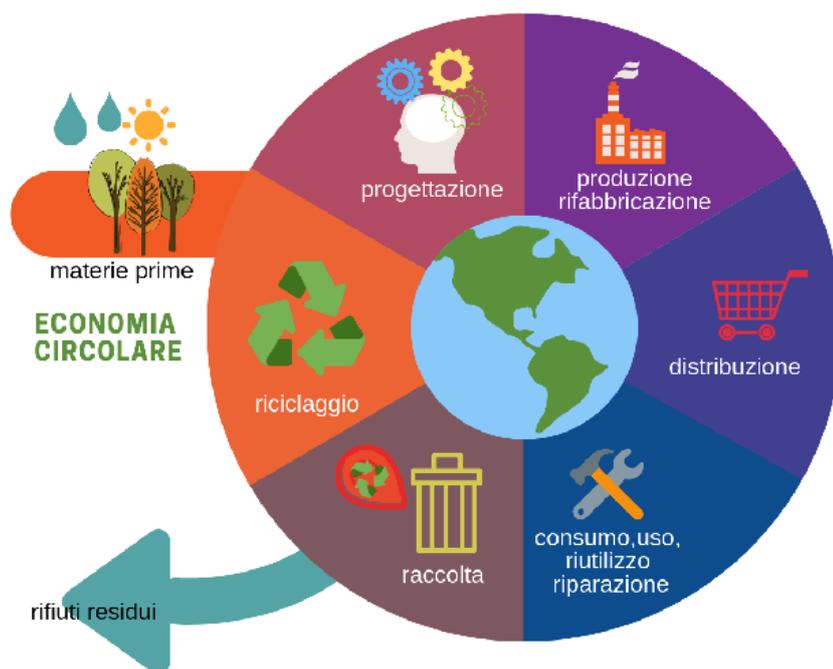


Figura 2.5: Economia circolare, Fonte: Agenzia Regionale Recupero Risorse, Mar 2019

Coerentemente con tale descrizione, definiamo “circular supply chain management” come l’integrazione dei principi alla base della circular economy nella progettazione e nella gestione delle catene di approvvigionamento. Ciò significa puntare idealmente a sfruttare economicamente più a lungo e a recuperare il valore e i componenti materiali dei prodotti, in un’ottica di eliminazione degli sprechi, di maggiore sostenibilità e di snellimento della struttura dei costi aziendali.

Le tre principali strategie per implementare la circolarità nei processi aziendali sono:

- Mantenere la proprietà aziendale del prodotto, che si realizza ad esempio se l’azienda invece di vendere il prodotto al consumatore lo offre temporaneamente in leasing o in affitto, facilitando in questo modo il recupero del prodotto da parte della stessa.
- Espandere il ciclo di vita del prodotto, attraverso un design e una progettazione prodotti focalizzata su questo aspetto. Questa strategia potrebbe essere vista non di buon occhio da alcuni produttori, perché un allungamento del ciclo di vita dei prodotti comporta inevitabilmente una minore frequenza di acquisto. Tuttavia proprio la durata della vita media del prodotto costituisce un fattore di differenziazione su cui l’azienda può puntare per acquisire vantaggio competitivo rispetto ai competitor, e grazie alla quale può trarre notevoli benefici reputazionali e di immagine.

- Creare un design in previsione del riciclo del prodotto, in modo da massimizzare la recuperabilità dei materiali con cui esso è stato costruito e poterli usare nella manifattura di nuovi articoli. Questa è l'opzione da cui deriva il più forte impatto strategico per la gestione delle supply chain, perché consentendo all'azienda di riutilizzare più volte le materie di cui in una singola transazione si è rifornita, ne può derivare un'alterazione della rilevanza strategica dei fornitori a monte della supply chain in base al grado di recuperabilità del materiale o componente da loro fornita.

Non è concretizzabile o conveniente applicare una gestione circolare della supply chain indiscriminatamente a qualsiasi business. È opportuno decidere di farlo in relazione a due variabili: la facilità con cui sia possibile recuperare il valore dal prodotto, e la facilità con cui il produttore riesce ad ottenere indietro il prodotto. In generale, maggiore è il valore potenzialmente contenuto nel prodotto, e più ampio sarà il potenziale che un modello di management circolare può sbloccare. Queste due dimensioni consentono di creare la cosiddetta “Matrice di Circolarità”, che tenendo conto del valore racchiuso in potenza nel prodotto, consentono all'azienda di identificare quale delle tre strategie di circolarità applicare, o quale combinazione di esse.

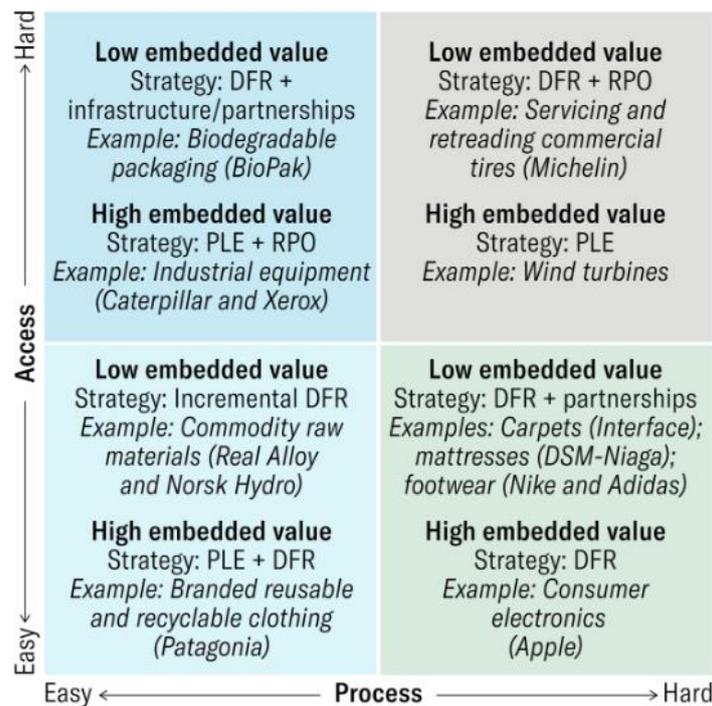


Figura 2.6: Strategie di circolarità, tratta dall'articolo "The circular business model"

Fonte: Harvard Business Review, Aug 2021

Nell'angolo in basso a sinistra della matrice troviamo prodotti che per l'azienda sono semplici da recuperare e i cui componenti sono agevolmente estraibili e riutilizzabili per nuovi cicli produttivi.

Sono i più adatti all'implementazione di una gestione circolare, realizzabile mediante la progettazione di un design orientato al riciclo.

Anche in basso a destra raggruppiamo prodotti di cui l'azienda riesce a entrare in possesso facilmente dopo che sono stati usati dai consumatori. Tuttavia in questo caso la rilevanza della progettazione di design è molto più incisiva, in quanto sono beni che, per loro natura, comportano processi complessi di separazione dei materiali riutilizzabili.

Nell'angolo in alto a sinistra collochiamo i prodotti che, benché si prestino al riutilizzo da parte dell'azienda, sono per essa difficili da riacquisire. Di conseguenza a livello strategico risulta particolarmente indicato un approccio di messa in commercio volto a mantenere la proprietà aziendale del bene, attraverso il suo affitto o, coerentemente con la sharing economy, utilizzo condiviso da parte dei consumatori, più attratti dal poter usufruire del bene che dalla prospettiva di possederlo in maniera esclusiva.

Infine, in alto a destra si trovano prodotti per cui la strategia di gestione circolare non è particolarmente conveniente, in quanto i processi di riciclo e riutilizzo potrebbero risultare eccessivamente onerosi e non in linea con il valore o la durata della vita del bene.

2.6.1 DECARBONIZZAZIONE DELLA SUPPLY CHAIN: CLASSIFICAZIONE DELLE EMISSIONI

Il mondo si trova di fronte a un delicato e urgente problema climatico. L'effetto serra è un fenomeno naturale, e di per sé positivo perché ha consentito la mitigazione del clima del nostro pianeta favorendo lo sviluppo della vita. È dovuto alla presenza nell'atmosfera dei cosiddetti "gas serra", i quali filtrano i raggi provenienti dal sole e ne trattengono poi le radiazioni, che hanno un effetto sulla temperatura globale.

Uno dei principali gas serra è l'anidride carbonica. Le attività antropiche, a partire dalla prima rivoluzione industriale in poi, sono state alimentate in maniera massiccia da combustibili fossili, causando un'enorme emissione di CO₂. Inoltre, siccome sia l'urbanizzazione che l'agricoltura hanno comportato deforestazione, la capacità di assorbimento di anidride carbonica da parte degli alberi della Terra risulta ridotta drasticamente su scala globale. È per questi motivi che l'effetto serra ha amplificato le conseguenze negative dell'operato umano, portando alla modificazione del clima, al surriscaldamento globale e all'aumento di fenomeni naturali estremi quali incendi, uragani, alluvioni e desertificazione.

Increase in carbon dioxide emissions is the primary driver of rising global temperatures

Mean temperature change relative to 1850–1900 in degrees Celsius and atmospheric CO₂ (ppm)

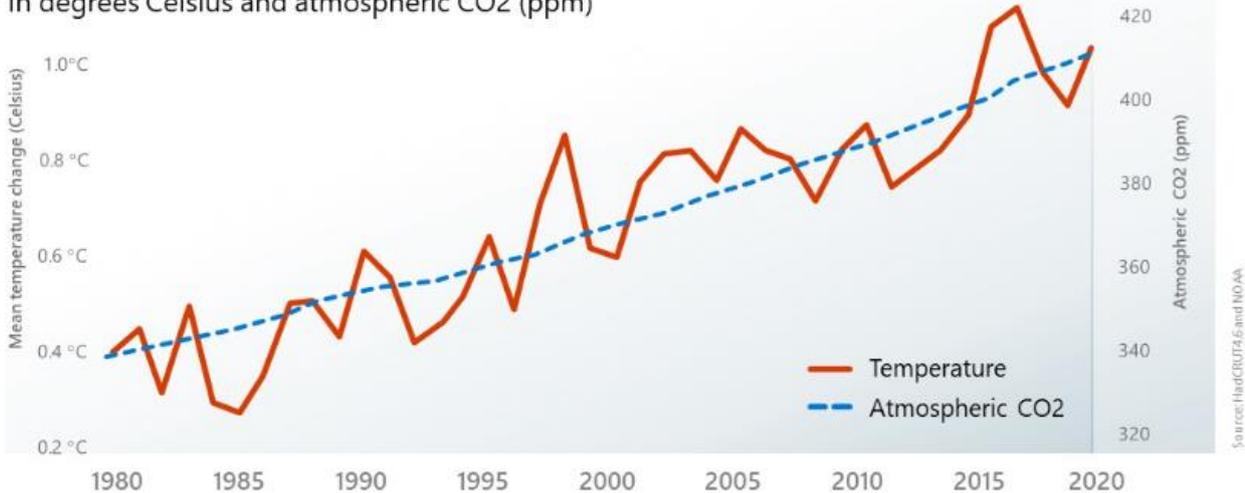


Figura 2.7: Rapporto tra emissioni CO₂ e innalzamento della temperatura, Fonte: Microsoft, Jan 2020

Tra le possibili decisioni funzionali a rendere la supply chain sostenibile, analizzeremo dunque quella della riduzione delle emissioni inquinanti.

Nel determinare il livello di emissione di gas serra da parte di un'azienda - informazione che sempre più spesso è richiesta da stakeholders quali investitori, consumatori o istituzioni fonti di norme - è innanzitutto opportuno operare una distinzione tra tre tipologie di emissioni inquinanti:

- Scope 1, relative a fonti di proprietà dell'azienda o da essa controllate in maniera diretta
- Scope 2, riconducibili indirettamente all'azienda in quanto associate a dispendio elettrico, calore, vapore, e processi di raffreddamento da essa utilizzati
- Scope 3, provenienti da fonti non possedute o controllate dall'azienda in modo diretto, ma che sono riconducibili alla sua catena del valore poiché prodotte da attori a monte o a valle della sua rete di approvvigionamento.

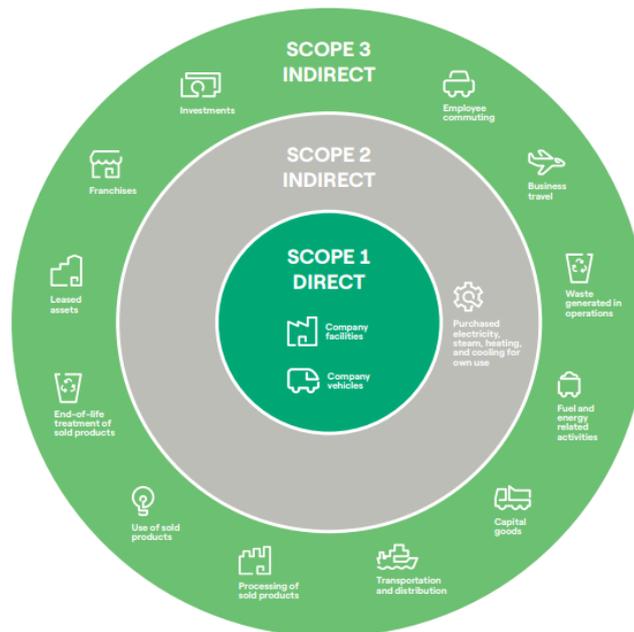


Figura 2.8 Emissioni Scope 1, 2 e 3, Fonte: Enel Green Power, 2021

Enel Green Power ha proposto nel 2021 tre step sulla base dei quali un'azienda può articolare un'iniziativa strategica di decarbonizzazione della supply chain: innanzitutto, è necessario accogliere dati dai fornitori della propria rete per determinare le emissioni di gas serra attuali del network di approvvigionamento; poi bisogna stabilire con chiarezza quali sono i target da raggiungere e come misurare l'aderenza ad essi, delineando ogni dettaglio della strategia che si intende sfruttare per conseguirli; infine, implementare la strategia di riduzione delle emissioni lungo supply chain, facendo leva sull'utilizzo di energia rinnovabile e iniziative di collaborazione con gli attori della filiera. Se l'azienda invece di avere una rete di fornitura già sviluppata è in fase di creazione della stessa, dovrebbe applicare un selezionamento a monte dei fornitori sulla base della loro aderenza a standard etici e di sostenibilità.

2.6.2 DECARBONIZZAZIONE DELLA SUPPLY CHAIN: CARBON NEUTRAL, NET ZERO E CARBON NEGATIVE

Soffermandoci sugli obiettivi da raggiungere, è degno di nota menzionare tre obiettivi di sostenibilità che negli ultimi anni, anche grazie alla loro promozione da parte di istituzioni Europee e dall'Organizzazione delle Nazioni Unite, sono diventati predominanti e che le aziende cercano di fare propri: carbon neutral, net zero e carbon negative. In un certo senso essi rappresentano tre step

consecutivi lungo il percorso che porta alla decarbonizzazione delle attività di un'organizzazione, e sono illustrati nel seguente grafico:

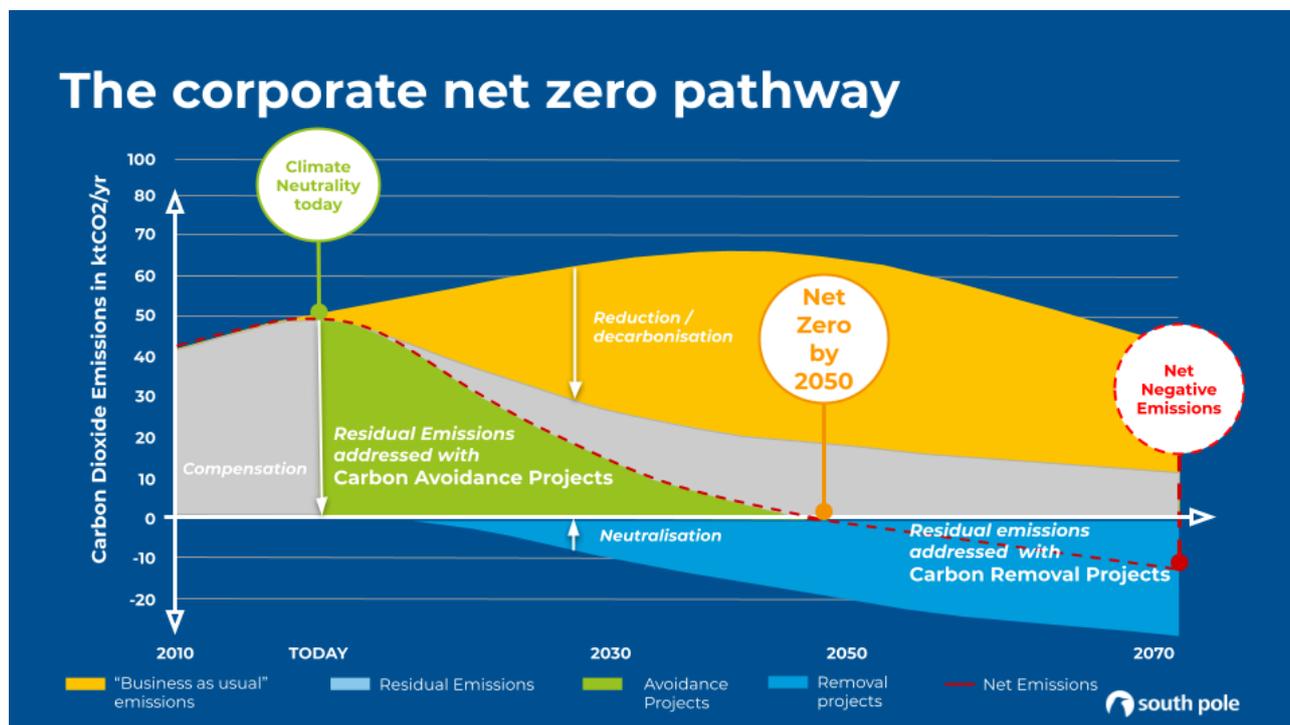


Figura 2.9: Climate Neutral, Net Zero e Net Negative, Fonte: South Pole, Oct 2021

La “carbon neutrality” si riferisce, in base alla definizione dell’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), alla situazione in cui, in un dato orizzonte temporale, le emissioni di gas serra di un’organizzazione sono compensate da una equivalente quantità di emissioni evitate o ridotte: il bilancio netto risulterà quindi essere pari a zero. Tuttavia molti difensori dell’ambiente considerano l’essere “carbon neutral” come un modo di evitare il problema di fondo perché, invece di comportare una riduzione delle proprie emissioni di CO₂, l’azienda che adotta questo obiettivo può limitarsi a compensare il proprio inquinamento investendo in strategie e progetti di assorbimento di CO₂. Ciò avviene mediante un meccanismo di acquisto di “crediti di carbonio”, ognuno corrispondente ad una tonnellata di emissione di anidride carbonica evitata mediante progetti certificati. Questi crediti vengono scambiati tra aziende e governi in un mercato regolamentato che prende il nome di European Union Emissions Trading System (ETS).

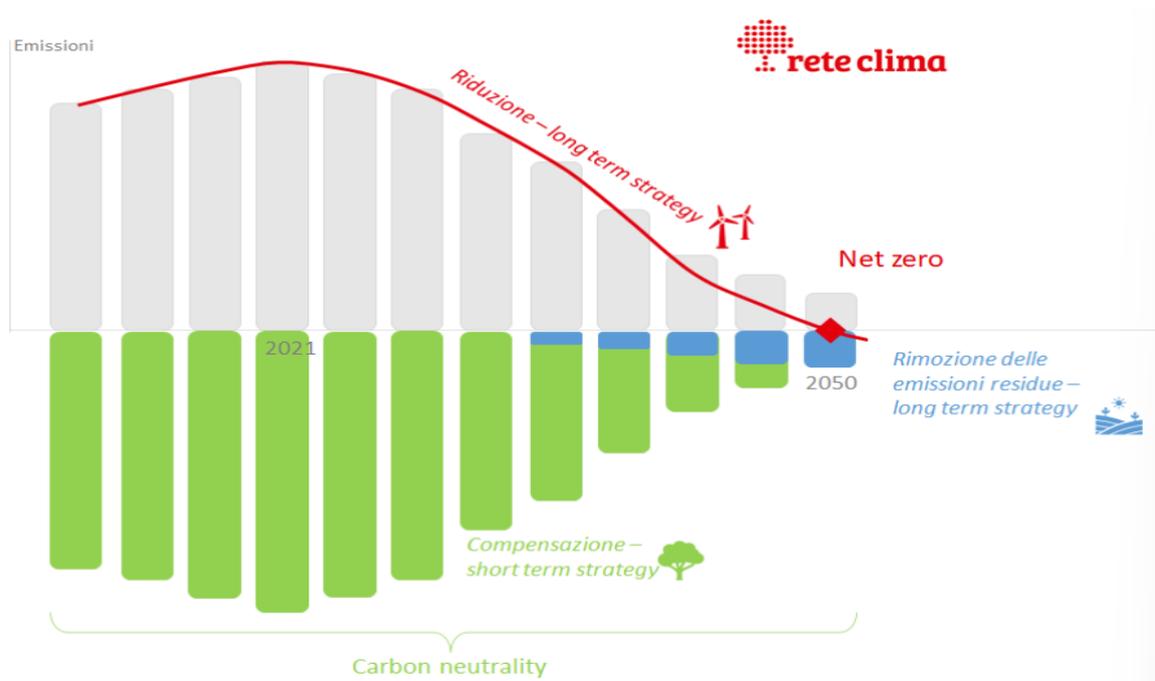


Figura 2.10: Net zero, Fonte: Rete Clima, Apr 2022

Le aziende che si pongono l'obiettivo di lungo termine di diventare "net zero", a differenza delle precedenti, adottano un approccio più profondo che debella le critiche alla carbon neutrality, in quanto si focalizzano proprio su non emettere emissioni di CO₂. È un "science-based target" sviluppato dalla Science Based Targets initiative (SBTi), e contempla la riduzione delle emissioni lungo l'intera catena del valore e supply chain di un'azienda, richiedendo entro il 2050 la drastica riduzione del 90-95% delle sue emissioni. Ciò non significa che non usufruiranno in parte di carbon offsets, perché in alcuni settori, come quelli definiti "hard to abate", la tecnologia attualmente disponibile non consente di eliminare completamente le emissioni prodotte; tuttavia l'obiettivo a cui si ambisce è chiaramente quello di non aumentare con le proprie attività il livello di anidride carbonica presente nell'atmosfera. Secondo l'Unione Europea, il Net Zero è l'obiettivo strategico più idoneo a scongiurare che, proprio a causa del meccanismo delle compensazioni, le aziende aumentino le proprie emissioni nascondendole dietro apparenti sforzi di compensazione.

Infine, l'ultimo step da raggiungere è diventare "carbon negative", concetto spesso indicato anche con l'espressione "carbon positive". Questo vuol dire ridurre l'impatto ambientale, in particolare la "carbon footprint" dell'azienda sotto lo zero netto, in modo che l'effetto risultante sia la rimozione dell'anidride carbonica complessivamente presente nell'atmosfera del pianeta. Di seguito sono riportate alcune attività che potrebbero costituire progetti di investimento per rimuovere CO₂:

riforestazione, cattura diretta dell'aria (DAC), bioenergia con cattura e stoccaggio del carbonio (BECCS), fertilizzazione degli oceani, agricoltura rigenerativa.

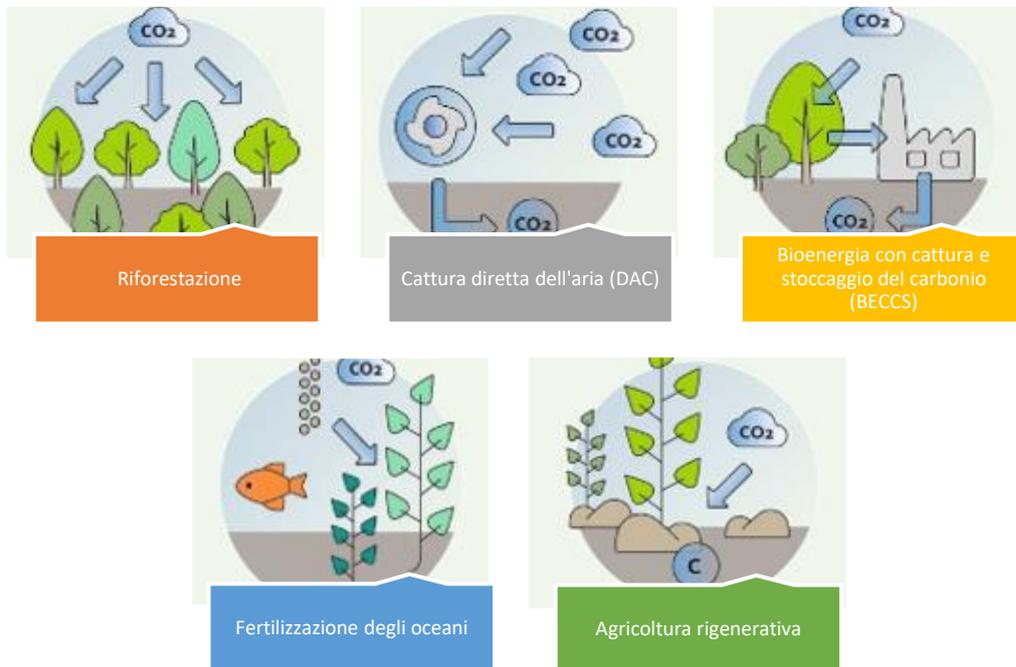


Figura 2.11: Attività che rimuovono CO₂

La riforestazione è l'azione dell'uomo di rigenerazione delle foreste che ogni anno vengono distrutte per via dello sfruttamento del legname, dell'urbanizzazione, delle pratiche agricole o di inondazioni e incendi.

La cattura diretta dell'aria (DAC: Direct Air Capture) è l'attività consistente nell'estrarre anidride carbonica direttamente dall'aria dell'atmosfera, per poi stoccarla in modo sicuro e permanente. Il processo avviene mediante delle valvole che separano dall'aria che vi passa attraverso le molecole di CO₂ catturandole con un apposito filtro, dopodiché l'aria depurata da anidride carbonica viene reimessa nell'atmosfera, mentre la CO₂ viene immagazzinata.

I sistemi bioenergetici con cattura e stoccaggio di carbonio (BECCS: Bioenergy with carbon capture and storage) si fondano su un processo di coltivazione di biomassa, come ad esempio di alberi, che tramite processi biologici per loro natura rimuovono carbonio dall'atmosfera terrestre. Tramite la combustione controllata di questa biomassa ne viene catturata la CO₂, che poi viene stoccata.

La fertilizzazione degli oceani avviene mediante la dispersione di grandi quantità di sali di ferro ed altre nanoparticelle sulla superficie marina al fine di stimolare la crescita di alghe e fitoplancton, organismi che mediante il processo di fotosintesi riescono ad assorbire CO₂. Siccome alla fine del

loro ciclo di vita questi organismi marini cadono sul fondale oceanico, il carbonio da loro assimilato segue lo stesso iter e l'entità di gas serra dell'atmosfera risulta ridotto.

L'agricoltura rigenerativa, infine, è la tendenza, condivisa e promossa da un numero crescente di organizzazioni, a ripensare le fondamenta del modello agricolo intensivo che ha caratterizzato le attività del settore primario nel corso dell'ultimo secolo. L'agricoltura rigenerativa si avvale del processo biologico della fotosintesi vegetale e della maggiore efficienza che le moderne tecnologie consentono in ambito agricolo, ed è volta a chiudere il ciclo del carbonio rigenerando al contempo la salute e la fertilità del suolo. Ciò consente alle coltivazioni di diventare più resilienti ai cambiamenti atmosferici, e ai prodotti agricoli di riacquisire la densità di proprietà nutritive che avevano quando erano prodotte mediante tecniche agricole indigene, diventando per i consumatori più sicuri e genuini.

2.7 ESEMPI AZIENDALI DI TRANSIZIONE VERSO SUSTAINABLE SUPPLY CHAINS

Come già spiegato nel paragrafo 2.6.1, una delle più rilevanti fonti di impatto inquinante di CO₂ è dato dalle emissioni prodotte lungo la supply chain di un'azienda in modo indiretto. In altre parole, le scope 3 emissions, cioè le emissioni che risultano dall'attività degli attori della filiera di approvvigionamento. Mentre è relativamente semplice raccogliere dati sul proprio operato e sulle proprie emissioni di tipo scope 1 e scope 2, molto più arduo risulta ottenere da attori terzi informazioni affidabili, trasparenti e regolari sulle loro emissioni. Tale problematicità può derivare da mancanza di fiducia nella rete, da mancata implementazione da parte dei fornitori di prassi di monitoraggio sulle emissioni, da mancanza da parte dei fornitori di accesso a risorse finanziarie e tecnologiche per avviare un processo di decarbonizzazione.

Proprio per questo, per chi si occupa di supply chain management in un'azienda è importante, nella fase di formazione dei rapporti contrattuali con i fornitori, effettuare un'attenta scelta dei propri supplier, digitalizzare la supply chain per favorire trasparenza e velocità del circolo di informazioni, includere nei rapporti contrattuali delle clausole relative al rilascio periodico di informazioni sul rispetto di parametri di sostenibilità, e infine tenere aggiornata la mappa della propria rete di approvvigionamento al variare delle relazioni tra gli attori.

Di seguito verranno presentati tre esempi di aziende che si sono prefisse obiettivi di decarbonizzazione della supply chain o di implementazione di pratiche volte a rendere la stessa più sostenibile: Apple, Starbucks e Microsoft.

2.7.1 APPLE

Apple si è prefissa l'obiettivo di raggiungere la carbon neutrality nella propria supply chain entro il 2030. Per raggiungere questo obiettivo ha elaborato e sta portando avanti una strategia di transizione energetica della propria rete di approvvigionamento e di produzione, per far sì che diventi alimentata da energia pulita e rinnovabile al 100%.

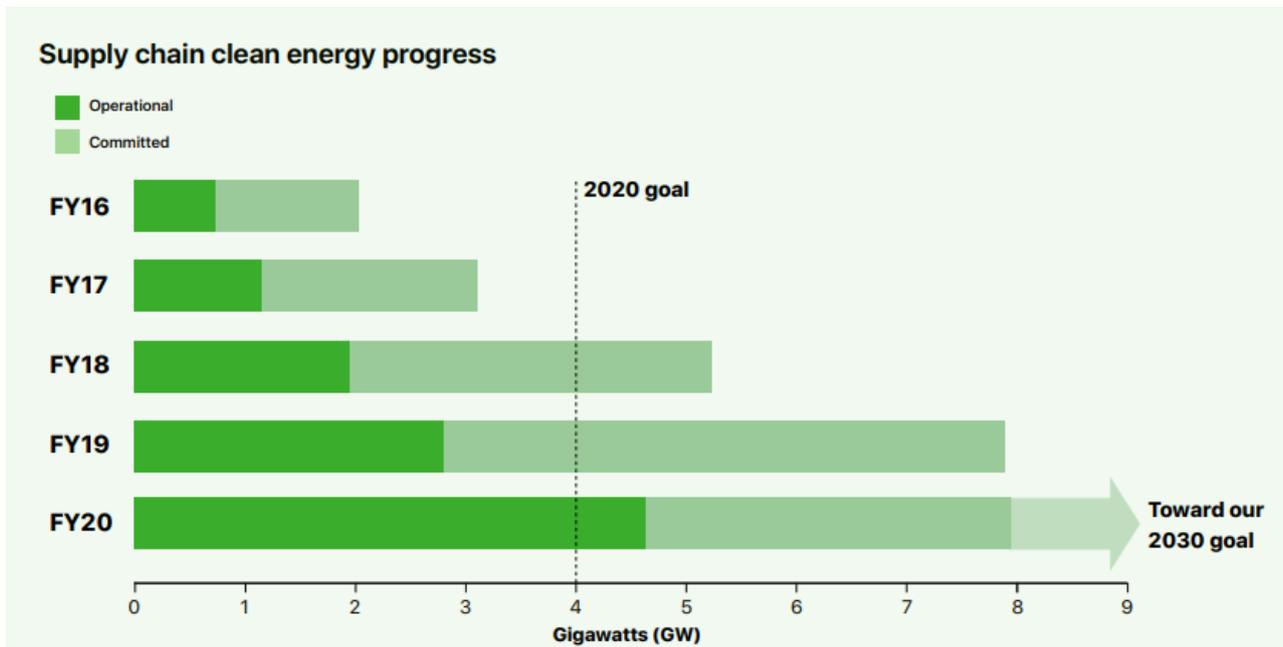


Figura 2.12: Progressi di Apple nel Progetto Supply Chain Clean Energy

Fonte: "Supplier Clean Energy 2021 Program Update", Apple, 2021

Per concretizzare le proprie ambizioni, Apple punta sulla collaborazione. Intende migliorare l'efficienza energetica dei propri fornitori permettendogli l'accesso alle risorse finanziarie e di conoscenza di cui hanno bisogno e di cui altrimenti non potrebbero disporre, al fine di supportarli nella transizione all'energia rinnovabile. Contemporaneamente, ne monitora i progressi, condivide con essi corsi di formazione su casi di successo di altri fornitori, e investe in progetti di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie che possano rendere più rapida ed efficace tale transizione. Il processo, data l'eterogeneità delle condizioni dei vari fornitori, della loro numerosità e della loro dislocazione geografica, richiederà inevitabilmente del tempo, ma dal grafico sopra riportato si evince che anno dopo anno la percentuale di obiettivi concretamente raggiunti rispetto al totale di quelli prefissi è andata aumentando.

2.7.2 STARBUCKS

Starbucks si è posta l'ambizioso obiettivo, da raggiungere entro il 2030, di produrre caffè sostenibile a emissioni zero e di ridurre del 50% il consumo di acqua necessaria alla sua lavorazione. La ragione che ha portato alla decisione di ridurre le emissioni di CO₂ e lo spreco di acqua da parte dell'azienda è che con queste azioni spera di aiutare gli agricoltori della propria supply chain a diventare più produttivi, e al contempo di contribuire a portare il caffè dagli agricoltori ai consumatori in una maniera più sostenibile dal punto di vista ambientale.

Sin dall'origine della sua attività, Starbucks ha posto molta attenzione nella ricerca e nella selezione di caffè che rispettasse standard qualitativi e che fosse coltivato secondo criteri di sostenibilità. Negli ultimi anni ha avviato due progetti a ciò specifici, che comportano la fornitura da parte di Starbucks di supporto pratico ai fornitori agricoli a monte della sua filiera di approvvigionamento, consistente nell'erogare corsi di formazione in ambito agricolo e manageriale, nonché nel fornire piante di caffè selezionate tra le più resistenti al clima e nel mettere a disposizione attrezzature e strutture che permettano a tali attori di ottimizzare il consumo di acqua inducendo le emissioni inquinanti. Questi due progetti, avviati in Guatemala, Messico, Perù, Ruanda e Kenya, hanno avuto un impatto positivo su circa 92000 impianti di coltivazione, pertanto Starbucks sta valutando di espanderli anche in altri paesi da cui si rifornisce di caffè, come ad esempio la Colombia. Inoltre, siccome l'azienda è convinta di non poter produrre singolarmente un impatto a livello globale, non solo favorisce la condivisione di conoscenze apprese che potrebbero essere utili all'intera industria agroalimentare, ma supporta anche lo sviluppo di iniziative di collaborazione con aziende operanti in altri stati e settori quali quelle a cui ha recentemente aderito: l'UN Global Compact CEO Water Mandate e la Water Resilience Coalition.

La strategia di Starbucks per produrre caffè carbon neutral è articolata in tre parti: in primo luogo diminuire le emissioni di CO₂ di tipo scope 3 della propria supply chain, fornendo equipaggiamento e attrezzature agricole nuove e più performanti ai fornitori; in secondo luogo promuovere e diffondere varianti di piantagioni di caffè resistenti alle intemperie climatiche, perché se si aumenta la quantità di piantagioni coltivate nello stesso spazio di terreno diminuiranno le emissioni di anidride carbonica complessive; e infine investire nella protezione e riforestazione di aree che risultano strategiche per la fornitura di caffè dell'azienda.

La strategia elaborata per ridurre il consumo di acqua della supply chain, anch'essa come la precedente suddivisa in tre azioni chiave, consiste in: conservare acqua grazie a investimenti di nuovi mulini ecologici che, solo nell'anno fiscale 2021, hanno già permesso a Starbucks di aumentare dell'80% la conservazione di acqua che prima invece veniva utilizzata nel processo di lavorazione

del caffè; investire nello sviluppo di tecnologia e macchinari finalizzati a rendere l'uso di acqua nei processi aziendali più efficiente; e infine sviluppare e portare a termine progetti di rifornimento idrico nelle zone in cui vivono le comunità che si occupano di coltivare caffè per l'azienda.

2.7.3 MICROSOFT

Microsoft ritiene che diventare carbon neutral o net zero non sia abbastanza. Ha pertanto elaborato un programma molto impegnativo per diventare carbon negative entro il 2030, e addirittura entro il 2050 intende riuscire a rimuovere dall'atmosfera tutta l'anidride carbonica che l'azienda ha emesso, sia in maniera diretta (scope 1) che attraverso consumo elettrico (scope 2) a partire dalla sua fondazione avvenuta nel 1975.

La strategia è stata suddivisa in tre fasi.

Nella prima fase punta a ridurre drasticamente le emissioni scope 1 e scope 2 per raggiungere emissioni nette pari a zero. Ciò è concretizzabile mediante sotto-obiettivi quali la transizione ad energia rinnovabile al 100% entro il 2025, e l'elettificazione dell'intera flotta di veicoli di trasporto nelle sue sedi globali entro il 2030.

La seconda fase consiste nel dimezzamento, da effettuare entro il 2030, delle emissioni scope 3. Per realizzare ciò, Microsoft si offre di supportare le operazioni di taglio delle emissioni degli attori della propria supply network fornendo dati, conoscenze, formazione e tecnologie digitali. Richiede in cambio massima accuratezza e trasparenza dei sistemi di reporting di sostenibilità che i vari attori devono redigere periodicamente, proprio per poter mappare e monitorare l'impronta inquinante della rete di approvvigionamento.

Microsoft's pathway to carbon negative by 2030

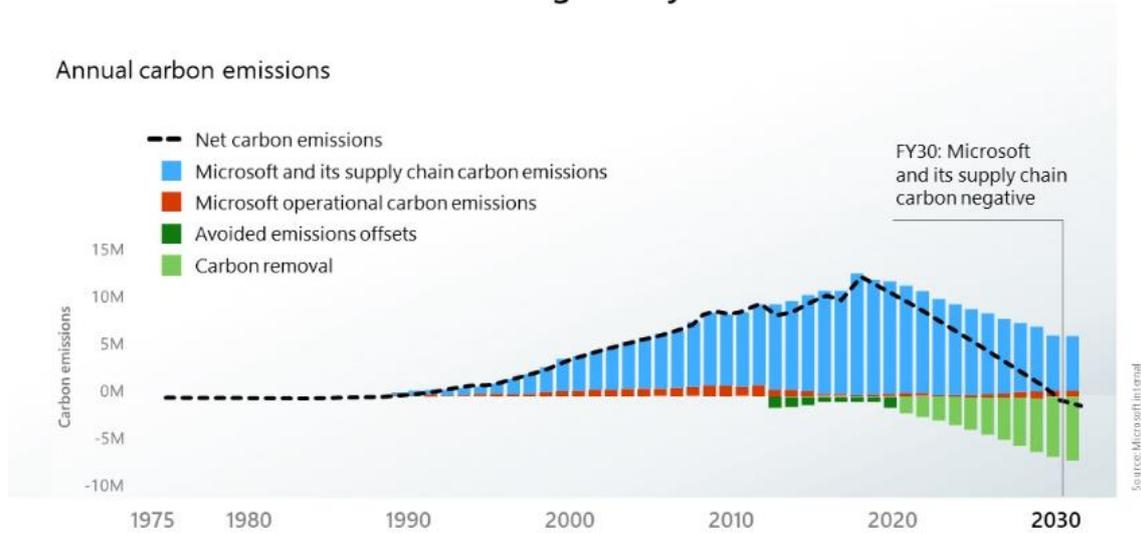


Figura 2.13: Progressi di Microsoft nel percorso per diventare carbon negative entro il 2030,

Fonte: Microsoft, Jan 2020

La terza fase della strategia porterà l'azienda a rimuovere più emissioni di CO₂ di quante ne emetta, fino a raggiungere il target ultimo di debellarne dall'ecosistema un quantitativo equivalente a quello che l'azienda ha prodotto dalla data della sua fondazione. Per rendere questo obiettivo realtà, Microsoft intende investire in un portafoglio di tecnologie e progetti volti a rimuovere CO₂, quali: rimboschimento, riforestazione, agricoltura rigenerativa, bioenergia con cattura e stoccaggio del carbonio (BECCS) e cattura diretta dell'aria (DAC).

CAPITOLO 3: MAGGIORE TRASPARENZA GRAZIE ALLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

3.1 TECNOLOGIA BLOCKCHAIN: STRUTTURA E FUNZIONAMENTO

Un'azienda che intenda perseguire una gestione sostenibile della propria supply chain necessiterà di dati affidabili e in tempo reale sull'iter seguito da ogni materia, prodotto o componente di cui necessita rifornimento per portare avanti il suo core business. Questi dati non possono essere autonomamente raccolti dall'azienda. Il monitoraggio delle informazioni e l'accesso ad esse dovranno essere garantiti dai singoli attori che costituiscono la rete di fornitura. Maggiore la complessità della rete e il numero di intermediari coinvolti nell'approvvigionamento, e maggiore sarà l'esigenza di trasparenza, di reciproca fiducia e di velocità di comunicazione tra gli attori. Un'azienda è sostenibile non solo se i propri processi produttivi sono eseguiti secondo parametri ESG, ma se anche i fornitori e gli altri nodi della rete di fornitura li rispettano e adottano. Pertanto, innovare i sistemi di supply chain management con una tecnologia quale la blockchain, che permette di gestire la supply chain in maniera decentralizzata, digitale, sicura e trasparente e al contempo ridurre costi di transazione e asimmetrie informative tra gli attori, risulta quanto mai opportuno e incalzante.

Partiamo da una premessa: un “database” è uno strumento che permette di salvare dati e di modificarli cancellandoli o inserendone di nuovi; un “ledger”, anch'esso finalizzato al salvataggio di dati, permette invece solo l'aggiunta di nuove informazioni. La “Tecnologia Blockchain” funziona come un ledger digitale che consente di effettuare e registrare transazioni. L'oggetto di tali transazioni sono i “token”, che vengono definiti dall'Osservatorio Digital Innovation del Politecnico di Milano come “un'informazione digitale, registrata su un registro distribuito, univocamente associata a uno e un solo specifico utente del sistema e rappresentativa di una qualche forma di diritto: la proprietà di un asset, l'accesso a un servizio, la ricezione di un pagamento, e così via”.

La blockchain prende questo nome perché è strutturata come una catena di blocchi contenenti informazioni che vengono aggiunti sequenzialmente e immutabilmente. L'immutabilità della struttura è garantita dal fatto che ogni blocco contiene una prova crittografica, detta “funzione di hash”, che ne assicura matematicamente il collegamento sequenziale al blocco precedente. Grazie all'hashing, qualsiasi manomissione della blockchain risulterebbe evidente, pertanto non riuscirebbe a raggiungere il consenso distribuito. In altre parole, provare a manomettere la blockchain è teoricamente possibile ma riuscire a far accettare tale manomissione alla rete è a livello pratico inattuabile perché l'accettazione è regolata da protocolli di consenso progettati appositamente per evitarlo.

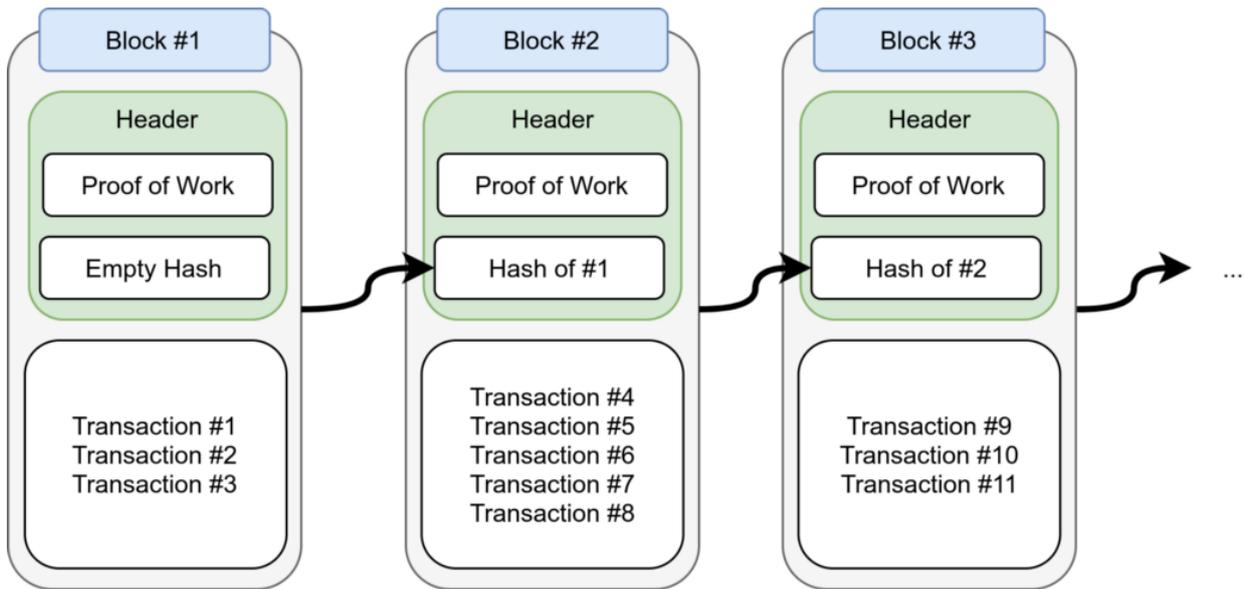


Figura 3.1: Struttura della Blockchain, Fonte: Medium, Martin Thoma, Jan 2021

La struttura e i principi di funzionamento della blockchain la rendono per sua natura una tecnologia ideale ad essere applicata al supply chain management. Al giorno d'oggi le reti di approvvigionamento, come abbiamo discusso nei capitoli precedenti, sono paragonabili a network di attori: ogni attore può essere visto come un nodo della rete e le relazioni tra gli attori sono delle linee di collegamento tra di essi. Analogamente, la blockchain detiene un'architettura decentralizzata in quanto distribuita su un network. I nodi di tale network sono dei computer che si scambiano informazioni. Distinguiamo due tipi di nodi:

- Full-nodes, i quali scaricano e archiviano localmente una copia completa della blockchain, sono indipendenti e controllano che ciascun blocco e transazione segua le regole della blockchain.
- Light-nodes, i quali godono di una maggiore facilità di utilizzo in quanto, invece di scaricare l'intera blockchain, delegano fiducia ad un full-node ricevendo da esso le informazioni di cui hanno bisogno per portare a termine la transazione.

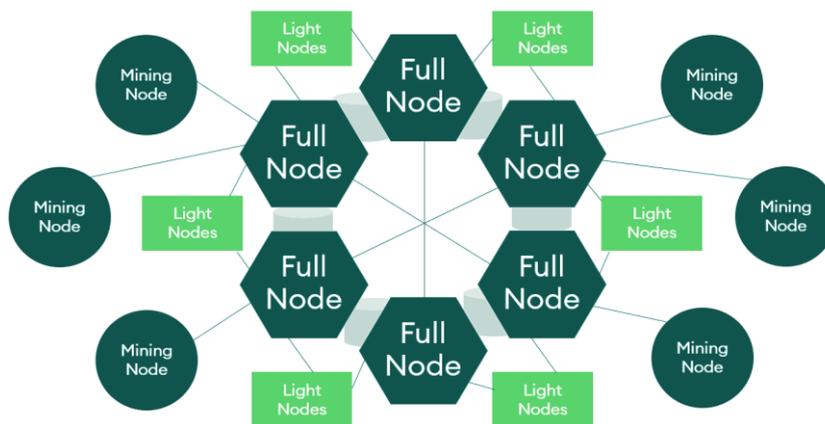
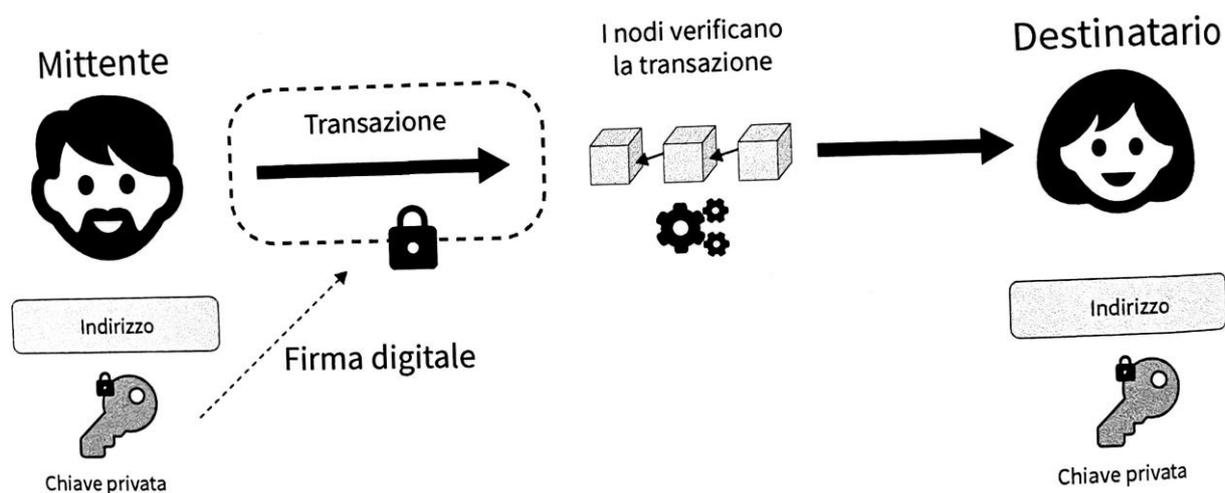


Figura 3.2: Full nodes e Light nodes, Fonte: Seba Bank, Aug 2020

Inoltre, non solo la struttura, ma anche l'autorità a cui la blockchain è sottoposta risulta decentralizzata. Questo significa che non esiste un ente centrale in cui tutti ripongono fiducia e a cui è devoluto il compito di amministrare e controllare il funzionamento della rete, potendo potenzialmente alterarlo o censurarlo. La centralizzazione è evitata scientemente, in quanto viene considerata come una debolezza e una minaccia. In una prospettiva di business, e a noi interessa in particolar modo in relazione alle transazioni tra gli attori di una supply network, il principio di decentralizzazione dell'autorità implica che chiunque può effettuare transazioni sulla blockchain da qualsiasi luogo senza la necessità di affidarsi a un'istituzione centrale, o agli accordi tra istituzioni centrali di diversi paesi, rendendo più semplice il commercio su scala globale. Non è neppure necessario che le parti di un contratto si conoscano tra loro e instaurino un rapporto di reciproca fiducia, poiché il rapporto contrattuale sottostante la transazione di trasferimento della proprietà di un bene e il conseguente trasferimento di denaro si fonda sulla fiducia che chi usufruisce di questa tecnologia ha nel meccanismo di consenso della stessa.

Ogni transazione della blockchain può essere atomicamente valida o invalida. Siccome, come spiegato sopra, in virtù della decentralizzazione dell'autorità non esiste un ente che possa autonomamente giudicare in quale categoria ricadano le transazioni, esse verranno considerate "valide" solo se ottengono il consenso del network.



*Figura 3.3: Creazione e verifica di una transazione sulla blockchain,
Fonte: "Blockchain: tecnologia e applicazioni per il business", Mar 2019*

Una transazione valida è l'unità elementare di informazione che viene scritta sulla blockchain, e una volta validata dal network non potrà essere né modificata né cancellata. Essendo immutabile e

consultabile pubblicamente, garantisce la trasparenza e la veridicità dei dati in essa contenuti. Siccome proprio la trasparenza è uno dei requisiti chiave da rispettare per dimostrare la sostenibilità di una supply chain, implementare un meccanismo di gestione dei dati relativi alla propria rete di approvvigionamento aziendale sfruttando la tecnologia blockchain permetterebbe di usufruire di enormi vantaggi.

La tecnologia blockchain in linea generale opera secondo i principi sopra descritti, ma ciascuna piattaforma blockchain può venire progettata con regole che definiscono in maniera specifica e peculiare le caratteristiche che una transazione deve avere per poter ottenere il consenso distribuito. Questo viene raggiunto in maniera decentralizzata grazie a un processo chiamato “mining”, attraverso cui le transazioni vengono validate, aggregate in blocchi e sequenzialmente aggiunte alla blockchain. Viene svolto da appositi nodi della rete chiamati “miner”, il cui operato è poi controllato dai full-nodes così che nessuno imbrogli. Sono due i principali algoritmi utilizzati per raggiungere il consenso distribuito: il Proof of Work (PoW) e il Proof of Stake (PoS). Verranno discussi più ampiamente nel paragrafo 3.4.3.

Le piattaforme blockchain si dividono in tre categorie:

- Pubbliche: consentono ad ogni nodo della rete, senza alcun meccanismo di autorizzazione, di effettuare transazioni e di partecipare alla validazione di nuovi blocchi. Dato l’elevato numero di nodi e il fatto che tutti partecipano al processo di validazione delle nuove informazioni, sono molto sicure ma inevitabilmente più lente nell’elaborazione e nell’esecuzione delle transazioni.
- Private: solo un’autorità ha il permesso di agire e scrivere sulla blockchain. Sono pertanto più performanti in termini di velocità ma a scapito di minore sicurezza.
- Permissioned: note come “blockchain consortium”, sono caratterizzate dalla presenza di alcuni nodi a cui è devoluta a priori l’autorità di agire sulla rete da parte di un’autorità centrale. Hanno vantaggi in termini di scalabilità, ovvero di velocità con cui vengono validate le transazioni, ma sono esposte a maggiori rischi a causa del numero limitato di nodi che partecipano al processo di consenso distribuito.

L’ultima categoria citata, ovvero le piattaforme blockchain permissioned, si stanno diffondendo velocemente tra le aziende che aspirano ad innovare la propria supply chain. In primo luogo, abbattano le asimmetrie informative e i costi di transazione grazie alla condivisione digitale e trasparente dei dati, di cui peraltro riescono a mantenere un grado di riservatezza in virtù delle limitazioni di accesso alla rete stabilite a priori. In secondo luogo, riducono la fiducia richiesta tra gli

attori della rete di approvvigionamento perché tutti condividono le regole relative transazionali della blockchain network in cui decidono di partecipare.

Il naturale sviluppo di una tecnologia coinvolge tre fasi di un immaginario ciclo di vita: alpha, beta e lancio. Nella fase alpha un prodotto tecnologico appena sviluppato viene sottoposto a test di verifica sul corretto funzionamento, superati i quali viene reso pubblico e diventa accessibile a chiunque. Nella fase successiva, detta fase beta, si va a costituire un gruppo di utilizzatori pionieri che per primi decidono di sfruttare la nuova tecnologia, contribuendo con il loro stesso utilizzo allo sviluppo della stessa. Questi utenti sono degli “early adopters”, i “consumatori pionieri” della teoria Marrisiana della domanda; in virtù delle loro conoscenze specifiche intuiscono prima degli altri le potenzialità del nuovo prodotto tecnologico e, come dei visionari, credono nella sua validità e contribuiscono al suo miglioramento. Infatti non è detto che una piattaforma aperta al pubblico sia anche adatta all’utilizzo di massa. L’ultima fase, infine, è quella di vero e proprio lancio del prodotto, che si concretizza nel momento in cui la tecnologia è ampiamente e intuitivamente utilizzata anche da persone che, sebbene non abbiano particolari competenze informatiche, riescono a trarne ugualmente beneficio nello svolgimento delle proprie attività quotidiane.

Possiamo inquadrare la tecnologia blockchain nella fase beta del suddetto ciclo, perché si sta diffondendo, ma gli utenti per il momento sono ancora limitati a individui con competenze approfondite di questo ambito. Solo quando saranno superate alcune complessità tecniche e criticità ideologico-sociali sarà possibile accedere all’utilizzo di massa vero e proprio. La mancanza di un’autorità centrale garante e responsabile della gestione della rete è destabilizzante per l’utente medio, abituato ad un funzionamento dei meccanismi transazionali garantito da istituzioni legali e bancarie nate appositamente per sovrintendere tali dinamiche contrattuali. Siccome, per presupposto stesso alla base della creazione della tecnologia blockchain, nelle piattaforme blockchain l’autorità è decentralizzata e la fiducia distribuita nella rete stessa anziché essere indirizzata verso un ente specifico, è ancora diffusa l’idea sbagliata che se non c’è un controllore non c’è controllo.

3.2 TECNOLOGIE A SUPPORTO DELLA BLOCKCHAIN: SMART CONTRACTS E IoT

L’utilizzo della tecnologia blockchain si presta ad essere coadiuvato da altre due innovazioni che negli ultimi anni si stanno diffondendo con forte incisività: Smart Contracts e IoT.

SMART CONTRACT

Uno smart contract è uno strumento informatico e negoziale, scritto in linguaggio di programmazione, che permette di eseguire in maniera automatica condizioni contrattuali. Un contratto, per essere stipulato, necessita di fiducia tra le parti coinvolte nella transazione; con uno smart contract non è necessario che la fiducia sia riposta nella controparte, ma nel sistema blockchain stesso sul quale viene stipulato, perché una volta ottenuto il consenso del network le prestazioni contrattuali e i trasferimenti di denaro sono automatizzati.

All'articolo 1321 del Codice Civile Italiano si legge che “un contratto è l'accordo di due o più parti per costituire, regolare o estinguere tra loro un rapporto giuridico patrimoniale”. Il legislatore ha previsto sia una serie di contratti “tipici”, che presentano un modello prestabilito ed espressamente delineato nel codice civile, seppur adattabile alle esigenze delle parti mediante apposite clausole, e sia la possibilità di concludere contratti cosiddetti “atipici”, i quali, in risposta al principio di autonomia contrattuale sancito dall'articolo 1322 c.c., prescindono da schemi preesistenti oppure fondono elementi di più contratti tipici. Benché i contratti atipici non siano disciplinati espressamente dal codice civile, possono essere conclusi solo se perseguono interessi meritevoli di tutela secondo l'ordinamento giuridico, ovvero se sono non contrari alla legge, all'ordine pubblico o al buon costume. Ai sensi dell'articolo 1325 del codice civile “I requisiti del contratto sono: l'accordo delle parti, la causa, l'oggetto, la forma, quando risulta che è prescritta dalla legge sotto pena di nullità”. Per i contratti per cui non sia espressamente prevista dalla legge la forma scritta, la scrittura privata o l'atto pubblico, il principio vigente è quello della libertà della forma. Pertanto, è essenziale solo la manifestazione della volontà delle parti affinché il contratto sia valido e produttivo di effetti.

Gli smart contract sono apparsi nel panorama legislativo in tempi molto recenti, e la dottrina non li ha ancora inquadrati in maniera univoca perché, come spesso accade, la tecnologia tende a svilupparsi e a diffondersi a ritmi più veloci rispetto a quelli del contorno legislativo che dovrebbe disciplinarli.

Secondo il Decreto-legge del 14/12/2018 n. 135 art. 8 *ter* comma 2 : «si definisce *smart contract* un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli *smart contract* soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale». Il processo di funzionamento di uno smart contract è descritto dallo schema seguente:

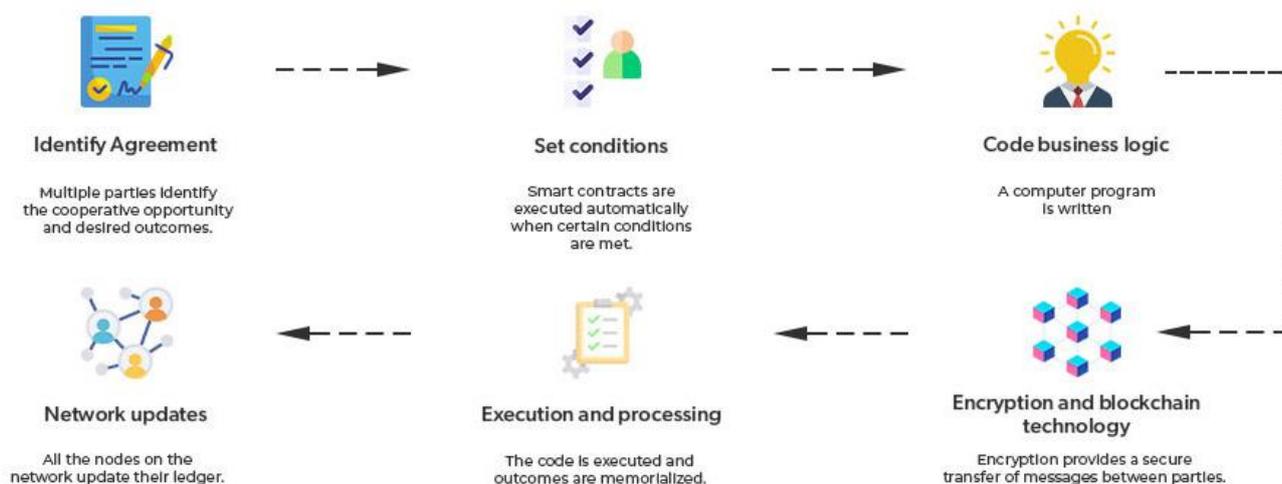


Figura 3.4: Processo di funzionamento di uno Smart Contract, Fonte: GeeksforGeeks, Sep 2022

Il termine “smart”, ovvero “intelligente”, non deve trarre in inganno. Negli smart contract non è coinvolto l’utilizzo di un sistema di intelligenza artificiale con capacità adattive che modifichi nel corso del tempo le condizioni contrattuali. L’intelligenza di uno smart contract risiede semplicemente nell’automatizzazione delle operazioni previste dal contratto una volta che il network di nodi della blockchain lo validano mediante il meccanismo di consenso distribuito. Sono particolarmente adatti, nel contesto di gestione della supply chain, ad essere applicati a quelle transazioni tra attori che si ripetono con cadenza periodica prestabilita, oppure al verificarsi di condizioni misurabili con facilità. Ad esempio l’invio di un ordine da parte di un’azienda a un suo fornitore quando nel magazzino viene raggiunta una soglia minima di rimanenza di un certo materiale o componente costituisce la conclusione di un contratto che potrebbe essere gestito in maniera automatizzata. Altra caratteristica degli smart contract è che il loro contenuto viene stabilito da normali negoziazioni contrattuali, ma viene eseguito in forma automatica e digitale sfruttando la piattaforma blockchain cui aderiscono gli attori della catena di approvvigionamento perché su di essa trascritto sotto forma di linguaggio di programmazione: ne derivano vantaggi in termini di risparmio sui costi di transazione, maggiore velocità e accuratezza dell’esecuzione delle prestazioni contrattuali, visibilità e trasparenza. Infine, una questione dibattuta dai giuristi e che è opportuno menzionare, è che la legge, per sua natura, va interpretata; il linguaggio di programmazione in cui viene scritto uno smart contract ha invece significato univoco, che però può essere compreso solo da chi è esperto di informatica. Si possono quindi evitare equivoci nell’esecuzione delle prestazioni, ma è essenziale che chi stipula il contratto comprenda il linguaggio di programmazione in cui esso è scritto, o si avvalga di un consulente che possa aiutarlo a comprenderlo in fase negoziale e a tradurre in linguaggio-macchina le proprie condizioni ed esigenze.

IoT

L'Internet of Things, meglio noto con l'acronimo IoT, comporta la creazione di un'identità digitale degli oggetti con cui interagiamo nella nostra vita quotidiana, per poterli gestire in maniera interconnessa e da remoto connettendoli alla rete internet. Progettare prodotti IoT implica l'applicazione di sensori che possano permettere agli stessi di raccogliere dati e informazioni che poi condivideranno con gli altri oggetti per automatizzare e agevolare la gestione di molte attività quotidiane.

Le applicazioni dell'Internet of Things in ambito di supply chain management sono innumerevoli, e consentono in particolar modo: di raccogliere e condividere dati in tempo reale sul flusso di prodotti o materie lungo la rete di approvvigionamento, nonché sui livelli di emissione dei vari processi aziendali svolti dagli attori della filiera; di automatizzare la gestione dei magazzini; di tracciare e certificare la provenienza delle componenti che verranno utilizzate nei processi di produzione; di monitorare, grazie ai dati raccolti, eventuali ritardi o perdite di fornitura che potrebbero rallentare le attività aziendali, limitandone l'impatto negativo sul profitto.

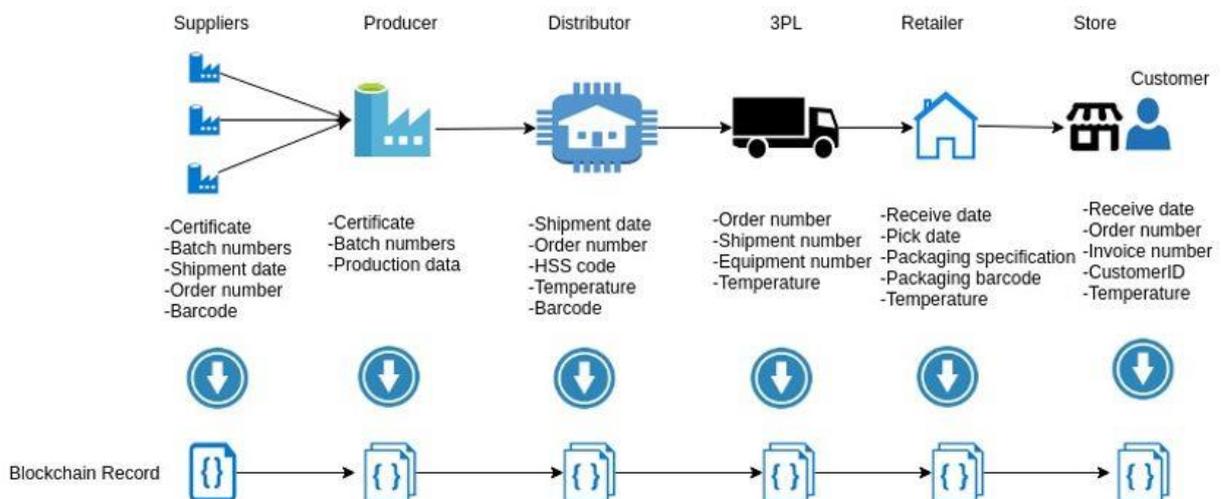


Figura 3.5: Vantaggi dell'IoT nel Supply Chain Management, Fonte: Oodles Blockchain

3.3 APPLICAZIONI DELLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN AL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Nei paragrafi 3.3.1 e 3.3.2 sono analizzati alcuni esempi di applicazione della blockchain al supply chain management. Sono stati scelti due settori differenti sulla base delle diverse caratteristiche dei prodotti che vi vengono commerciati: agroalimentare e minerario.

3.3.1 SETTORE AGROALIMENTARE: COLLABORAZIONE WALMART-IBM SU CARNE DI MAIALE DALLA CINA E MANGO DAL SUDAMERICA

Il settore agroalimentare è incentrato sul commercio di alimenti e bevande. Una cattiva gestione di tale genere di prodotti compromette l'integrità dell'intera supply chain e può comportare serissimi rischi per la salute dei consumatori. Due esempi di ciò sono la contaminazione biologica degli alimenti e la frode alimentare.

Parliamo di contaminazione biologica quando un alimento, o più comunemente lotto di alimenti, viene contaminato da virus, batteri, parassiti o tossine che provocano in più persone l'insorgere degli stessi sintomi a causa del consumo dello stesso cibo. Istituzioni di prevenzione sanitaria nazionali e internazionali monitorano e controllano i potenziali focolai epidemici per bloccarne sul nascere la diffusione. La contaminazione è favorita da vari fattori di rischio, quali ad esempio: provenienza non controllata, scarsa igiene, mantenimento scorretto delle temperatura nel trasporto, prolungata o errata conservazione, cottura inadeguata o contaminazione tra cibi cotti e crudi.

La frode alimentare è definita giuridicamente come l'intenzionale aggiunta, diluizione o sostituzione di sostanze alteranti l'essenza di un prodotto alimentare da cui deriva un vantaggio economico in termini di riduzione del costo di produzione o di incremento del valore del prodotto agli occhi del consumatore. È possibile distinguere tra frodi commerciali, che creano un danno economico al consumatore ma non ledono necessariamente la sua salute, e frodi sanitarie, che comportano un concreto e significativo danno alla salute pubblica.

A causa della mancanza di completa mappatura della supply chain, nonché della scarsa digitalizzazione e raccolta di dati da parte di imprese del settore agroalimentare, persiste nel settore l'incapacità di tracciare in tempi rapidi per risalire alla fonte di contaminazione del cibo. L'unica soluzione quando si rilevano rischi di potenziale contaminazione di lotti alimentari è spesso quella di gettare l'intera spedizione di quel prodotto, che talvolta ammonta a tonnellate. Ciò comporta una grave perdita di fiducia dei consumatori nei confronti di quella determinata merce, ingenti perdite economiche per gli imprenditori agricoli produttori del bene che non hanno responsabilità nello scandalo, e spreco di enormi quantità di cibo.

Utilizzare la tecnologia blockchain per migliorare la gestione delle supply chain agroalimentari non è una mera soluzione a un problema tecnico, ma una vera e propria risposta a un'esigenza sociale: contemperare sicurezza e riduzione degli sprechi. Dopo aver mappato l'intero tessuto di relazioni tra gli attori della supply chain di un determinato prodotto alimentare, dal suo punto di coltivazione al punto di distribuzione, la blockchain permette di avere una versione dei dati ad esso relativi unica,

condivisa in tempo reale e accessibile da tutti gli stakeholders. Ciò permetterebbe, in caso di rischio di contaminazione di lotti di prodotti alimentari, di identificarli con precisione e velocità salvando grandi quantità di cibo non contaminato e centinaia di vite umane. Inoltre, siccome vi è crescente attenzione da parte degli stakeholders, sia investitori che consumatori, riguardo alla rispondenza delle attività delle imprese a requisiti di sostenibilità ambientale e sociale, con la blockchain sarebbe consentito l'accesso trasparente a informazioni riguardo alle modalità di coltivazione, produzione e distribuzione del prodotto. Queste sono particolarmente importanti perché, nel paradigma di commercio globale in cui viviamo, il più delle volte non vi è più un'azienda singola che, da sola, coltiva, lavora e vende il prodotto; la catena del valore del prodotto alimentare coinvolge un numero molto elevato di attori geograficamente dislocati.

Come risposta agli scandali globali sulla contaminazione di cibo, Walmart ha avviato una collaborazione con IBM tramite cui ha realizzato due progetti pilota di gestione di supply chain agroalimentare supportata da blockchain. La prima riguarda la carne di maiale in Cina, e la seconda il commercio di mango proveniente dal Sudamerica.

La Cina è uno dei principali esportatori al mondo di carne di maiale, e ne produce circa la metà di quella distribuita a livello globale. Siccome sicurezza e affidabilità sono diventati due fattori cardine nell'orientare le scelte dei consumatori sul cibo, il governo Cinese ha deciso di investire moltissimo sull'aumento dei controlli all'interno della sua industria alimentare nazionale, e tale preoccupazione è stata colta da Walmart nel 2016 come opportunità per mettere alla prova la tecnologia blockchain in questo settore. L'esperimento di collaborazione di Walmart con il governo cinese si è rivelato un successo per entrambe le parti, perché la trasparenza e la tracciabilità ottenute grazie alla piattaforma blockchain usata per gestire l'approvvigionamento di carne di maiale ha permesso da un lato di incrementare le vendite per via della maggiore fiducia dei consumatori sulla qualità del cibo, e dall'altro di ridurre le spese di cui il governo necessitava per ottenere le informazioni che, grazie a questa nuova modalità di gestione, risultavano accessibili in tempo reale.

Il secondo progetto di Walmart riguarda il commercio di mango, un frutto di provenienza Sudamericana che negli ultimi anni è divenuto popolarissimo tra i consumatori di moltissimi paesi, ma che è suscettibile di contaminazione dei batteri listeria e salmonella, che rappresentano una gravissima minaccia alla salute pubblica. Inoltre, trattandosi di frutta esotica oggetto di commercio internazionale, grande cura va posta sul rispetto delle condizioni di conservazione del prodotto in ogni fase del suo ciclo di vita, dal prima della semina a dopo la raccolta. Integrando l'impiego di sensori IoT e creando una piattaforma blockchain su cui gli agricoltori sudamericani potevano connettersi al mercato, riportare dati sulle proprie attività ed effettuare transazioni più agevolmente,

Walmart ha brillantemente affrontato il problema della deperibilità e del tracciamento dei frutti di mango, rendendo più affidabile, trasparente e sicura la rete commerciale ad essi connessa.

3.3.2 APPLICAZIONE SU OGGETTI DI ALTO VALORE: EVERLEDGER E LA SUPPLY CHAIN DEI DIAMANTI

Ogni diamante è unico, diverso dagli altri. Ha una durata di vita potenzialmente infinita e un valore economico elevatissimo perché estremamente raro e difficile da estrarre. La dimensione del mercato globale dei diamanti, valutata intorno ai 95 miliardi di dollari nel 2021, in base alle attuali previsioni raggiungerà i 140 miliardi di dollari entro il 2030, crescendo a un CAGR del 4,4% durante l'orizzonte temporale 2022-2030. Facendo leva sul connotato romantico e di lusso dei diamanti ad essi associato, quello dei diamanti è un mercato la cui domanda continua ad essere consistente e, come osservabile dal seguente grafico tratto da un report di Bain & Company, negli ultimi anni non ha subito oscillazioni se non una flessione dovuta alle implicazioni della pandemia Covid-19.

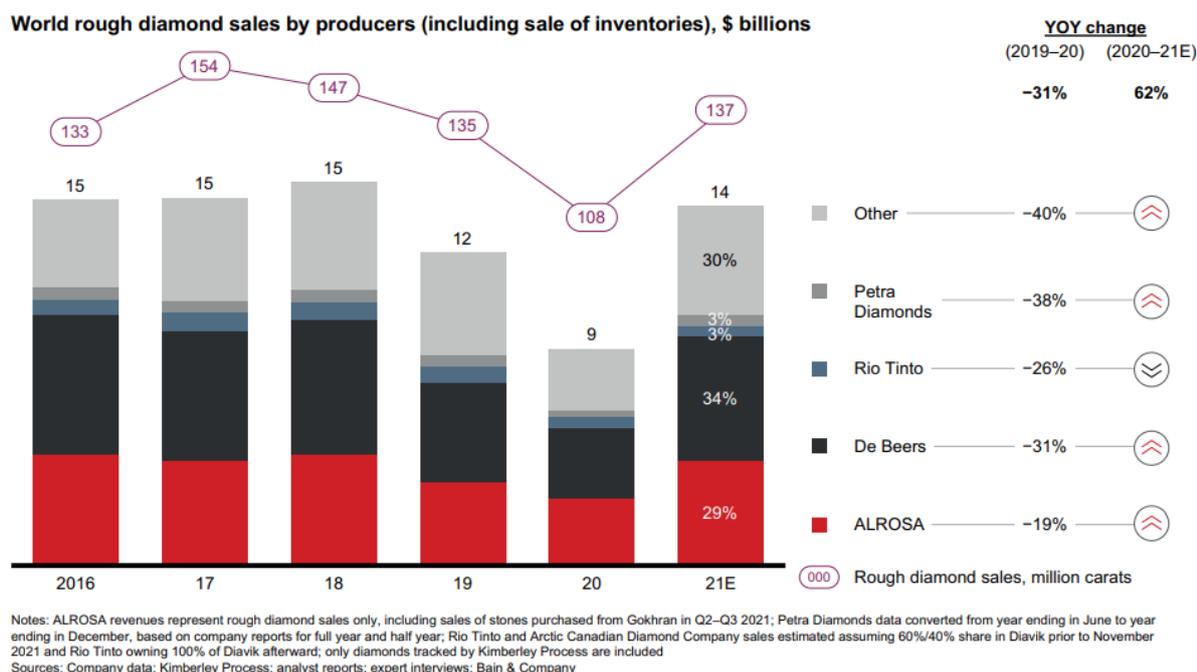


Figura 3.6: Vendite di diamanti grezzi nel mondo

Fonte: Bain & Company, "The Global Diamond Industry 2021-2022"

I diamanti sono minerali composti da miliardi di atomi di carbonio. Ogni atomo di carbonio in un diamante è legato ad altri quattro tramite legami covalenti, rendendo questo minerale la sostanza più dura conosciuta in natura. La formazione avviene a profondità di oltre 120 chilometri sotto la

superficie terrestre, dove grazie a temperature tra i 900 e i 1300 gradi centigradi, pressione di 45 mila bar e milioni o talvolta miliardi di anni, il carbonio si cristallizza divenendo diamante. Quando un evento nelle profondità della Terra provoca una fusione di parte del mantello in magma, si genera un'esplosione che trasporta i diamanti da grandi profondità verso la superficie. Il magma poi si raffredda indurendosi, e si vanno a formare strutture verticali di una roccia chiamata kimberlite, in cui sono incastonati i diamanti. Quando dalle miniere si estrae la kimberlite, essa viene sgretolata e se ne ricavano diamanti. Secondo i dati forniti da De Beers, una delle maggiori compagnie minerarie di diamanti naturali grezzi, negli ultimi 140 anni sono stati ispezionati all'incirca 7000 camini kimberlitici, ma di questi solo un migliaio conteneva diamanti, e di questi solo circa 60 ne contenevano abbastanza per rendere economicamente fattibile l'estrazione.

Paradossalmente, una risorsa naturale preziosa come i diamanti che ha arricchito numerosi estrattori minerari, ha anche creato una delle più dure condizioni di vita al mondo: brutali guerre civili e violazioni dei diritti umani finanziate dal traffico di diamanti in alcune regioni produttrici sono infatti in completo contrasto con l'immagine di purezza che i diamanti trasmettono quando vengono venduti ai consumatori. L'ONU ha definito "conflict diamonds" i diamanti grezzi utilizzati dai ribelli per finanziare guerriglie armate per soverchiare governi legittimi, causando prolungati conflitti e terribili violazioni dei diritti umani. Nei primi anni 2000 sono stati avviati i primi sforzi concreti da parte degli stakeholders per affrontare l'urgente problema dei conflict diamonds, che affligge specialmente la Repubblica Centrafricana, lo Zimbabwe e l'Angola. Il risultato è stato la creazione del Kimberly Process, un accordo internazionale su base volontaria che ha stabilito un processo di certificazione dei diamanti grezzi oggetto di esportazione per garantire che non siano connessi a simili conflitti. Questi certificati accompagnano i diamanti fino alla rete distributiva, determinando un significativo aumento del prezzo di vendita.

La provenienza è l'origine della storia di vita di un prodotto, e nel mondo del lusso è parte integrante della catena del valore. Tracciare i diamanti in maniera trasparente lungo il percorso che va dalla miniera al punto di vendita è un'esigenza che la tecnologia blockchain ha pieno potenziale di sopperire. Essa si rende particolarmente adeguata per via delle caratteristiche dell'oggetto stesso, che ha altissimo valore economico e supply chain notoriamente opaca. Inoltre, il Kimberly Process presenta alcuni elementi di vulnerabilità, come: inefficienza di un sistema basato su documenti cartacei non digitalizzati, rischio elevato di falsificazione e rischio di corruzione dei responsabili del processo di certificazione, cui dovrebbe essere devoluto un alto livello di fiducia.

Everledger è un'azienda che ha architettato un ledger digitale globale che traccia e protegge asset di valore lungo tutta la supply chain, e la cui ambizione è di estendere lo stesso servizio anche ad altri

prodotti ad alto valore attorno ai quali, come i diamanti, c'è crescente preoccupazione sulla provenienza o le modalità di fornitura. La proposta di valore di Everledger riguardo all'industria dei diamanti è di mettere la loro intera supply chain su un'unica rete digitale, creando in questo modo una singola versione di verità valida per tutti gli attori coinvolti nel commercio dei diamanti. Al fine di realizzare concretamente il progetto, si è avvalsa dell'expertise di IBM per costruire una piattaforma blockchain in grado di elaborare un'impronta digitale unica per ciascuna pietra contenente informazioni sia sulla provenienza geografica che sulle sue proprietà fisiche. Oltre a fornire tracciabilità, e conseguentemente valore aggiunto per gli acquirenti finali, la piattaforma blockchain creata da Everledger consente di ridurre oneri di compliance normativa per i produttori, in quanto tutte le informazioni sono affidabili, condivise e accessibili. Inoltre, consente anche di contrastare un problema di frode assicurativa che affligge le compagnie di assicurazioni comportando milioni di dollari di perdite annue: sinistri assicurativi fraudolenti per perdita o furto di gioielli.

3.4 SFIDE E OSTACOLI ALL'UTILIZZO E DIFFUSIONE DELLA BLOCKCHAIN NELLE SUPPLY CHAIN

Dallo studio *“Blockchain in Global Supply Chains and Cross Border Trade: A Critical Synthesis of the State-of-the-Art, Challenges and Opportunities”*, emerge che il grande potenziale che l'adozione della tecnologia blockchain nelle pratiche di supply chain management aziendale potrebbe sbloccare sarà messo a frutto solo quando verranno trovate soluzioni adeguate ad alcune sfide di carattere tecnico, ideologico e legale poste sul percorso della sua diffusione.

3.4.1 INTEROPERABILITÀ

Parlare di interoperabilità in relazione alla tecnologia blockchain significa riferirsi alla facilità con cui si riescono a condividere informazioni e ad effettuare transazioni tra diverse piattaforme blockchain. Se immaginiamo un contesto in cui ogni azienda instauri un sistema di gestione del proprio approvvigionamento sfruttando la tecnologia blockchain per digitalizzare le relazioni, i rapporti contrattuali e la condivisione di dati lungo le linee che, nelle supply chain map, connettono i vari attori, non potremo fare a meno di notare che in una prospettiva di commercio globale uno stesso attore possa far parte di più supply chain. Pertanto, escludendo l'eventualità, eccessivamente onerosa e tecnicamente complessa, di attivare per un singolo attore l'accesso a più sistemi blockchain (tanti quanti le reti di cui fa parte), risulta evidente l'esigenza di riuscire a far dialogare diversi sistemi blockchain, in modo che la condivisione di informazioni e le transazioni tra reti diverse diventino

possibili. In altre parole, se immaginiamo una piattaforma blockchain relativa a una supply chain come un circuito elettrico passante per vari attori, urge trovare il modo di far parlare quel circuito con altri circuiti, in modo tale che dall'illuminazione di una singola stanza si possa passare a illuminare una casa, poi un condominio, un quartiere e infine tutta la città.

A livello pratico, l'esigenza di interoperabilità delle reti incontra un significativo ostacolo. Benché la tecnologia blockchain operi secondo i principi universalmente validi esposti nel paragrafo 3.1, ogni piattaforma blockchain opera al suo interno secondo specifiche regole che individuano il modo in cui il network conferisce validazione distribuita ai nuovi blocchi e transazioni. Occorre pertanto trovare, a livello tecnico, un modo per progettare l'architettura delle singole piattaforme in modo tale che esse possano condividere informazioni e effettuare transazioni tra sistemi diversi pur preservando l'affidabilità e la sicurezza che caratterizza la tecnologia blockchain.

D'altronde, senza alcuna garanzia sull'interoperabilità fra i sistemi, la blockchain continuerà inevitabilmente a trovare resistenze alla diffusione di massa, sia in generale come innovazione che nello specifico come soluzione di gestione delle supply chain. Un possibile orientamento da seguire per raggiungere l'obiettivo della creazione di interoperabilità tra le piattaforme blockchain è la standardizzazione delle stesse, intendendo con questo concetto la rispondenza a regole di funzionamento internazionalmente stabilite che lascino comunque margine di inserire funzionalità adottabili dalle singole aziende per rendere il sistema meglio rispondente alle proprie esigenze di business. Se lo stesso modello di piattaforma potesse essere implementato su più supply chain, allora la diffusione di questa tecnologia ne gioverebbe sia in termini di rapidità che di affidabilità, e inoltre favorirebbe il dialogo tra diverse supply chain.

3.4.2 SFIDE DAL PUNTO DI VISTA LEGALE

Per comprendere le ragioni della complessità connessa alla diffusione della blockchain nel supply chain management bisogna esaminare alcune considerazioni di carattere normativo.

Innanzitutto, una rete blockchain, come spiegato nel paragrafo 3.1, è costituita da nodi – attori – che a livello teorico potrebbero essere geograficamente dislocati in paesi o addirittura continenti diversi, il che pone un problema a livello legale non di poco conto. Ogni paese ha la sua disciplina normativa. Sebbene esistano delle norme di carattere sovranazionale, come quelle dei trattati europei e internazionali, quando si conclude un contratto che coinvolge parti che fanno base in paesi diversi, andrà individuata la giurisdizione del paese sotto cui il rapporto contrattuale ricade facendo riferimento alle norme di diritto internazionale privato vigenti. L'applicazione della normativa di un

paese piuttosto che di un altro può incidere sensibilmente sulla negoziazione e sull'interpretazione legale del contratto. Questa situazione si presenta quotidianamente nei rapporti commerciali di imprese i cui fornitori o distributori si trovano in paesi diversi da quello della propria sede legale, e gestire tali dettagli è una delle primarie responsabilità di un supply chain manager. A differenza della legislazione commerciale di ciascun paese, che è emanata da specifiche fonti del diritto e che risponde all'autorità centrale dello stato, attualmente non è chiaro sotto quale giurisdizione potrebbero ricadere le transazioni effettuate sulla rete, per sua natura decentralizzata, di una piattaforma blockchain.

Un'altra questione riguarda il fatto che, il più delle volte, le innovazioni tecnologiche apportano stravolgimenti delle dinamiche sociali, e si diffondono a ritmi più repentini degli aggiornamenti legislativi che dovrebbero disciplinarle. Questo problema di sfasamento temporale innesta discussioni e incertezze che non favoriscono la diffusione di fiducia nei confronti delle suddette tecnologie. Infatti nel caso della blockchain, il cui impatto potenzialmente rivoluzionario sul commercio internazionale non è stato accompagnato da una altrettanto rapida elaborazione legislativa, la mancanza di certezze su alcuni aspetti legislativi ha diffuso un clima di diffidenza tra chi si accosta a questa tecnologia, che peraltro dal punto di vista tecnico non è semplice da comprendere per chi non ha la competenza tecnica adeguata.

Un ulteriore punto riguarda come coniugare la questione della data privacy con l'esigenza di rendere i dati della blockchain condivisibili e accessibili a tutti i partecipanti del network. In quest'ottica appare sicuramente preferibile utilizzare una piattaforma di tipo permissioned o privata rispetto a una pubblica per poter mantenere un grado di controllo maggiore su chi è autorizzato ad avere accesso alle informazioni e in che misura.

3.4.3 SCALABILITÀ

Un'ulteriore problema a cui può essere ricondotta la difficoltà della diffusione su ampia scala della tecnologia blockchain è la scalabilità, ovvero la capacità di gestire un numero elevato e crescente di transazioni evitando che le prestazioni ne risentano. In una supply chain estesa vengono effettuate migliaia di transazioni, anche contemporaneamente, e per garantire l'efficienza e la rapidità degli scambi è essenziale che tali transazioni vengano concluse in maniera affidabile e veloce anche tra attori che non si conoscono direttamente perché operano a grande distanza. La tecnologia blockchain è la soluzione ottimale per facilitare tale aspetto, perché garantisce la possibilità di effettuare transazioni con sicurezza e massima trasparenza, monitorando il flusso di prodotti e informazioni in tempo reale. Il problema che ancora persiste è dato dalla relativa lentezza con cui si svolge il

meccanismo di validazione delle transazioni, che richiede il consenso distribuito di una rete con numeri talvolta elevatissimi di nodi.

Benché in base alle statistiche ci siano delle differenze tra le varie piattaforme in uso, per sfruttare le enormi potenzialità di una supply chain supportata da blockchain occorre sviluppare un sistema in grado di validare un numero più elevato e crescente di transazioni al secondo rispetto a quelli attualmente utilizzati. La velocità con cui le transazioni vengono validate è però limitata dal sistema di approvazione delle transazioni utilizzato dalla piattaforma nel processo di consenso.

Nonostante sia il protocollo Proof of Work (PoW) che quello Proof of Stake (PoS) condividano lo stesso fine, cioè il raggiungimento del consenso sulla blockchain, essi determinano chi debba convalidare un blocco di transazioni in maniera diversa. Il PoW è il protocollo più datato, e per la validazione si basa sull'utilizzo dei miner; il processo di consenso tramite mining risulta molto sicuro ma anche lento. Per questo motivo la tendenza attuale è di passare all'utilizzo di protocolli di tipo PoS, sviluppati in tempi più recenti e caratterizzati da più alta velocità di processamento delle transazioni nonché da dispendio energetico nettamente minore.

	Proof of Work (PoW)	Proof of Stake (PoS)
Chi può minare/convalidare i blocchi?	Maggiore è la potenza computazionale, maggiore è la probabilità di minare un blocco.	Più monete vengono messe in stake, più è probabile che tu possa convalidare un nuovo blocco
In che modo viene minato/validato un blocco?	I miner competono per risolvere complessi puzzle matematici utilizzando le loro risorse computazionali.	In genere, l'algoritmo determina il vincitore in modo casuale, tenendo conto della quantità di monete messe in stake.
Attrezzatura per il mining	Hardware professionale per il mining, come ASIC, CPU e GPU	Qualsiasi computer o dispositivo mobile con una connessione internet
Come vengono distribuite le ricompense?	La prima persona a minare il blocco riceve una ricompensa di blocco	I validatori possono ricevere una quota delle commissioni di transazione riscosse dal blocco che hanno convalidato
Come viene protetta la rete	Maggiore è l'hash, più sicura è la rete	Lo staking blocca la criptovaluta sulla blockchain per proteggere la rete

Figura 3.7: Differenze tra PoW e PoS, Fonte: Binance Academy, Feb 2023

Da queste considerazioni appare dunque più conveniente, nell'ambito del supply chain management, progettare piattaforme blockchain supportate da un meccanismo di consenso di tipo Proof of Stake: la possibilità di effettuare un maggiore numero di TPS ("transitions per second") renderebbe infatti più efficienti le sue applicazioni pratiche.

CONCLUSIONI

La ricerca condotta con questa tesi consente di giungere a importanti considerazioni.

Nel panorama globale attuale è anacronistico considerare un'azienda come un ente singolo e isolato, ma andrebbe osservata sempre contestualizzandola come parte integrante di una rete più complessa. In questa prospettiva è fondamentale da un lato identificare quali attori della supply chain sono da considerare strategici, analisi che può essere svolta mediante la tecnica della mappatura della rete di approvvigionamento, e dall'altro distinguere la rilevanza strategica delle varie risorse di cui l'azienda ha bisogno, utilizzando come strumento di partenza la matrice di Kraljic.

Per acquisire la capacità di fronteggiare efficacemente cambiamenti continui e disruptions è necessaria una trasformazione sostanziale delle prassi di supply chain management, e in questo senso è di cruciale importanza riuscire a cogliere le opportunità offerte dall'attenzione crescente della società per le tematiche di sostenibilità, trasparenza e digitalizzazione, trend che sono profondamente interconnessi.

Tra i vari modi in cui la sostenibilità può essere integrata nel supply chain management, ci siamo soffermati sulla gestione dei processi di circolarità e di decarbonizzazione della supply chain, focalizzandoci in particolare su come un'ottica collaborativa nella riduzione delle emissioni scope 3 di tutti gli attori del network di approvvigionamento possa apportare benefici sia alla singola azienda che all'ambiente e alla società.

Infine, l'esigenza di maggiore trasparenza, sempre più pressante a causa della necessità di verificare la rispondenza a requisiti di sostenibilità delle prassi aziendali e delle origini delle componenti dei prodotti, ci ha portato a concludere che la tecnologia blockchain è uno strumento che - per le sue caratteristiche intrinseche di immutabilità, condivisione di informazioni in tempo reale, trasparenza, digitalizzazione e affidabilità - si presta a sbloccare un enorme valore potenziale racchiuso nelle supply chain. Questa grande opportunità che si presenta al supply chain management non è esente da sfide, ma offre la possibilità di cavalcare una vera e propria rivoluzione del modo di effettuare e tracciare le transazioni di commercio internazionale, che sembra quanto mai imminente.

BIBLIOGRAFIA:

- Al-Rakhani, M. S., & Al-Mashari, M. (2021). A blockchain-based trust model for the internet of things supply chain management. *Sensors*, 21(5), 1759.
- Atasu, A., Dumas, C., & Van Wassenhove, L. N. (2021). The circular business model. *Harvard Business Review*, 99(4), 72-81.
- Bertin E., Para C., Compensazione CO2 (carbon offset): una breve guida, ClimateSeed: <https://climateseed.com/it/compensazione-co2-carbon-offset-una-breve-guida#:~:text=In%20altre%20parole%2C%20il%20carbon,o%20evitano%20la%20CO2>
- Bowersox, D. J. (1990). The strategic benefits of logistics alliances. *Harvard Business Review*, 68(4), 36-43.
- Chakravarty, A. K. (2014). *Supply chain transformation: Evolving with emerging business paradigms*. Springer.
- Chang, Y., Iakovou, E., & Shi, W. (2020). Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2082-2099.
- Chiap G., Ranalli J., Bianchi R. (2019) *Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business*. HOEPLI
- Don Tapscott (2020). *Supply Chain Revolution: How Blockchain Technology Is Transforming the Global Flow of Assets (Blockchain Research Institute Enterprise Series)*. Barlow Publishing (July 7, 2020)
- Farooque, M., Zhang, A., Thürer, M., Qu, T., & Huisingh, D. (2019). Circular supply chain management: A definition and structured literature review. *Journal of cleaner production*, 228, 882-900.
- Fontana F., Caroli M. (2017). *Economia e gestione delle imprese*. McGraw-Hill Education
- Gamota D., (25 Jun 2021), *Black Swans, Butterflies And Supply Chains: Predicting The Unpredictable*”, Forbes: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/06/25/black-swans-butterflies-and-supply-chains-predicting-the-unpredictable/>
- Hearnshaw, E. J., & Wilson, M. M. (2013). A complex network approach to supply chain network theory. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(4), 442-469.
- Ho, G. T., Tang, Y. M., Tsang, K. Y., Tang, V., & Chau, K. Y. (2021). A blockchain-based system to enhance aircraft parts traceability and trackability for inventory management. *Expert Systems with Applications*, 179, 115101.
- K. Roehrich, J., Grosvold, J., & U. Hoejmoose, S. (2014). Reputational risks and sustainable supply chain management: Decision making under bounded rationality. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(5), 695-719.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The bullwhip effect in supply chains.
- Linde O., Epstein A., Kravchenko S., Rentmeesters K., (07 February 2022), *The Global Diamond Industry 2021–22: a brilliant recovery shapes up*, Bain & Company: <https://www.bain.com/insights/a-brilliant-recovery-shapes-up-the-global-diamond-industry-2021-to-22/>

MacCarthy, B. L., Ahmed, W. A., & Demirel, G. (2022). Mapping the supply chain: Why, what and how?. *International Journal of Production Economics*, 250, 108688.

Nicholas, N. (2008). The black swan: the impact of the highly improbable. *Journal of the Management Training Institut*, 36(3), 56.

Responsabilità sociale delle imprese e delle organizzazioni, Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali: <https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/Terzo-settore-e-responsabilita-sociale-impresefocus-on/Responsabilita-sociale-impresee-organizzazioni/Pagine/default.aspx>

Rigby D., Saenz H., Guarraia P., (November 16, 2022), *5 Lessons from Automakers on Navigating Supply Chain Disruptions*, Harvard Business Review: <https://hbr.org/2022/11/5-lessons-from-automakers-on-navigating-supply-chain-disruptions>

Smith B. (16 Jan 2020), *Microsoft will be carbon negative by 2030*, Official Microsoft Blog: <https://blogs.microsoft.com/blog/2020/01/16/microsoft-will-be-carbon-negative-by-2030/>

Stadtler, H., Stadtler, H., Kilger, C., Kilger, C., Meyr, H., & Meyr, H. (2015). *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software, and case studies*. Springer.

The net-zero standard, Science-based Targets: <https://sciencebasedtargets.org/net-zero>

Vettor C., (2014)., *Il modello di Kraljic, una strategia a 4 step*: https://www.advanceschool.org/public/images/adnet/Articolo_Vettor_Modello_Kraljic.pdf

(12/05/2022), *I criteri ESG e la finanza sostenibile. Cosa significa questa sigla?*, Banca d'Italia per la Cultura Finanziaria: <https://economiepertutti.bancaditalia.it/notizie/i-criteri-esg-e-la-finanza-sostenibile-cosa-significa-questa-sigla/?dotcache=refresh#:~:text=ESG.,e%20Governance%20cio%C3%A8%20governo%20societario>

(20/10/2020), *Effetto serra: cos'è, cause e conseguenze*, 2020, E-on Energia: <https://www.eon-energia.com/magazine/innovazione-e-ambiente/effetto-serra-cose-cause-e-conseguenze.html>

(2015), *Supply Chain Sustainability: A Practical Guide for Continuous Improvement*, UN Global Compact Office and BSR: <https://unglobalcompact.org/library/205>

(2021), *Decarbonizing Supply Chains: Collaboration and Renewable Energy Strategies*, Enel Green Power: <https://www.enelgreenpower.com/our-offer/publications/decarbonizing-supply-chains>

(2021), *Supplier Clean Energy - 2021 Program Update*, Apple: https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Supplier_Clean_Energy_Program_Update_2021.pdf

(2022), *The climate footprint across the IKEA value chain*, Ikea: <https://about.ikea.com/en/sustainability/value-chain-climate-footprint>

(23 Giu 2022), Bellini M., *ETS: cos'è e come funziona il mercato delle emissioni*”, ESG360: <https://www.esg360.it/esg-world/ets-come-funziona-il-mercato-delle-emissioni-di-co2-in-europa/>

(31 Dic 2021), *Science Based Target initiative (SBTi): le aziende verso la decarbonizzazione*, Rete-Clima: <https://www.reteclima.it/science-based-target-initiative-sbti-aziende-protagoniste-della-decarbonizzazione/>

(April 2021), *Starbucks announces coffee-specific environmental goals*, Starbucks: <https://stories.starbucks.com/stories/2021/starbucks-announces-coffee-specific-environmental-goals/>