



Emanuele Carpanzano

Emanuele Carpanzano è Direttore Ricerca, sviluppo e trasferimento della conoscenza SUPSI. È attivo in diverse associazioni e istituzioni federali e internazionali dedicate a programmi e iniziative di formazione, ricerca e innovazione. Ha gestito numerosi programmi di ricerca e formazione nel settore della produzione

e dell'ingegneria industriale. I suoi interessi scientifici si focalizzano sui sistemi industriali e le relative catene del valore. È autore di oltre 150 pubblicazioni scientifiche e Professore di impianti industriali presso la SUPSI.

La sostenibilità industriale: evoluzione e sviluppi futuri

Sono molteplici gli ambiti in cui la sostenibilità è diventata viepiù un concetto centrale, subendo una sostanziale continua evoluzione nel corso del tempo. Tra questi ambiti vi è il *settore industriale*, per il quale il tema della sostenibilità si è progressivamente affermato come determinante per le imprese con ricadute divenute sempre più concrete e pervasive nel ciclo di vita dei processi e dei prodotti, come lungo le intere catene del valore.

La *produzione sostenibile* è oggi intesa come la creazione di beni e servizi tramite l'utilizzo di processi e sistemi che non inquinano, conservano l'energia e le risorse naturali, sono economicamente vantaggiosi, sicuri e salutarissimi per i lavoratori, le comunità e i consumatori. Tra le molteplici attività e iniziative strettamente connesse, a titolo esemplificativo possiamo citare il paradigma dell'economia circolare, la prevenzione dell'inquinamento, l'ottimizzazione dei processi e l'integrazione energetica. Tematiche oggi centrali e ampiamente dibattute, in un mondo in cui le conseguenze del cambiamento climatico hanno un impatto evidente e sempre più rilevante su aziende, organizzazioni e, in ultima analisi, sulla vita di ognuno di noi.

Sino ai primi anni 2000 in ambito industriale era prevalente il concetto di *sostenibilità economica*: il focus degli addetti ai lavori era orientato alla efficienza dei processi produttivi e alla loro competitività in termini di capacità e costi della produzione (e dei prodotti). Al centro dell'attenzione vi erano le prestazioni degli impianti industriali e dei macchinari impiegati in ambito manifatturiero. In particolare, la sensibilità verso l'impatto ambientale dei processi di produzione era relativamente limitata.

Un primo elemento rilevante di cambiamento è stato il continuo e significativo aumento del costo di approvvigionamento dell'energia. La *dimensione energetica* diventa dunque un aspetto centrale per le organizzazioni e per le aziende, un tema legato non solo alle fonti di produzione, ma anche ai processi, alla distribuzione e ai consumi. Una filiera complessa che ha aperto le porte anche alla graduale diffusione e all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

Successivamente si è progressivamente sviluppata un'attenzione crescente verso la *dimensione ecologica* della sostenibilità in ambito industriale, con particolare riferimento *all'utilizzo delle materie prime, alle emissioni e all'impatto ambientale complessivo dei processi produttivi*. A questo ha fatto seguito l'introduzione, nel corso degli anni, di molte misure finalizzate a ridurre tali emissioni con effetti concreti positivi registrati, in particolare, tra il 2007 e il 2017. I progressi nelle prestazioni ambientali da parte dell'industria - in particolare europea - si sono verificati per una serie di motivi, che includono una normativa ambientale più rigorosa, miglioramenti nell'efficienza energetica, una transizione verso processi produttivi meno inquinanti e l'utilizzo di sistemi di riduzione dell'impatto ambientale.

Il consumo crescente di beni e servizi a livello mondiale ha portato nel tem-

po ad una riflessione strettamente legata al concetto di sostenibilità: qual è la *destinazione finale dei prodotti* che le aziende mettono in commercio e che circolano nell'economia reale? Come si concretizzano le dinamiche di utilizzo, ri-utilizzo e/o dismissione e smaltimento dei prodotti industriali, ed anche dei processi atti a produrli? A tal proposito si è via via diffuso il concetto generale di *economia circolare*, con lo scopo di ottimizzare l'utilizzo delle risorse del pianeta, e parallelamente il concetto di *"Sustainable Lifestyles"*, i cosiddetti "stili di vita sostenibili". Tali ulteriori evoluzioni del concetto di sostenibilità hanno a loro volta influenzato le aziende di produzione, con particolare riferimento alla *sostenibilità dei cicli di vita dei prodotti e dei servizi* rivolti ad un mercato di consumo e ad una società sempre più attenti al tema dell'ambiente.

Negli ultimi anni, il tema della *sicurezza delle persone, e in particolare dei lavoratori* ha assunto un ruolo sempre più importante, estendendo via via la sensibilità anche alla *salute e al benessere dei collaboratori di un'azienda*, un paradigma che ha portato alla graduale introduzione di strumenti e dispositivi volti a promuovere la sicurezza e la salute sul posto di lavoro. Pensiamo, a titolo esemplificativo agli esoscheletri, apparecchi tecnologici e indossabili in grado di potenziare le capacità fisiche di un operatore, oppure a macchine e robot collaborativi capaci di cooperare con persone e adattarsi alle esigenze delle stesse, spesso tramite il supporto di tecniche di intelligenza artificiale.

La crescente attenzione alla sostenibilità ambientale e sociale ha nel tempo comportato maggiore attenzione, oltre che verso i processi di produzione industriale in senso stretto, anche nei confronti delle relative catene di approvvigionamento e fornitura. Gli impatti ambientali generati dalla produzione hanno dunque spinto diversi esperti del settore a focalizzare l'attenzione sul paradigma della *"Sustainable Supply Chain"*, intesa come la gestione sostenibile della catena di fornitura di materiali, informazioni e capitali, unita

alla collaborazione tra le aziende lungo la catena di fornitura stessa, tenendo conto delle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile (economica, ambientale e sociale), che derivano dalle esigenze dei clienti e degli stakeholder. Un contesto in cui il sistema di produzione si è esteso *dalla fabbrica, intesa come sito produttivo, all'intera catena del valore*. Per cui oggi l'attenzione è sull'intera sequenza di attività che consente la trasformazione delle materie prime in un prodotto o servizio finito, così come su tutta la filiera e gli attori coinvolti atti a generare, fase dopo fase, un valore aggiunto misurabile e conforme ai parametri dello sviluppo sostenibile. Conseguentemente le aziende di produzione non solo devono prestare massima attenzione ai propri processi, prodotti e servizi, ma anche a tutta la propria catena del valore, ovvero alle proprie filiere di fornitura e distributive. Importanti sono in tale contesto le nuove soluzioni digitali, quali tecnologie IoT e blockchain, funzionali a tracciare percorsi di materiali, lavorazioni e prodotti lungo la filiera di fornitura, produzione e distribuzione.

La gestione della relazione sempre più diretta e continua con i molteplici portatori di interesse delle aziende ha assunto un ruolo sempre più centrale anche per quanto riguarda la condivisione e comunicazione delle dimensioni della sostenibilità e della loro applicazione. Le nuove tecnologie digitali e la rete hanno implicato anche una crescente sensibilità e attenzione verso indicatori e messaggi orientati a rispondere alle aspettative delle persone e della società rispetto all'impatto ambientale e sociale delle aziende di produzione. L'accresciuta sensibilità sociale e culturale verso la sostenibilità è divenuta motore dell'innovazione per le aziende manifatturiere anche nello sviluppo delle strategie di relazione con il cliente, divenendo una *opportunità di promozione e comunicazione*.

Negli ultimi anni si è intensificata l'attività di *ricerca e sviluppo volta a definire criteri e metriche per misurare l'impatto di sostenibilità* di prodotti e servizi,

così come dei processi e delle catene del valore delle aziende di produzione. Attività di ricerca spesso condotte per settori e filiere dedicate che stanno lentamente permettendo di consolidare metodi e soluzioni volti a promuovere sempre più non solo una comune sensibilità e cultura della sostenibilità in ambito industriale, ma anche strumenti attuativi e opportunità di applicazione sempre più condivisi e fatti propri dalle aziende di produzione e dai relativi portatori di interesse. Permettendo anche di valutare ed ottimizzare l'impatto in termini di sostenibilità già in fase di concezione e progettazione di prodotti e servizi, promuovendo l'approccio di *"sustainability by design"*.

Un'evoluzione quindi, quella legata al concetto di sostenibilità industriale, che negli ultimi venti anni ha subito forti sviluppi e innovazioni, sollecitando le aziende a confrontarsi con le sfide poste dall'ambiente e dalla società, cogliendo anche le opportunità correlate di creare nuovo valore aggiunto tramite i propri processi, prodotti e servizi. Nei prossimi anni, grazie anche alle molteplici innovazioni metodologiche ed applicazioni tecnologiche, le aziende potranno sempre meglio fare proprie le diverse dimensioni della sostenibilità. In questo contesto, la *collaborazione interdisciplinare e intersettoriale tra reti qualificate coinvolgenti centri di ricerca, aziende ed organizzazioni, risulterà di crescente rilevanza* per sviluppare soluzioni innovative in grado di migliorare l'impatto economico, ambientale e sociale in ambito industriale. Occorre quindi oggi affrontare tale percorso nella consapevolezza della dinamicità e della continua evoluzione dello stesso, ormai accelerato da una portante culturale propria della nostra società e ancor più delle nuove generazioni: un percorso che richiede di affrontare continuamente nuove sfide, ma che al tempo stesso presenta anche nuove opportunità per la ricerca applicata e per le aziende di produzione che sapranno fare propria tale evoluzione ed innovarsi conseguentemente.