

**LIBRO BIANCO EAST 2020**

# **“COMPETITIVITÀ GLOBALE DELLA TECNOLOGIA EUROPEA DELLE SUPERFICI”**

*Autori:*

*Peter Leisner, Università di Jönköping, Svezia, Presidente della EAST,  
Clive Larson, Institute of Materials Finishing (IMF), Regno Unito, esperto invitato,  
Lars Pleth Nielsen, Istituto Tecnologico Danese, Danimarca, membro del Consiglio di Amministrazione,  
Stefan Müller, Airbus Helicopters, Germania, esperto invitato,  
Wolfgang Hansal, RENA Technologies Austria GmbH, Austria, membro del Consiglio di Amministrazione EAST,  
Jean-Claude Puipe, Steiger Galvanotechnique SA, Svizzera, membro del Consiglio di Amministrazione EAST,  
Andreas Zielonka, FEM, Germania, membro del Consiglio di Amministrazione EAST*



Il lavoro è concesso in licenza come [Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).  
EAST - Accademia Europea della Tecnologia delle Superfici, Schwäbisch Gmünd  
15 settembre 2020  
[EAST-site.net](http://EAST-site.net)

Traduzione a cura di A.I.F.M. – Associazione Italiana Finiture dei Metalli



## SOMMARIO

Scopo di questo libro bianco è indicare e raccomandare le future direzioni di sviluppo e innovazione affinché l'industria europea della tecnologia delle superfici mantenga le proprie posizioni di rilevanza e competitività, e suggerire azioni di supporto che stimolino questo percorso di sviluppo. Lo studio si basa su una analisi a livello pan-Europeo dello stato attuale della competitività dell'industria europea della finitura delle superfici e delle relative sfide che deve affrontare. Il lavoro è stato svolto da un gruppo di esperti europei rappresentativi dei diversi segmenti dell'attività e delle diverse realtà regionali.

Per decenni, la globalizzazione ha reso attività comune la delocalizzazione (offshoring) delle produzioni, spostando produzioni di massa in paesi asiatici a basso costo del lavoro, ma anche con significativi trasferimenti di attività produttive dall'Ovest Europeo verso i paesi della Europa dell'Est. Le fondamentali motivazioni di queste delocalizzazioni sono state la riduzione dei costi, e la prossimità di mercati nuovi ed emergenti. Il successo dell'offshoring è dipeso da diversi parametri ma alcune delocalizzazioni di ritorno, in particolare per prodotti high-tech, evidenziano che le principali ragioni di questa inversione di tendenza, sono l'aumento dei costi del lavoro nei paesi emergenti, la mancanza di qualità, le limitazioni in termini di tempi di consegna e di flessibilità, oltre che il limitato accesso a competenze e conoscenze, il rischio di perdere know-how e proprietà intellettuale e di compromettere il valore del marchio. L'aumento dell'automazione dei sistemi di produzione agisce da contrasto per la delocalizzazione offshoring e in generale l'Europa detiene una posizione forte e una forte tendenza nella e verso l'automazione.

La finitura superficiale non è un settore autonomo, ma è parte integrante della produzione della maggior parte dei prodotti e dell'intero processo di produzione, pertanto, in caso di delocalizzazione, segue il nucleo base della produzione. Il settore europeo della finitura delle superfici ha un fatturato annuo stimato di 114 miliardi di dollari, impiega circa 900.000 persone e nell'ultimo decennio ha registrato un tasso annuale di crescita del 3,6%. Presto sapremo come questo tasso di crescita sarà compromesso dalla pandemia in corso. Il settore comunque rappresenta circa il 5% di tutta la produzione manifatturiera. Si stima che circa 1/3 della finitura delle superfici sia operata da aziende di subfornitura che lavorano in conto terzi e 2/3 direttamente in reparti interni della committenza. La dimensione media delle aziende terziste europee è stabile tra gli 11 e i 12 dipendenti, la maggioranza con meno di 10 dipendenti, il che rappresenta un problema per lo sviluppo futuro.

Poiché la finitura superficiale è parte integrante di ogni produzione, non è consigliabile promuovere una strategia europea per ripristinare la finitura superficiale delocalizzata offshore. La produzione già delocalizzata potrebbe presto diventare obsoleta come conseguenza della innovazione e dei cambiamenti di tecnologia. Si raccomanda invece che il settore europeo dei trattamenti delle superfici dia la priorità allo sviluppo di tecnologie di produzione di nuovi prodotti high tech e ad alto valore aggiunto e tragga vantaggio dai cambiamenti dirompenti in corso nella società e dai cambiamenti tecnologici che possono determinare la formazione di aree di applicazione completamente nuove della tecnologia delle superfici, come ad es. nell'ambito della sostenibilità dei sistemi energetici.

Per avere successo, le imprese di trattamento delle superfici devono soddisfare le aspettative dei seguenti qualificanti punti di forza: prezzo, qualità, rapidità di consegna, capacità di innovazione, rispetto della legislazione e valore del marchio. Ciò è impegnativo, soprattutto per le molte imprese di piccola dimensione, e dovrebbe essere ottenuto con l'introduzione di maggiore automazione, con una sempre più stretta collaborazione tra tutte le funzioni e i partner della catena del valore e con la fornitura di sicure e estese competenze per tutte le funzioni coinvolte.

Fondamentalmente, la soluzione può essere individuata come la necessità di promuovere il miglioramento della istruzione e del rapporto di collaborazione tra le attività di ricerca applicata, sviluppo del prodotto, progettazione e realizzazione della produzione. Ogni anno decine di migliaia di nuovi dipendenti entrano nel settore della finitura delle superfici per coprirne le diverse funzioni (operai, ingegneri, tecnici esperti, venditori, dirigenti, ecc.). Ma gli attuali programmi di istruzione e formazione non offrono la necessaria capacità. La maggior parte dei nuovi dipendenti deve fare affidamento sulla formazione interna, estremamente critica nelle piccole aziende che devono soddisfare le nuove esigenze di implementazione della tecnologia, di conformità a normative e legislazione, ecc. C'è quindi una forte necessità di azioni pan-Europee per coordinare ed espandere l'istruzione e la formazione offerte da università, scuole e associazioni professionali in tutti i paesi della Unione Europea.

Una profonda ed estesa competenza, insieme con una migliore comprensione degli aspetti teorici, determinano miglioramenti dei livelli di affidabilità, qualità e riduzione dei costi. La comunicazione tra i diversi attori della catena del valore diventa più facile, ciò che stimola un più rapido ed efficace trasferimento di nuove tecnologie dal mondo accademico alle aziende di produzione e ai professionisti dell'industria e aumenta il sostegno alla innovazione e ne accelera il tasso di sviluppo.

Gli studenti devono essere attratti a scegliere un'istruzione e una carriera legate alla tecnologia delle superfici anche se il campo è meno visibile, poiché non è una 'industria con propri prodotti separati. Sono necessarie azioni coordinate per presentare e promuovere la finitura delle superfici come un campo interessante con un impatto diretto sulla vita quotidiana ed essenziale per il futuro sviluppo della società.

L'Europa ha una forte tradizione nella finitura superficiale e il settore è caratterizzato da una significativa diversità di specializzazioni. La corretta fornitura e organizzazione delle competenze può fare della "cooperazione delle diversità" un punto di forza della Unione Europea.

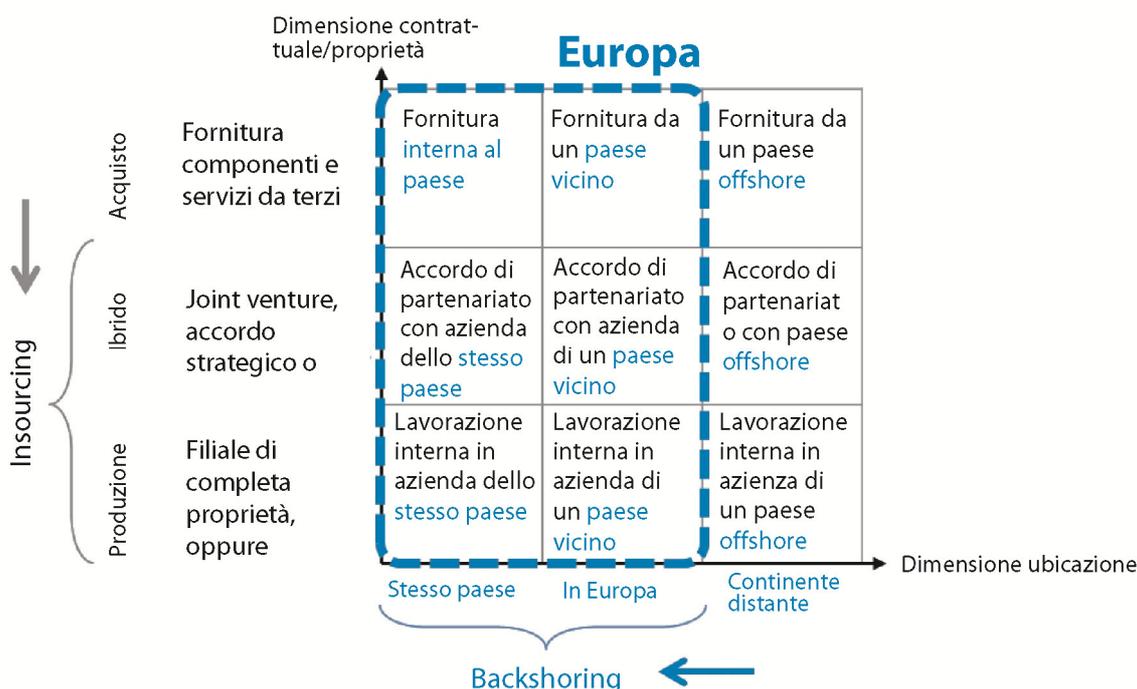
Nell'ambito del suo ruolo e della sua missione, la EAST intende agire per facilitare lo sviluppo a supporto del settore della tecnologia dei trattamenti delle superfici.

## 1. INTRODUZIONE

In occasione della recente celebrazione del 30° anniversario della sua fondazione, l'Accademia Europea della Tecnologia delle Superfici (EAST) ha tenuto diversi seminari con lo scopo di diffondere le opinioni di esperti sul futuro sviluppo della tecnologia delle superfici in Europa (Leisner e Baumgärtner 2020). Il tema di uno dei seminari era la competitività europea in un mondo globalizzato. Dopo il workshop, lo sviluppo di questo tema è proseguito ed è ora formalmente pubblicato con questo whitepaper o libro bianco.

Scopo di questo documento è indicare e raccomandare le future direzioni di sviluppo e innovazione affinché l'industria europea della tecnologia delle superfici mantenga le proprie posizioni di rilevanza e competitività, e suggerire azioni di supporto che stimolino questo percorso di sviluppo. Questo viene fatto avendo come riferimento una prospettiva pan-Europea basata su un'analisi dello stato attuale della competitività dell'industria europea dei trattamenti delle superfici e delle sfide che deve affrontare.

Poiché la delocalizzazione delle produzioni è diretta conseguenza dei cambiamenti di competitività, è importante chiarire il significato dei termini o della nomenclatura utilizzata in relazione ai cambiamenti di localizzazione e di proprietà delle produzioni illustrati in Figura 1. La produzione delocalizzata in un altro stato europeo è chiamata "nearshoring" (o delocalizzazione in un paese limitrofo o vicino) mentre il ri-trasferimento in Europa di una produzione, precedentemente esternalizzata, è chiamato "backshoring" (o delocalizzazione di ritorno). Le aziende di Trattamento della Superfici che operano per conto terzi, diventano "interne" se, per esempio, sottoscrivono un accordo strategico di partnership o collaborazione con clienti o altri attori della catena del valore.



**Figura 1: Nomenclatura per il trasferimento di localizzazione e di proprietà della produzione vista da una prospettiva europea (modificata da Foerstl et al.2016).**

Nella discussione che segue sembra rilevante distinguere tra il gruppo dei 15 paesi membri dell'Unione Europea dal 1995 (15 - EU iniziali) e il gruppo dei 12 nuovi paesi (12 - EU nuovi) che sono diventati stati membri dal 2004 al 2007, e con i 13 nuovi paesi, dopo l'aggiunta della Croazia, diventata membro nel 2013 (13 - EU nuovi). Inoltre, poiché i dati Eurostat non sono completi per tutti gli Stati membri, è stato necessario modificare la suddivisione nei gruppi denominati "Europa Ovest" e "Europa Est" (cfr. Tabella 1).

Designazione	Stati membri inclusi nell'UE
<b>15 EU iniziali</b>	Membri dal 1° gennaio 1995: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Portogallo, Spagna, Svezia, Regno Unito
<b>12 EU nuovi</b>	Nuovi membri dal 1° maggio 2004 al 1° gennaio 2007: Bulgaria, Cipro, Cechia, Estonia, Ungheria, Lettonia, Lituania, Malta, Polonia, Romania, Slovacchia, Slovenia
<b>13 EU nuovi</b>	Nuovo membro dal 1° luglio 2013: "EUnew12" + Croazia
<b>Europa Ovest</b>	"15 EU iniziali" senza Lussemburgo *
<b>Europa Est</b>	"13 EU nuovi" senza Cechia, Estonia, Malta **

\*) I dati Eurostat non sono completi per questi paesi

Tabella 1: Designazione dei gruppi di Stati membri UE a confronto in questa pubblicazione.

## 2. L'INDUSTRIA MANIFATTURIERA EUROPEA

Per decenni, la globalizzazione ha favorito la delocalizzazione offshoring delle produzioni e ha spostato produzioni di massa, come ad es. l'elettronica, verso i paesi asiatici a basso costo del lavoro, ma anche verso paesi dell'Europa dell'Est. Oltre alla riduzione dei costi, una importante motivazione aggiuntiva per queste delocalizzazioni è stata la vicinanza a mercati in crescita. E in particolare, le piccole e medie imprese (PMI) europee preferiscono il nearshoring in paesi Europei culturalmente vicini rispetto all'offshoring verso i paesi asiatici (Kinkel e Maloca 2007).

È stato evidenziato che il ricorso a lavorazioni esterne in conto terzi rappresenta un compromesso tra l'abbassamento dei costi e il miglioramento della capacità di innovazione e che l'integrazione tra produzione e fornitore nel processo di progettazione del prodotto è vantaggiosa quando prodotti e processi di produzione sono complessi (Bengtsson et al. 2009). Ciò conferma l'aspettativa generale che la delocalizzazione offshore ha principalmente riguardato le produzioni di massa più semplici. Ma questo quadro, dopo decenni di offshoring, sta cambiando. Oggi le ragioni principali dell'offshoring sono il rapido aumento delle competenze richieste dalle più avanzate tecnologie di produzione e della capacità di innovazione nei paesi obiettivo della delocalizzazione offshoring. Per esempio, Cina e India hanno migliaia di scienziati e ingegneri laureati, molti dei quali hanno ricevuto un'istruzione in Occidente, il che implica una più pronta adozione di nuove tecnologie, nonché importanti miglioramenti della comunicazione. D'altra parte, nei paesi tradizionalmente a bassi salari il costo del lavoro sta aumentando. In Cina, la crescita è pari a circa il 7% annuo, molto più alto che in Europa, ciò che determina un'erosione del vantaggio di costo. Gli stipendi degli esperti potrebbero crescere anche di più. Questo sta gradualmente riducendo l'attrattiva economica della delocalizzazione offshore

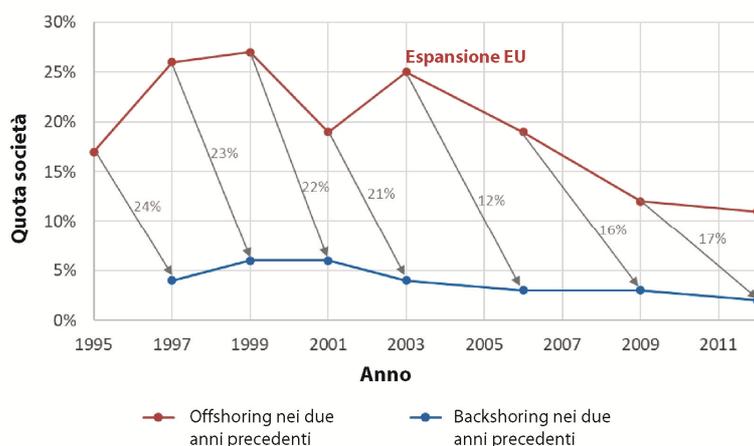


Figura 2: Quota delle società tedesche delle industrie metallurgica e elettrica che hanno sperimentato rispettivamente l'offshoring e il backshoring nei due anni precedenti. Le frecce indicano la percentuale di backshoring della percentuale di offshoring del periodo precedente, terminato due o tre anni prima. Quindi il 2% di backshoring attuato nel periodo fino al 2012 è un sesto (17%) del 12% di offshoring registrato nel periodo precedente (S. Kinkel e C. Zanker 2013).

Nel corso dell'ultimo decennio, è stata osservata una crescente tendenza alla delocalizzazione di ritorno o backshore della produzione in Europa. Il backshoring della produzione è più frequente nei settori industriali high-tech come le apparecchiature elettriche, di comunicazione e di trasporto (Dachs e Zankel 2014). È interessante notare che si tratta di settori di grande rilevanza per l'industria della finitura superficiale.

Un recente sondaggio (Stentoft et al.2016) che analizza 20 pubblicazioni, fornisce (in ordine di importanza decrescente) le seguenti principali motivazioni del backshoring:

- 1) aumento dei costi nelle strutture fuori sede,
- 2) scarsa qualità della produzione
- 3) limitazioni nei tempi di consegna e della flessibilità
- 4) limitato accesso a competenze e conoscenze
- 5) rischio di perdere know-how e Proprietà Intellettuale (IP)
- 6) valore del marchio

Grappi e altri (Grappi et al. 2018) hanno scoperto che il valore del marchio (brand equity) potrebbe trarre vantaggio sia dalla dichiarazione "Prodotto nel paese di origine", sia dagli aspetti etici relativi a responsabilità sociale (ad esempio le condizioni di lavoro). È probabile che anche il "made in the EU" e le argomentazioni collegate al basso impatto ambientale e climatico possano avere rilevanza.

Ancarani e altri (Ancarani et al.2015) hanno analizzato 249 casi di backshoring europei e statunitensi e hanno scoperto che la probabilità di backshoring è maggiore nelle attività ad alta tecnologia, per PMI, per aziende con sede in Europa e quando l'offshoring iniziale è stato fatto in paesi dell'Asia. Si è trovato che i principali fattori determinanti sono la diminuzione del differenziale di costo, le differenze culturali (che portano a problemi nell'interpretazione delle priorità, ecc.) e aspetti e problemi legati alla qualità della produzione.

<b>Paesi Obiettivo per l'offshoring</b>	<b>2010-2012</b>
12 nuovi paesi EU	55%
Cina	30%
Asia (resto di)	25%
15 iniziali paesi EU	11%
Nord America	8%
Altri paesi dell'Est Europa	2%
America Latina	2%
<b>Paesi fonte di backshoring</b>	<b>2010 - 2012</b>
12 nuovi paesi EU	49%
Asia (resto di)	27%
15 iniziali paesi EU	17%
cina	14%
Nord America	4%
Altri paesi dell'Est Europa	0%
America Latina	0%

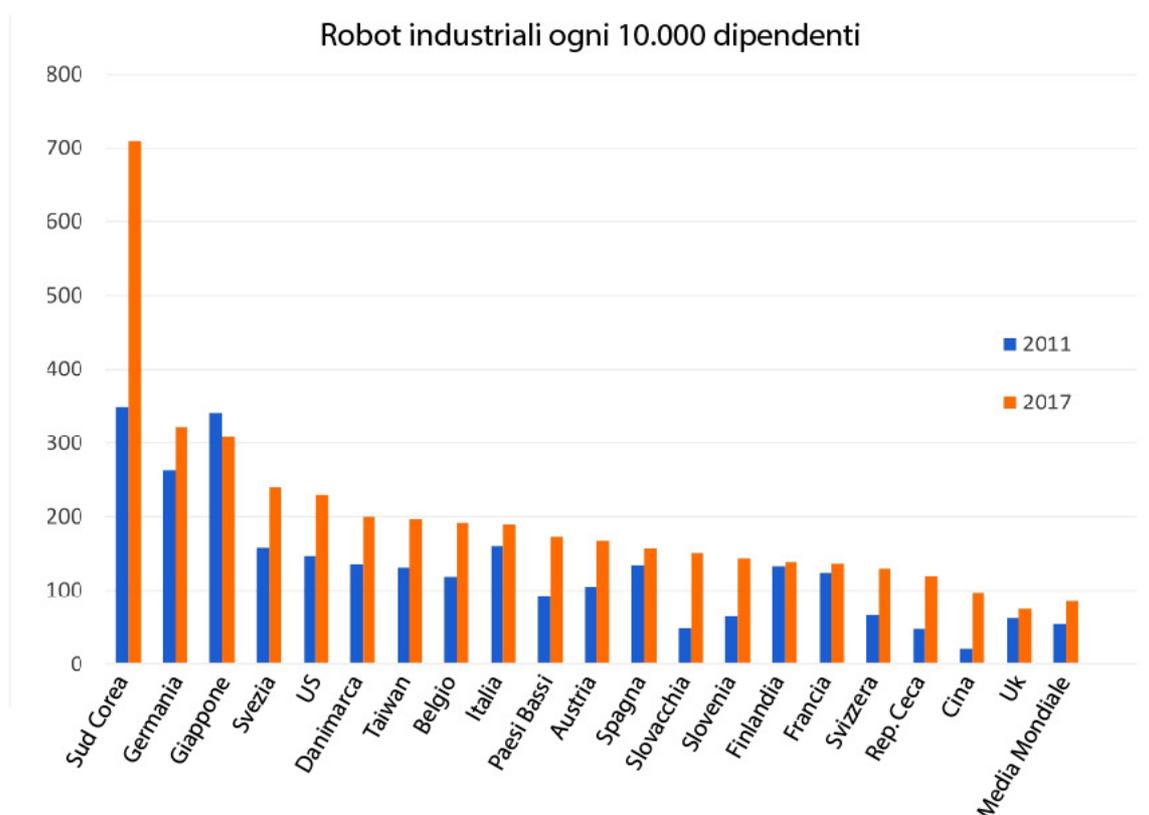
**Tabella 2: Regioni preferite dalle società tedesche che hanno effettuato offshoring o backshoring nel periodo 2010-2012. Le somme superano il 100% perché alcune società hanno effettuato offshore verso o backshore da più di una regione (S. Kinkel e C. Zanker 2013).**

Uno studio particolare è stato condotto sulle tendenze alla delocalizzazione dell'industria manifatturiera

tedesca dopo la crisi economica globale del 2008-2009 (Kinkel and Zanker 2013). Lo studio evidenzia che i vantaggi dovuti ai costi dell'outsourcing da paesi a basso costo del lavoro tendono a diminuire. L'offshoring della produzione dalla Germania è diminuito dopo il primo picco alla fine degli anni '90, seguito da un secondo picco localizzato in corrispondenza dell'allargamento dell'UE ad est nel 2004. Lo studio afferma che circa un sesto della produzione delocalizzata (offshored) in pochi anni è ritornata indietro (backshored). La figura 2 illustra questo sviluppo per l'industria metallurgica e elettrica, di particolare interesse per il settore della finitura delle superfici. Infatti, nella figura 2, il 2% di backshoring registrato nel periodo fino al 2012 rappresenta un sesto (17%) del 12% di offshoring osservato negli anni precedenti. Le ragioni principali dell'offshoring sono il costo del lavoro (che ha però tendenza a indebolirsi), la vicinanza a nuovi mercati e ad altre attività di produzione delocalizzate. I paesi obiettivo per l'offshoring della produzione sono in ordine di importanza: i 12 nuovi paesi EU, la Cina, l'Asia (Cina esclusa) e i 15 vecchi paesi EU (vedi Tabella 2). Le principali ragioni del backshoring sono la mancanza di flessibilità e di qualità. Per il backshoring la perdita di know-how è un motivo non dominante, ma di importanza crescente. I paesi di origine per il backshoring sono, in ordine di importanza: i 12 nuovi paesi EU, l'Asia (Cina esclusa), i 15 vecchi paesi EU e la Cina. Il trasferimento della produzione da e verso l'Asia (Cina esclusa) presenta una significativa tendenza all'aumento, mentre il trasferimento della produzione da e verso i paesi non UE dell'Europa orientale è molto limitato.

Uno studio dell'industria manifatturiera italiana (Galia and Pacei 2017) ha evidenziato un significativo effetto negativo dell'outsourcing (sia all'interno del paese di origine sia verso un paese estero) sulla produttività, almeno nel breve termine, e un effetto non altrettanto significativo sulla redditività.

Inoltre, il trasporto è ancora piuttosto economico, ma è probabile che presto sarà tassato molto più duramente per rifletterne il reale effetto negativo sull'ambiente, ad es. con una tassa sulla emissione di CO<sub>2</sub>. Ciò favorirà la delocalizzazione in paesi vicini (nearshoring) rispetto alla delocalizzazione in paesi lontani (offshoring); almeno per i prodotti fabbricati per il mercato europeo.



**Figura 3: Densità di robot industriali installati (numero di robot per 10.000 dipendenti) nel 2011 e nel 2017 (dati estratti dalla International Federation of Robotics, IFR).**

La crescente automazione e, più recentemente, anche la digitalizzazione della produzione, rendono meno

reddizio l'offshoring verso paesi a basso costo del lavoro. Kinkel e altri (Kinkel et al.2015) hanno concluso che le aziende europee che utilizzano robot industriali sono meno inclini a delocalizzare la produzione al di fuori dell'Europa poiché il costo del lavoro diventa un fattore sempre meno importante.

La figura 3 riporta lo sviluppo della densità di robot industriali installati (numero di robot per 10.000 dipendenti) dopo la crisi finanziaria. I 15 paesi europei con la più alta densità di robot sono messi a confronto con i più importanti paesi concorrenti a livello internazionale. La Corea del Sud è in una chiara posizione di leadership e con una forte tendenza alla crescita. In Europa, la Germania è in testa, seguita da Svezia e Danimarca. La Cina ha il tasso di crescita più alto, pari al 360%, rispetto alla media mondiale del 55% per il periodo 2011-2017, indicando che si sta muovendo verso produzioni di più alto valore. Il Giappone, invece, di solito considerato paese pioniere della robotica, sta scendendo sotto il livello della posizione di leadership della Corea del Sud. Slovacchia, Repubblica Ceca e Slovenia sono i paesi europei con i tassi di crescita più elevati ben oltre il 100%, sempre per il periodo 2011 - 2017. Al contrario, il Regno Unito ha una densità di robot industriali notevolmente bassa e con uno sviluppo lento rispetto ad altri paesi industrializzati. In effetti, il Regno Unito è ora al di sotto della media mondiale della densità di robot industriali. Ciò che è in accordo con la sua attuale ridotta quota del solo 10% del PIL della sua complessiva attività manifatturiera. Nel complesso, l'Europa detiene una posizione di forza nell'automazione della produzione (IFR 2018). L'industria metallurgica, di rilevanza per il settore delle finiture superficiali, sta ampliando l'utilizzo di robot industriali nell'ambito delle strategie di sviluppo Industria 4.0. Sviluppo che è più lento per le PMI, ma che dovrebbe aumentare man mano che i robot industriali diventeranno più piccoli, più economici e di più facile impiego.

Il sistema dedicato della produzione manifatturiera (DMS,) basato sul principio della catena di montaggio è operativo dall'inizio del XX secolo, ha elevata capacità di produzione ma scarsa flessibilità. È realizzato per la produzione in serie dello stesso prodotto nel tempo. Al contrario, l'introduzione dell'automazione, a partire dagli anni '60, con le macchine CNC e la movimentazione automatizzata dei materiali, è un sistema di manifattura flessibile (FMS) progettato per produrre più prodotti anche molto diversi in piccoli lotti. Lo svantaggio è che l'alta flessibilità richiede costi di investimento molto elevati. La sfida attuale nella pianificazione della produzione si deve al fatto che il ciclo di vita dei prodotti moderni è molto più breve della vita delle macchine che li producono, quindi anche più breve dei tempi di ammortamento. Inoltre, il numero di varianti e di personalizzazioni richieste all'interno delle famiglie di prodotti o di modifiche dovute all'adattamento a nuovi requisiti legali sono in continua crescita. Il risultato è un numero crescente di segmenti di mercato e di requisiti regionali. D'altra parte, questa nuova tendenza offre opportunità di differenziarsi dai concorrenti. Questo sviluppo aumenta il ricorso a sistemi di produzione riconfigurabili (RMS), preparati per soddisfare le future esigenze di rapido cambiamento del prodotto e del volume di produzione. Gli RMS si caratterizzano per essere suddivisi in unità o moduli indipendenti ma che possono essere collegate tra loro mediante interfacce compatibili, che se necessario, ad es. quando saranno disponibili nuove tecnologie, con investimenti aggiuntivi, consentono modifiche della capacità e della funzionalità produttiva. Per essere agili, è necessaria una stretta collaborazione tra sviluppo del prodotto e progettazione della produzione, se necessario anche con il coinvolgimento dei fornitori di impianti e apparecchiature. Linee di produzione completamente riconfigurabili sono ancora rare, ma elementi come attrezzature riconfigurabili, utensili e soluzioni di movimentazione dei materiali sono già molto diffusi. Nel complesso, la produzione moderna spesso richiede un mix di soluzioni dedicate, flessibili e riconfigurabili (Koren and Shpitalni 2010).

Il mercato interno dell'Unione Europea e la forte integrazione e l'adeguamento al sistema UE da parte dei paesi vicini sono importanti per la riduzione del rischio quando la situazione globale si dimostra meno prevedibile. I recenti eventi globali che illustrano i potenziali fattori di rischio della delocalizzazione offshoring sono i conflitti politici globali che sfociano in guerre commerciali, i conflitti militari ad alta o bassa intensità e la diffusione della recente pandemia.

### **3. L'INDUSTRIA EUROPEA DEI TRATTAMENTI DELLE SUPERFICI**

L'Europa ha una lunga storia di eccellenza scientifica e innovazione industriale nella tecnologia delle superfici, e l'industria della finitura delle superfici non è un'industria a sé stante. Esiste nella forma di aziende di subfornitura che lavorano in conto terzi e come attività di finitura superfici interna, come parte integrante della produzione della maggior parte dei prodotti e quindi come parte integrante della catena di produzione, che segue il resto della produzione in caso di delocalizzazione offshore. La decisione di delocalizzazione offshore si basa su un'analisi della catena di produzione complessiva e segue le motivazioni discusse nel

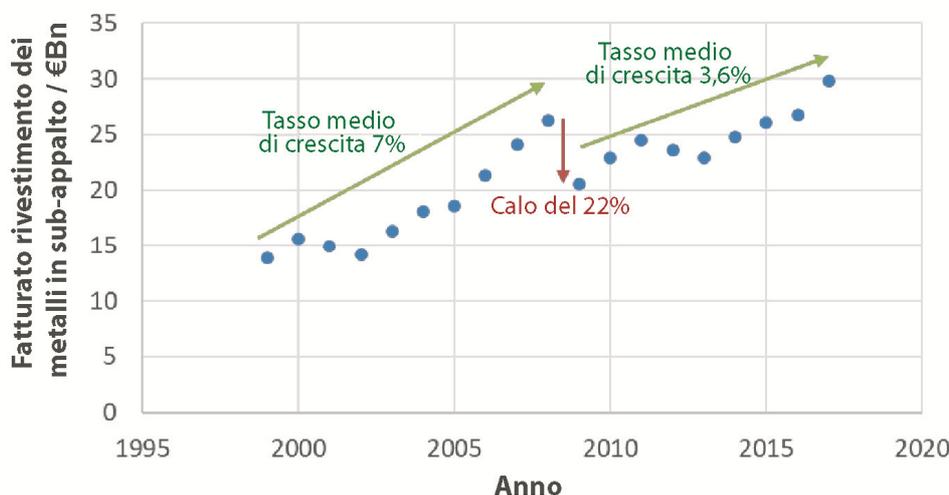
paragrafo precedente, piuttosto che un'analisi separata della fase manifatturiera del trattamento superficiale, poiché la separazione di processi chiave interdipendenti con esternalizzazione parziale comporta problemi di ulteriore costi e di gestione delle dipendenze (Bengtsson e Dabhilkar 2008). Tuttavia, in Europa la delocalizzazione in un paese vicino (nearshoring) della finitura delle superfici è comune nelle aree di confine, dove e quando un'azienda di finitura a basso costo o che utilizza una tecnologia particolarmente avanzata sia facilmente raggiungibile.

Poiché è parte integrante della manifattura dei prodotti, l'industria europea di finitura delle superfici soffre la pressione dai paesi asiatici a basso costo del lavoro. Quei paesi non offrono solo rivestimenti economici e semplici come la zincatura di dadi e bulloni. La loro competenza scientifica è ora paragonabile a quella dell'Europa e inoltre i fornitori di specialità chimiche agiscono in tutto il mondo, quindi tutti hanno accesso agli stessi processi.

## Dimensione del mercato

Poiché l'industria della finitura superficiale non è un'industria a sé stante e poiché opera non solo in aziende dedicate di finitura in conto terzi, ma anche in modo "nascosto" in reparti di finitura interni di aziende manifatturiere, è difficile trovare dati affidabili sulle dimensioni del settore e sul relativo andamento del mercato. Alcuni rapporti recenti, cui si farà riferimento nel seguito, hanno cercato di compensare questa mancanza di informazioni.

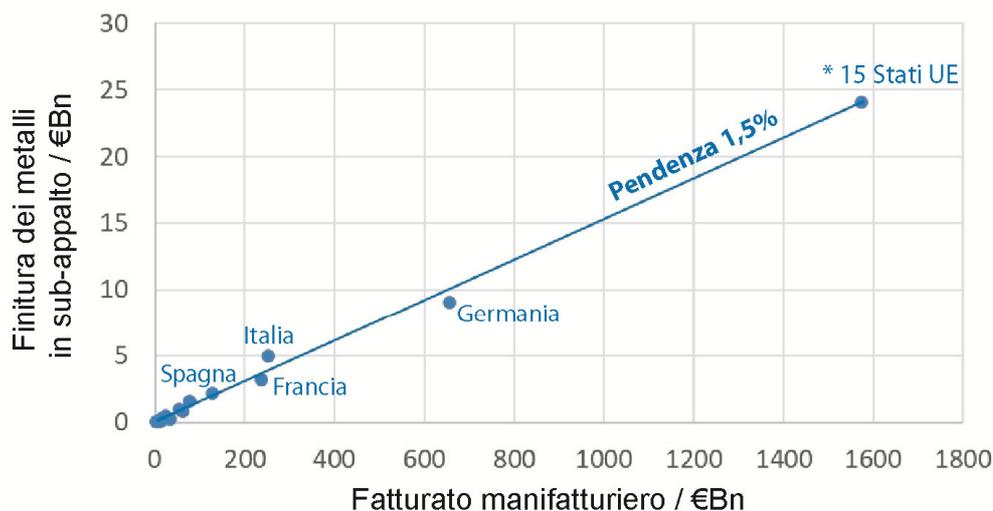
Per il 2017, secondo i dati del codice Eurostat SIC 2561, il settore europeo delle aziende di subfornitura nell'ambito del "trattamento e rivestimento dei metalli" ha le seguenti dimensioni: 283.000 dipendenti, 25.400 aziende e un fatturato di 31 miliardi di euro (Larson 2019). La figura 4 riporta l'andamento del fatturato del settore subfornitura negli ultimi due decenni. Nel periodo 1999-2008, il tasso medio di crescita è stato del 7,0%, ma il 22% del fatturato è andato perso a causa della recessione dovuta alla crisi finanziaria del 2008. Da allora, il tasso di crescita medio è tornato solo a metà del valore pre-crisi. Presto avremo modo di conoscere anche l'effetto che avrà la crisi pandemica in corso sul fatturato del 2020 e degli anni successivi. I dati più recenti di Eurostat evidenziano che nel secondo trimestre del 2020 il PIL UE è sceso del 14,4% rispetto all'anno precedente (Eurostat 2020), in pratica l'effetto potrebbe avere la stessa dimensione di quello dovuto alla crisi finanziaria del 2008.



**Figura 4: Fatturato delle aziende di subfornitura europee di trattamento e rivestimento dei metalli (sulla base dei dati Eurostat).**

I dati Eurostat escludono sia i rivestimenti di materiali non metallici, per esempio la metallizzazione della plastica, sia i trattamenti superficiali applicati in-house. Per quanto riguarda le dimensioni del settore trattamenti delle superfici in-house o interni alle industrie manifatturiere, è stato stimato che sia almeno paragonabile al fatturato della finitura in subfornitura o conto terzi, ma che potrebbe essere anche notevolmente superiore. È difficile accedere a dati affidabili relativi alle attività condotte in-house, con molti grandi reparti interni di finitura superfici che operano al di fuori delle normali

catene di fornitura. Stime aneddotiche provenienti dalla UK Metal Finishing Association - ora Surface Engineering Association (SEA) - (Bennett 1992) riporta che per le tre principali applicazioni tecnologiche galvanica e processi correlati, trattamento termico e rivestimenti di verniciatura industriale e a polveri, la ripartizione del fatturato complessivo potrebbe essere pari a circa 1/3 per la subfornitura e a 2/3 per le attività in-house (Larson 2017). È quindi ragionevole aspettarsi che in Europa la finitura delle superfici impieghi più di mezzo milione di dipendenti e raggiunga un fatturato di almeno 60 miliardi di euro. Ciò è in linea con le stime di ZVO (ZVO 2020) che afferma che la finitura superficiale europea impiega circa 440.000 dipendenti (riconoscendo contestualmente che non sono comprese le aziende registrate in modo diverso nelle statistiche) e ha un fatturato superiore a 0,1 milioni di euro per dipendente. Tuttavia, il settore interno, e quindi anche il settore complessivo della finitura superfici, potrebbe essere notevolmente più grande.

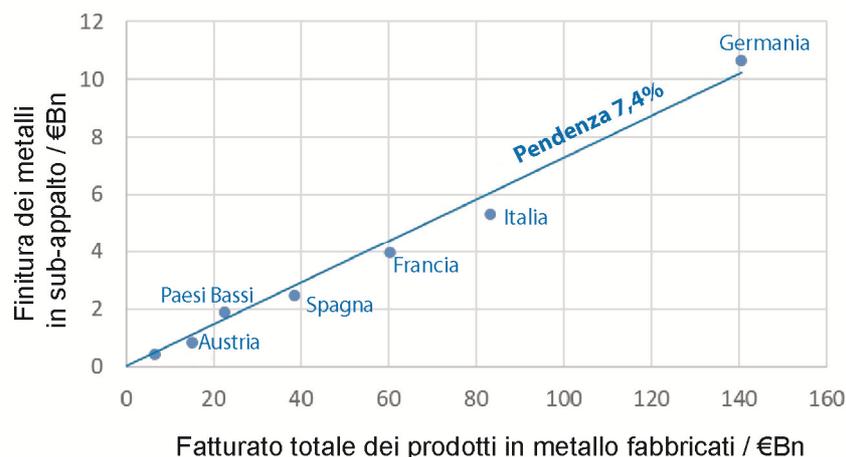


\*) In ordine di calo del fatturato manifatturiero: Germania, Italia, Francia, Spagna, Paesi Bassi, Belgio, Austria, Portogallo, Slovacchia, Finlandia, Grecia, Slovenia, Lituania, Estonia, Lettonia

**Figura 5: Quota della subfornitura della finitura superfici su metallo rispetto al fatturato totale della produzione per i 15 stati europei nel 2017 sulla base dei dati di Eurostat e delle Nazioni Unite (Larson 2019).**

Come sopra indicato, la finitura superficiale è parte integrante della produzione in generale. Quanto ne sia il valore integrato nel fatturato totale può essere visto tracciando i fatturati ufficiali dei subfornitori del settore nazionale per la voce Eurostat SIC 2561 (Trattamento e rivestimento dei metalli), contro i dati del fatturato manifatturiero per gli stessi paesi (dati ONU). La Figura 5 mostra una relazione lineare fortemente correlata, indicando che il fatturato della finitura superficiale in subappalto ammonta a circa l'1,5% della produzione industriale complessiva dei paesi europei. La stessa relazione si è dimostrata valida anche per Giappone e Stati Uniti (Larson 2012/3).

È probabile che la finitura superficiale totale segua la stessa tendenza ma a un valore significativamente più alto, almeno pari al 4% e probabilmente ancora superiore della produzione associata. Per esempio, in UK l'industria dei rivestimenti tecnici nel 2010 è stata stimata che fosse proprio superiore al 4% della produzione industriale totale (Matthews 2011). Sebbene in termini finanziari non si tratti di un enorme contributo, non si può non sottolineare che la finitura superficiale contribuisce a migliorare una percentuale molto grande della produzione e quindi del valore aggiunto. Il fatto che nella Figura 5 l'Italia si trovi sopra la linea di tendenza e la Germania sotto, potrebbe indicare che l'Italia ha una quota di aziende subfornitrici o conto terzi maggiore rispetto alla media europea e viceversa per la Germania.

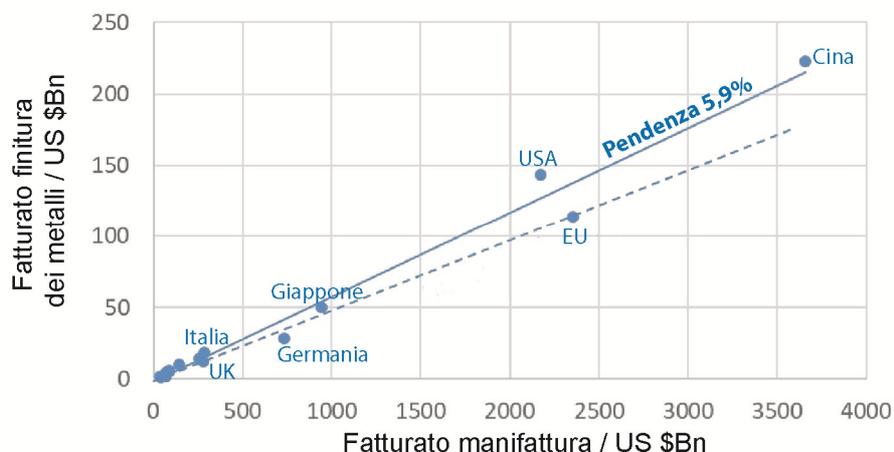


**Figura 6: Quota di subfornitura della finitura superficiale dei metalli (SIC 2561) sul fatturato totale dei prodotti in metallo fabbricati (SIC C25) in sette stati Europei nel 2017 sulla base dei dati di Eurostat.**

Nella figura 6, lo stesso tipo di confronto è stato fatto tra il settore Eurostat SIC 2561 (Trattamento e rivestimento dei metalli) e il settore Eurostat SIC C25 (Produzione di prodotti fabbricati in metallo). Si è visto che la finitura in conto terzi rappresenta oltre il 7% del fatturato nel settore dei prodotti fabbricati in metallo.

Per cercare di superare l'incertezza relativa al valore del mercato della finitura superficiale, Larson (Larson 2020) ha recentemente tentato di stimare il valore del totale dell'industria della finitura superficiale a livello globale e nell'Unione Europea, dai valori quotati pubblicamente delle vendite di vernici e materiali di rivestimento in polvere per aziende di rivestimento e reparti interni. Il valore delle vendite di mercato di questo particolare gruppo di materiali utilizzati dai processi di finitura è meglio documentato e probabilmente più affidabile di altri dati, ad es. quelli della galvanica. Le statistiche ufficiali delle vendite di questi materiali alle aziende utilizzatrici per l'UE (codice Eurostat C20.301), il Giappone (codice Bureau of Statistics 1644) e gli Stati Uniti (codice Bureau of Census 325510) sono state consultate insieme con i dati di vendita delle organizzazioni commerciali, e alle stime dei valori del mercato globale delle vernici e dei rivestimenti ricavati da 11 rapporti di consulenza. Inoltre, la stima del mercato cinese per le vendite di vernici e rivestimenti è stata derivata da sei rapporti di consulenza che forniscono dati per la regione APAC, per la quale è nota la stima del contributo della Cina (~ 60%). Utilizzando moltiplicatori di riferimento, è stato stimato di quanto questi dati aumentano per effetto della applicazione lungo la catena di fornitura per l'attività di finitura superficiale totale a livello globale. I valori medi calcolati per tutte le diverse tipologie della finitura superficiale globale eseguita sia in subappalto e sia in reparti interni per l'UE e nel mondo si ritiene siano rispettivamente pari a circa 114 e 800 miliardi di dollari USA per il 2017; a fine 2019 i valori di mercato saranno probabilmente superiori. La deviazione standard per la media di queste numerose e diverse fonti dei dati è inferiore al 10%, ciò che corrisponde a un ragionevole grado di fiducia nelle stime finali, secondo le ipotesi formulate.

La figura 7 riporta il calcolo della quota della finitura superficiale totale, nella produzione manifatturiera in un certo numero di paesi della UE, Giappone e USA dai dati dell'ufficio statistico sulle vendite di vernici/polveri e la stima della Cina ricavata dalle vendite di vernici/polveri segnalate dai consulenti, convertite in fatturato delle aziende di verniciatura e ulteriormente convertita nel fatturato della finitura superficiale totale (Larson 2020). Si osserva una relazione simile a quella della finitura in subappalto (Figura 5) ma con una quota maggiore del valore di produzione, come previsto, pari a circa il 6% a livello globale e al 5% per l'UE. Ciò indica che la finitura superficiale totale nella UE è circa tre volte quella del settore delle aziende di subfornitura. La modifica di uno qualsiasi dei moltiplicatori utilizzati, ad esempio ovviamente la percentuale di vernice/polvere venduta per la verniciatura industriale, influenzerà queste stime. Secondo queste stime, in Europa, sono circa 900 000 le persone impiegate nell'industria dei trattamenti delle superfici.



Ordine di calo del fatturato manifatturiero: Cina, EU, Giappone, Germania, Italia, UK, Francia, Spagna, Polonia, Paesi Bassi, Svezia, Austria, Belgio, Danimarca

**Figura 7: Fatturato complessivo delle aziende subfornitrici più l'attività di finitura superficiale eseguita in-house calcolata dal fatturato delle vendite di vernici/polveri per 12 paesi europei più i paesi UE (da Eurostat SIC code C20.301), Giappone (da Bureau of Statistics codice 1644), USA (dal Bureau of Census codice 325510) e Cina (dalle vendite di vernici/polveri APAC) rispetto al loro fatturato di produzione totale da UN SIC-D (2017). (Larson 2020).**

Europa Occidentale				Europa Orientale				Rapporto Ovest/Est				
Anno	2009	2013	2017	Trend	2009	2013	2017	Trend	2009	2013	2017	Trend
Numero imprese	16329	15060	15293	↘→	4266	6547	7727	↗	3.8	2.3	2.0	↘
Fatturato €M	20670	24644	27101	↗	1796	2726	3804	↗	11.5	9.0	7.1	↘
Impiegati 1000x	205	203	183	→↘	35	46	56	↗	5.9	4.4	3.3	↘
Impiegati/numero imprese	12.5	13.5	12.0	→	8.1	7.1	7.2	→	1.6	1.9	1.7	→
Fatturato/impiegati €k	101	121	148	↗	52	59	68	↗	1.9	2.1	2.2	→
Costi medi del personale €k	31.6	36.1	45.9	↗	8.7	9.3	11.3	↗	3.6	3.9	4.1	(↗)
Quota costo del personale in produzione, %	31.7	30.1	27.8	↘	19.1	17.0	17.5	↘→	1.7	1.8	1.6	→

**Tabella 3: Confronto dei settori di subfornitura della finitura dei metalli in Europa occidentale e orientale (dati Eurostat).**

### Indicatori di competitività

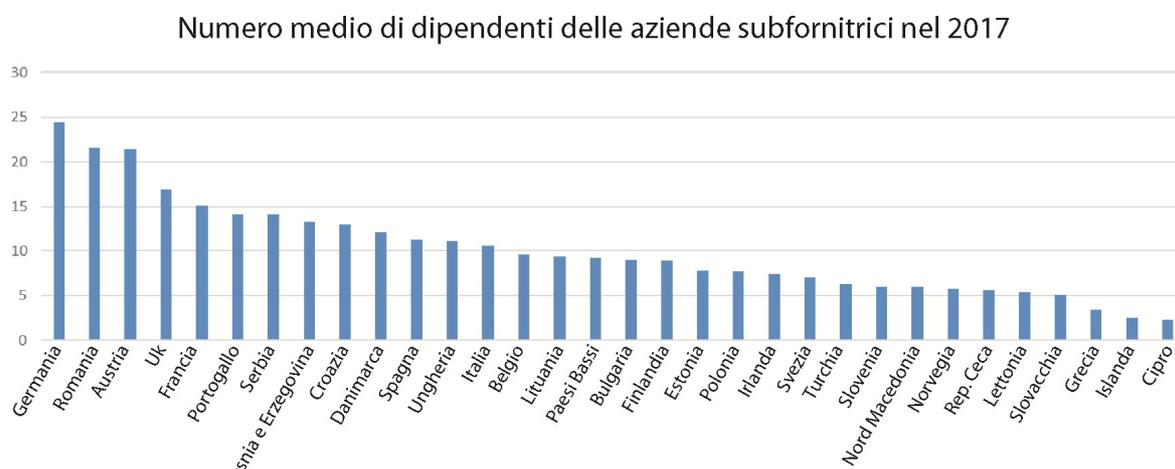
Una delle misure chiave potrebbe essere la dimensione dell'impresa all'interno del settore. È probabile che le nuove tecnologie e la conformità con leggi e normative, insieme con l'esigenza di continuità della produzione richiedano che le imprese acquisiscano nuove competenze e conoscenze, ciò che implicherebbe

il raggiungimento di una sorta di massa o dimensione critica. È dimostrato che la quota di personale dedicato a R&S nelle imprese di subfornitura di finiture metalliche è bassa e che diminuisce con la progressiva riduzione delle dimensioni dell'impresa (Larson 2012: 2). Per molti anni i settori sono stati sollecitati ad aumentare la dimensione media dell'impresa per trarre vantaggio dall'economia di scala, ma negli ultimi due decenni ciò non sembra sia accaduto.

I dati Eurostat per il settore SIC 2561 non hanno evidenziato alcun aumento della dimensione media delle aziende e il numero medio di lavoratori occupati per impresa nell'Unione Europea è rimasto abbastanza stabile tra 11 e 12, ma con una marcata differenza, rispettivamente da 12 a 7 della dimensione media delle aziende tra Europa occidentale e orientale (Tabella 3). Inoltre, sulla base di questi dati, il gruppo più numeroso di aziende attive nei diversi paesi, e quindi in tutta l'UE, è quello da 1 a 10 dipendenti per impresa, mentre sono poche le aziende di dimensioni più grandi, ad esempio la media del Regno Unito è di 17 dipendenti, ma il 60% ne ha meno di 10 (Larson 2019). C'è anche un marcato scostamento tra i paesi (figura 8) nella dimensione media delle imprese. Quelle relativamente più grandi sono solo 24 in Germania, 21 in Austria, 17 nel Regno Unito, mentre nell'Europa orientale, in Romania sono eccezionalmente 22; in Polonia, nonostante la grande dimensione del settore, con un fatturato complessivo della subfornitura SIC 2561 superiore a quello del Regno Unito, la dimensione aziendale media è molto piccola, pari a 7,7 dipendenti per azienda.

Alcune associazioni nazionali di categoria del settore riportano dimensioni medie maggiori relative alle aziende loro associate, ma questa apparente discrepanza si ritiene sia il risultato del fatto che nei diversi paesi le aziende associate siano quelle dimensionalmente più grandi.

Negli ultimi due decenni la migrazione della produzione dai settori sviluppati dell'Europa occidentale a settori a basso costo del lavoro dell'Europa orientale è il risultato di fattori di costo, che in questi ultimi settori offrono ai produttori vantaggi in termini di produttività e competitività. La tabella 3 riporta che alcuni di questi fattori si siano sviluppati a partire dal 2009 e evidenzia con chiarezza che mentre i vantaggi in termini di costo di cui beneficiava la produzione nei settori dell'Europa orientale un decennio prima stavano iniziando a erodersi a causa della progressiva convergenza di questi fattori di produttività in Oriente e in Occidente (Larson 2012:1), sembra che negli ultimi anni questa convergenza si sia rallentata, ciò che significa che, almeno in termini di costo del lavoro, alcuni vantaggi del nearshoring resteranno ancora validi nel prossimo futuro.



**Figura 8: Numero medio di dipendenti delle aziende subfornitrici nel 2017 calcolato dai dati Eurostat.**

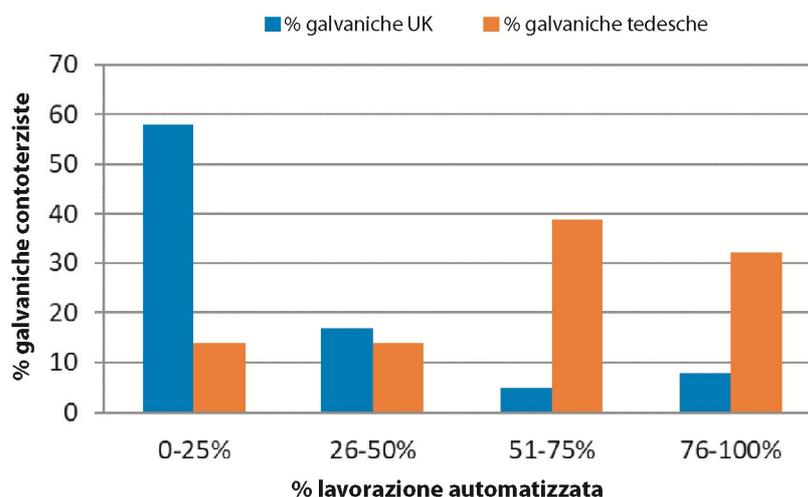
In un recente studio sull'industria della finitura delle superfici dei paesi del Nord Europa (Leisner e Nielsen 2019), è emerso che, in linea di principio, la produzione di circuiti stampati, la elettrodeposizione in continuo da bobina a bobina (reel to reel) di componenti dell'elettronica e la zincatura di componenti semplici sono scomparse. La maggior parte delle aziende sopravvissute sono relativamente avanzate, anche se molte restano piccole. Gran parte delle aziende sta facendo esperienze di delocalizzazione di ritorno (backshoring) principalmente a causa di problemi di qualità, ma anche per la mancanza di riservatezza, problemi logistici e richiesta di conformità ambientale. I fattori chiave per il futuro sono la disponibilità di tecnici preparati e qualificati ed elevati livelli di flessibilità. Sorprendentemente, l'automazione non è considerata un fattore

chiave, forse perché la maggior parte delle aziende è piccola. La dimensione dell'impresa è un problema e si ritiene che vi sia un limite critico in termini di dimensioni del numero di dipendenti per essere in grado di soddisfare la richiesta di qualificate competenze in diverse aree come la partecipazione allo sviluppo dei prodotti dei clienti, la logistica, il controllo dei processi e della qualità, la conformità alla legislazione, ecc. La produzione moderna è complessa e richiede dipendenti qualificati e istruiti. Le persone in produzione stanno diventando più istruite, ma è una tendenza lenta. Al momento non è chiaro se questo limite dimensionale critico sia di 10 dipendenti, come suggerito, o superiore, ma va sottolineato che alle dimensioni basse sopra riportate molte aziende, e pertanto anche molti settori regionali, farebbero fatica a compiere il necessario avanzamento tecnologico.

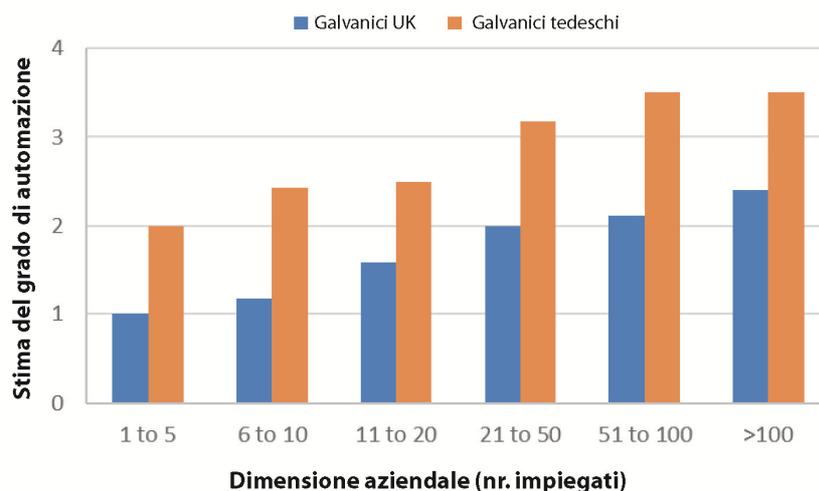
L'intero settore dell'Europa orientale ha in media solo circa 7 dipendenti/azienda.

Sebbene per il settore della finitura superficiale siano poche le ricerche condotte sulla relazione tra dimensione aziendale e sviluppo tecnologico, la figura 9 riporta la differenza tra subfornitori di zincatura e nichelatura nel Regno Unito e in Germania in termini di quantità di produzione automatizzata. Le differenze sono degne di nota e dovrebbero essere viste nel contesto della dimensione media delle aziende tedesche di elettrolitica che è significativamente maggiore (circa il 50%) che nel Regno Unito. Può anche essere che l'enfasi tedesca sulla tecnologia ("Technik") e le note differenze nelle culture nazionali abbiano un ruolo nella rapidità di adattamento e adozione delle nuove tecnologie (Larson 2000; 2001). La figura 10, utilizzando i dati dello stesso studio, indica che il settore della subfornitura galvanica in ciascun paese mostra chiaramente la tendenza verso aziende di più grandi dimensioni. pertanto dotate di una maggiore automazione, ma con una portata maggiore in Germania che nel Regno Unito, anche nella gamma delle aziende della stessa dimensione, ciò che evidenzia che le differenze culturali giocano la loro parte. Benché questo confronto sia vecchio di due decenni, il recente sviluppo nell'applicazione di robot industriali (figura 3) conferma che questa grande differenza nell'automazione tra Germania e Regno Unito rimane stabile e potrebbe persino essere aumentata.

Nel complesso, i sistemi di produzione dei trattamenti delle superfici hanno le caratteristiche per essere o diventare sistemi di produzione riconfigurabili. I componenti che contribuiscono alla riconfigurabilità nella elettrolitica potrebbero ad esempio essere la possibilità di regolazione della configurazione anodica, l'elettrolitica con corrente pulsata modellata a computer e la simulazione del processo. Inoltre, è spesso possibile utilizzare la stessa attrezzatura e linea di produzione nel caso di installazione di un processo alternativo come, ad esempio, la sostituzione del cromo esavalente per motivi di conformità normativa con cromo trivalente o con altro processo elettrolitico.

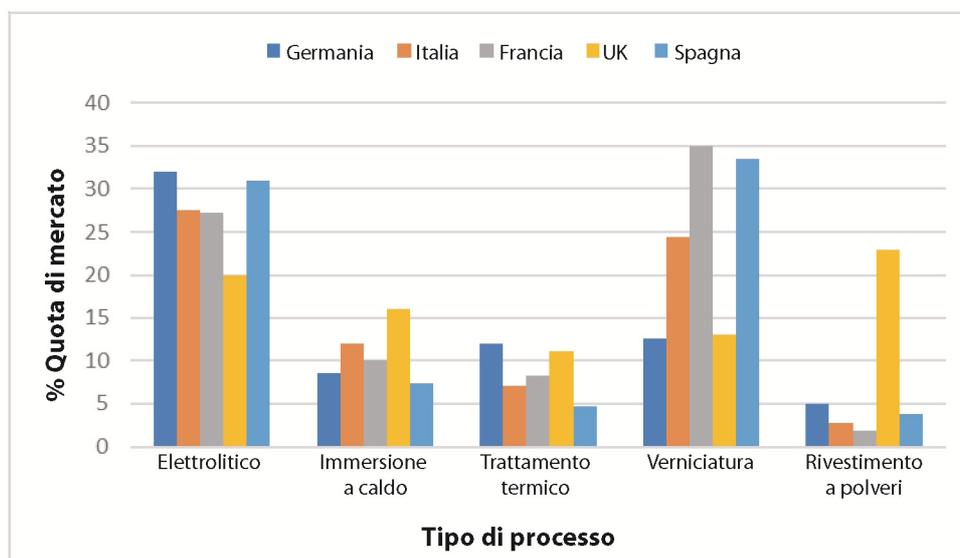


**Figura 9: Differenza nella percentuale di lavorazione automatizzata tra le galvaniche subfornitrici di zincatura e nichelatura di Regno Unito e Germania nel 1999 (Larson 2000; 2001).**



**Figura 10: Confronto del grado di automazione dei processi galvanici in UK e Germania in funzione delle dimensioni aziendali. Specifici intervalli dimensionali delle stime delle frazioni di automazione: 1 = 0-25%; 2 = 26-50%; 3 = 51-75%; 4 = 76-100% (Larson 2000; 2001).**

La diversità delle quote di mercato dei differenti tipi di processo in Europa è significativa. La figura 11 presenta la distribuzione tra i tipi di processo (elettrolitico, rivestimento per immersione a caldo, trattamento termico, verniciatura e rivestimento a polveri) operati da aziende subfornitrici in cinque importanti stati europei. Un'analisi più completa è stata precedentemente pubblicata da Larson (2012:2), che ha concluso che queste differenze nella quota di mercato rimangono costanti nel tempo.



**Figura 11: Quota di mercato della subfornitura dei diversi tipi di processo per alcuni stati europei nel 2017 sulla base dei dati di Eurostat Prodcom (Larson 2019).**

#### 4. LE SFIDE DELL'INDUSTRIA EUROPEA DELLA FINITURA DELLE SUPERFICI

Per diversi decenni la produzione si è spostata in regioni a basso costo del lavoro. La minaccia è che le produzioni continuino ad essere delocalizzate. Inoltre, le aziende europee che lavorano nel campo della tecnologia delle superfici stanno affrontando cambiamenti fondamentali. Molte applicazioni, specialmente nei settori tradizionalmente forti come l'automotive, l'ingegneria meccanica ed elettrica, diminuiscono di volume

o diventano obsolete a causa di cambiamenti tecnologici. Una caduta dell'attività manifatturiera in Europa, può determinare la perdita di know-how e anche la riduzione della capacità di innovazione da parte dei tecnici operativi e dei ricercatori. La perdita di conoscenza e il trasferimento delle produzioni in altri paesi comportano la compromissione della sicurezza di settori strategici come l'energia, il militare e, tra gli altri, anche l'IT. Per contrastare questi cambiamenti è necessario perseguire tre possibili obiettivi:

- 1) Favorire la delocalizzazione di ritorno in Europa
- 2) Anticipare ed evitare situazioni in cui la produzione europea esistente sia delocalizzata
- 3) Sviluppare nuove produzioni in Europa

Anche se stiamo sperimentando una tendenza alla ri-localizzazione (backshoring), le attività coinvolte restano modeste rispetto alla quantità di produzioni che è stata delocalizzata (offshoring) nel passato. Probabilmente, non vale la pena investire risorse in una strategia europea di backshoring di trattamenti delle superfici già consolidati all'estero e probabilmente integrati con altre fasi produttive, e magari anche in prossimità del principale mercato finale. A causa dello sviluppo della tecnologia, la produzione delocalizzata (offshored) potrebbe spesso essere considerata vecchia e meno attraente per riportarla indietro. In questo senso, è molto più efficace dare priorità a produzioni già operative in Europa in modo che rimangano in Europa. Infine, per avere in Europa nel lungo termine un forte settore della finitura superficiale, è importante sviluppare nuove produzioni con la necessaria agilità nell'applicazione di nuove tecnologie e anche nel soddisfare eventuali nuove richieste del mercato. Nuovi prodotti e nuovi tipi di produzione determinati dai dirompenti cambiamenti che stanno coinvolgendo la società a livello globale, come Industria 4.0, l'Alluminio, la transizione del sistema energetico (Paatsch 2016, Nielsen et al.2018, Mølmen et al. 2019), l'economia circolare, le normative finalizzate a minimizzare l'impatto ambientale, l'utilizzo e il consumo di materie prime strategiche/minerali conflittuali e la tracciabilità al 100% sono tutte opportunità per l'Europa.

La tabella 4 elenca i punti di forza più importanti e le relative sfide per l'industria europea della finitura delle superfici. Nel migliore dei casi, l'industria dovrebbe essere in grado di trasformare uno o più di questi punti forza in strategie di marketing e di vendita uniche per differenziarsi dalla concorrenza. Queste strategie sono discusse nel seguito.

Argomenti di vendita	Sfide
Prezzo	Deve essere conveniente e competitivo a livello globale.
Qualità	Far bene la prima volta. Mantenere alte rese di produzione.
Tempi di consegna	Efficienza nella comunicazione, sviluppo e implementazione della produzione di nuovi prodotti e correzione dei problemi.
Capacità di innovazione	Lo sviluppo è più veloce che mai. Se il tasso di innovazione è troppo lento, sviluppo e produzione del prodotto vengono accaparrati da altri. Mancanza di personale sufficientemente preparato dal punto di vista tecnico e scientifico nei siti operativi.
Legislazione	La produzione al di fuori dell'Europa non è conforme alle normative europee.
Valore del Marchio	Produzione in Europa Responsabilità etica e ambientale.

**Tabella 4: Punti di forza importanti e relative sfide per l'industria europea della finitura superficiale.**

## Prezzo

La discussione sui costi di produzione è spesso semplificata perché si limita a considerare il solo costo del lavoro, mentre deve anche comprendere e collegarsi con le rese di produzione, è quindi meglio guardare al rapporto tra fatturato e costo del personale. Come discusso nella sezione 2, quando nei paesi obiettivo della delocalizzazione offshoring l'economia cresce, i vantaggi offerti dal trasferimento delle produzioni diminuiscono. Inoltre, è anche necessario considerare il rischio o la necessità di dover praticare prezzi inferiori per i prodotti fabbricati fuori sede, per motivazioni attribuibili a problemi di qualità, sostenibilità, logistica, riservatezza, decisioni politiche e disastri naturali imprevedibili. Per la produzione di prodotti di qualità, nella maggior parte dei casi, vale la pena di pagare un extra per la riduzione di questo rischio.

La progressiva, continua automazione e digitalizzazione dell'industria manifatturiera, riassunta sotto il termine Industria 4.0, rende meno importante il fattore costo del personale o del lavoro. L'industria 4.0, è un'opportunità per sviluppare la produzione in Europa da una posizione già forte nell'automazione. Per quanto riguarda la finitura superficiale, la sfida è che la moderna automazione dovrebbe soddisfare le necessità di efficienza in termini di costi e flessibilità nella produzione di volumi più piccoli e nella specializzazione rappresentata dalla RMS (Riconfigurabilità dei Sistemi Manifatturieri), come discusso nella sezione 2. Un'opportunità questa, che dovrebbe essere accessibile per le molte PMI tra le aziende di finitura delle superfici attive in Europa.

## Qualità e tempi di consegna

Qualità e tempi di consegna sono strettamente collegati poiché i clienti si aspettano consegne rapide di prodotti a capitolato. La figura 12 illustra l'andamento della accumulazione di perdite/profitti durante il processo di innovazione costituito prima dalla ricerca e poi dallo sviluppo del prodotto. Successivamente, è poi necessario avviare la produzione e lanciare il prodotto sul mercato. Durante queste fasi, si ha una progressiva crescita degli investimenti. Il lancio del prodotto sul mercato coincide con l'inizio della fase di commercializzazione. All'inizio, i costi sono sempre superiori ai proventi delle vendite. Ma se il prodotto ha successo, le vendite supereranno i costi di produzione e i relativi profitti iniziano a ridurre le perdite cumulate nelle precedenti fasi. Infine, quando dalla accumulazione delle perdite si passa ad accumulare i profitti, il prodotto diventa un successo aziendale. Nella figura 12 la curva che rappresenta la perdita cumulata è anche nota come "valle della morte" della commercializzazione di un prodotto. Qualsiasi costo o ritardo imprevisto rende la valle più grande e può compromettere il successo del prodotto. È probabile che ritardi nel lancio di un prodotto possano comportare una riduzione del tempo della sua commercializzazione sul mercato. È pertanto importante che fin dall'inizio si eserciti un controllo accurato e continuo sulla sostenibilità del processo di innovazione. Ciò richiede una stretta collaborazione tra le diverse funzioni coinvolte (ricerca e sviluppo, sviluppo del prodotto, progettazione della produzione, avviamento della produzione, relazioni con clienti, subfornitori, ecc.). Per le attività e i processi della tecnologia delle superfici il tema del controllo continuo per la riduzione del rischio nel processo di innovazione sulla via della commercializzazione è stato discusso da Leisner e Johansson (Leisner and Johansson 2019). Un'ulteriore problema collegato al fare innovazione sulla base dei risultati della ricerca è che non è facile ottenere finanziamenti per il rischio insito in ricerche di elevato livello di specializzazione tecnologica (alto TRL - Technology Readiness Level o Livello di Maturità Tecnologica) e per il relativo sviluppo dei prodotti e della produzione. Ciò si traduce in un prolungamento del tempo che precede il lancio del prodotto.

Nella attività manifatturiera è generale tendenza che le generazioni di prodotti diventano più corte e rapide con la riduzione della quantità di parti o componenti specifici. Viene invece sviluppata una maggiore differenziazione all'interno delle famiglie di prodotti, con conseguente più frequente riconfigurazione degli impianti di produzione. A parità di condizioni, è più difficile mantenere qualità e agilità in una catena di approvvigionamento transfrontaliera. Le aziende vogliono avere meno interfacce tra le diverse parti della catena di produzione.

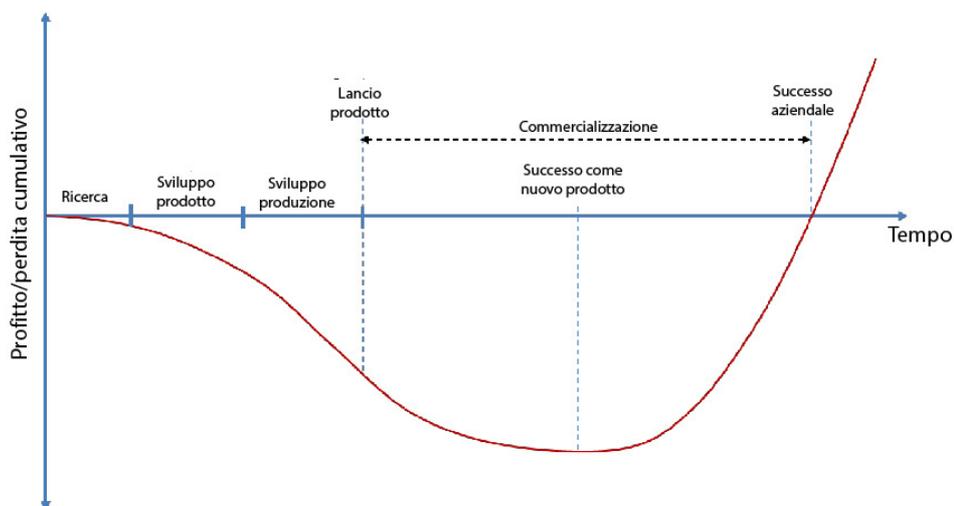


Figura 12: La "valle della morte" della commercializzazione di un nuovo prodotto.

## Capacità di innovazione

L'Europa ha una forte tradizione nella finitura delle superfici e per avere una forte capacità di innovazione è essenziale che mantenga la sua leadership nelle conoscenze di base. Al momento, negli stabilimenti di produzione, c'è una marcata mancanza di personale sufficientemente preparato dal punto di vista tecnico e scientifico. Con le circa 900.000 persone impiegate nel settore della finitura superficiale in Europa, il numero di nuovi dipendenti che ogni anno entrano nel settore, per coprire tutte le diverse e necessarie funzioni, è calcolato in decine di migliaia. Non importa se i dipendenti sono operai, esperti, manager, ecc., hanno sempre bisogno di un'adeguata formazione per le loro funzioni sul campo e per operare in modo efficiente e con qualità in collaborazione con i colleghi che svolgono funzioni complementari. L'istruzione sul campo è su base nazionale e molto dispersa. Sono pochi gli specifici programmi di insegnamento tecnico e di ingegneria. Al contrario, l'insegnamento relativo alla finitura superficiale si limita a corsi e lezioni individuali nei programmi di ingegneria. È vero che molte delle associazioni professionali nazionali in tutta Europa, (come ad es. la IMF nel Regno Unito) offrono corsi aggiuntivi di formazione professionale. Tuttavia, la somma delle persone che frequentano i diversi programmi e corsi di formazione in Europa è lontana dalle decine di migliaia considerate necessarie. La maggior parte dei nuovi dipendenti deve, quindi, integrare le proprie competenze sul campo, con forme di formazione interne all'azienda. Un ulteriore problema è che molti di questi operatori sono impiegati in piccole PMI o in reparti di finitura, sempre di piccole dimensioni, all'interno di aziende manifatturiere più grandi dove l'opportunità di ricevere formazione è limitata. Questo accentua la questione su quale sia la massa critica e il livello culturale delle aziende per affrontare le sfide relative alle esigenze di: automazione, implementazione di nuove tecnologie, qualità e rispetto delle sempre più esigenti normative. È possibile che alcuni di questi requisiti possano essere considerati non competitivi a livello aziendale e che, quindi, sia possibile aprire l'opportunità di condivisione delle competenze? In ogni caso, quando i prodotti e i processi di produzione sono complessi, è essenziale avere una stretta collaborazione tra sviluppo del prodotto, progettazione e avviamento della produzione. Ciò rende più importante che mai la richiesta di competenze e di cooperazione e fiducia multidisciplinare tra i partner della catena del valore. Vi è una forte necessità di azioni pan-Europee per coordinare e intensificare l'istruzione e la formazione offerte da università, scuole e associazioni professionali in tutta Europa.

## Legislazione

Gli impianti di finitura superficiale in Europa devono essere conformi a numerose normative europee, nazionali e locali. Scopo fondamentale di questi nuovi regolamenti è migliorare la protezione della salute umana e dell'ambiente e armonizzare il mercato europeo. Per i rifinitori delle superfici della UE sta diventando sempre più impegnativa e complessa la necessità di comprendere e soddisfare le richieste delle normative, in particolare per quelle PMI che non possono permettersi una funzione specializzata e dedicata a questo scopo.

L'Agenzia Europea per le sostanze chimiche (ECHA) sta promuovendo una strategia per la sostituzione delle sostanze pericolose nei processi di produzione utilizzati in Europa. Sfortunatamente, questo approccio non prevede e non propone azioni che vietino l'importazione e l'ingresso in Europa di prodotti fabbricati utilizzando quelle stesse sostanze pericolose in paesi terzi. Ciò favorisce una concorrenza sleale verso i rifinitori europei delle superfici, che devono rinunciare all'uso di consolidate sostanze chimiche di processo come i cromati e i cianuri per applicare processi di lavorazione più costosi e con i relativi oneri e sfide connessi con stabilità e riproducibilità dei nuovi processi. Con questo atteggiamento i problemi sanitari e ambientali non sono risolti, ma sono semplicemente trasferiti in paesi terzi, molto probabilmente sottoposti a minori controlli che in Europa. In realtà, le normative europee per la produzione dovrebbero essere valide per tutti i prodotti venduti in Europa, indipendentemente dal paese di produzione. Diversamente, i regolamenti perdono la loro legittimità. In una situazione che preveda l'applicazione delle stesse normative di produzione ovunque, l'esperienza nel soddisfare e mantenersi in conformità con il regolamento REACH potrebbe rappresentare un vantaggio di nicchia per i rifinitori europei delle superfici.

## Valore del Marchio

Per le aziende sta diventando sempre più importante dimostrare che, oltre a ottenere buoni risultati economico-finanziari, si assumono anche importanti responsabilità sociali, ad es. con la pubblicazione di rapporti annuali sulla sostenibilità, in coerenza con gli obiettivi ONU di sviluppo sostenibile. La forza trainante per la realizzazione di questi obiettivi potrebbe essere interna all'azienda oppure organizzata e promossa da diversi gruppi di stakeholder, dal momento che per marchi affermati la possibilità di essere collegati a condizioni di lavoro pericolose e a scandali ambientali, è rischiosa anche quando la responsabilità fosse formalmente ed esclusivamente imputata a un subfornitore.

## 5. IL FUTURO SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA DELLE SUPERFICI IN EUROPA

La forza dell'Europa consiste nella propensione alla cooperazione tra le diversità. L'Europa ha una base comune nella cultura e nella legislazione, ma ha ancora tradizioni diversificate che stimolano la creatività e l'ispirazione reciproca. La diversità nelle lavorazioni in tutta Europa, come si vede nella figura 11, può creare valore aggiunto beneficiando di competenze specialistiche originate da unicità regionali, come ad esempio l'industria degli orologi in Svizzera (figura 13).



**Figura 13: Esempio di componenti micromeccanici elettroformati dell'industria orologiera svizzera. Microelettroformatura UV-LIGA della ruota del calendario a due livelli (Per gentile concessione di Mimattec SA)**

Per le aziende europee è più prezioso dare priorità allo sviluppo di nuovi prodotti high-tech e ad alto valore aggiunto (alta qualità) e a tecnologie di produzione avanzata (automatizzata, digitalizzata, RMS) piuttosto che impegnarsi per recuperare "vecchie" produzioni ad alto volume con operazioni di backshoring. Ciò richiederà una maggiore attenzione alla specializzazione, ad esempio allo sviluppo della nanotecnologia, di tecnologie rispettose dell'ambiente, di prodotti ad alto grado di personalizzazione, ad esempio gli impianti medicali e la produzione just in time di ricambi essenziali. L'industria dovrebbe essere pronta a trarre vantaggio dai cambiamenti dirompenti che interessano la società e dai cambiamenti tecnologici che possono far nascere aree di attività completamente nuove nella tecnologia delle superfici, come ad esempio componenti ottenuti per stampaggio in 3D e che richiedono un trattamento superficiale appositamente studiato e adattato (figura 14). Ciò è particolarmente vero nel settore dei sistemi energetici nuovi e alternativi. Nuovi processi di rivestimento possono essere utilizzati, ad esempio, per la deposizione di materiali catalitici e di strati protettivi per celle a combustibile o per produrre per elettroformatura elettrodi con struttura tridimensionale per applicazioni in nuovi sistemi di batterie.

Un altro vantaggio delle aziende del settore tecnologie delle superfici è che hanno speciali competenze nell'applicazione di processi chimici e sono in grado di creare attività completamente nuove nel campo della generazione e dello stoccaggio di energia alternativa come l'elettrolisi dell'idrogeno o lo stoccaggio di energia mediante celle di flusso redox. Questi sono solo alcuni esempi del fatto che, anche nel corso di cambiamenti tecnologici, possono sorgere nuove opportunità per aggiornamenti di successo della strategia aziendale.

Inoltre, Mulone e altri (Mulone et al. 2020) propongono un approccio sostenibile nello sviluppo dei processi galvanici (figura 15) con la scelta strategica di evitare l'impiego di *CRM* - materie prime critiche (UE 2017) e di sostanze estremamente preoccupanti (ECHA 2020). Infine, i metalli usati come rivestimenti dovrebbero essere sempre riciclabili. Le soluzioni dell'economia circolare potrebbero essere utilizzate come esclusivo argomento di marketing (USP – Unique Selling Proposition), che richiede competenza e probabilmente il "supporto" di una specifica e forte legislazione dell'UE.

L'istruzione a tutti i livelli in tecnologia dei trattamenti delle superfici, integrata con programmi di formazione continua per professionisti, dovrebbe essere meglio coordinata per soddisfare le esigenze del settore, in termini quantitativi e di contenuti.



Figura 14: Esempio di un modulo di finitura completamente automatizzato per il trattamento superficiale di parti metalliche stampate in 3D (Hansal 2019).



Figura 15: Tre fasi verso un approccio sostenibile per l'elettrolitizzazione (Mulone 2020). Figura utilizzata con il permesso del detentore del copyright.

Competenza complessiva e migliorata comprensione teorica determinano miglioramenti di affidabilità, qualità ed efficienza dei costi. Migliora la comunicazione tra i diversi attori della catena del valore, stimola un efficace trasferimento tecnologico dal mondo accademico alle aziende di fornitura e ai professionisti dell'industria e aumenta il sostegno all'innovazione accelerandone il tasso di sviluppo. Un effetto collaterale inaspettato della pandemia in corso potrebbe essere la diffusione di sistemi di istruzione on-line di alta qualità, forniti su richiesta e accessibili ovunque in Europa. Questo tipo di formazione pan-europea faciliterà anche connessioni transfrontaliere e rafforzerà la dimensione europea del settore della finitura delle superfici.

Tuttavia, offrire programmi educativi e tirocini di formazione industriale non risolve automaticamente il problema. Gli studenti devono essere attratti a scegliere un'istruzione e una carriera legate alla tecnologia delle superfici anche se il settore è meno visibile, poiché non è un ramo dell'industria con propri prodotti separati come ad es. il settore automobilistico. Sono necessarie azioni coordinate per presentare la tecnologia/finitura delle superfici come settore di particolare interesse per l'impatto diretto che ha sulla vita quotidiana e per il suo ruolo essenziale sullo sviluppo futuro della società. La sua importanza nell'impatto e nella creazione di valore aggiunto nella manifattura della stragrande maggioranza di prodotti e relativi componenti deve essere ancora e sempre più enfatizzata, con esempi rilevanti e di forte effetto delle proprietà trasmesse dalla finitura superficiale ai substrati, come ad esempio la resistenza a corrosione, l'elevata conducibilità su componenti elettronici per l'industria aerospaziale con finiture che impediscono agli aerei di cadere dal cielo, ecc. Infine, la finitura superficiale diventerà presto, se non lo è già ormai, un'attività industriale da trilioni di dollari a livello globale; non il più grande, forse, ma con una grande e diffusa influenza ovunque.

Per realizzare i suggerimenti proposti per lo sviluppo del settore europeo della finitura delle superfici è forte la necessità di garantire che le aziende abbiano dimensioni critiche e possano accedere alla necessaria competenza critica. Le piccole imprese hanno bisogno di diventare più grandi, più dotate di intelligenza critica e di essere in grado di investire in nuove tecnologie, oppure di raggiungere questi obiettivi mediante acquisizioni/fusioni/alleanze che si traducano nella acquisizione della loro massa critica e nell'accesso alla necessaria competenza strategica. A questo proposito va notato che molte di queste aziende sono gestite direttamente dal proprietario ed è probabile che i problemi di avanzamento e controllo siano importanti. Forse questo aspetto può essere risolto sviluppando relazioni/partnership di gestione più strette all'interno della catena di fornitura, come realizzato con la più vecchie partnership *keiretsu* in stile giapponese in cui l'azienda più grande e tecnologicamente più forte (spesso il cliente) si assume la responsabilità di aiutare i propri fornitori ad esempio nell'adozione di nuove tecnologie con reciproci vantaggi per entrambi, o con la condivisione di tecnologie informatiche e database (Ellram and Cooper 1993; Lee et al.2018; Birasnav and Bienstock 2019).

Un'informazione/comunicazione più forte, condivisa, preparata e promossa in comune, sulla tecnologia delle superfici come tecnologia abilitante di comprovato elevato valore aggiunto e più forti relazioni di cooperazione/alleanza all'interno della catena del valore dovrebbero aprire la strada a un più facile accesso ai capitali per investimenti nello sviluppo di nuovi prodotti e di nuove tecnologie di produzione.

Da un punto di vista pan-Europeo, il trasferimento della produzione all'interno dell'Europa, il più delle volte da ovest a est, naturalmente fa parte dell'ideale europeo di libera circolazione di persone, beni e servizi. Potrebbe stimolare lo sviluppo delle regioni Europee a basso costo del lavoro, ciò che nel lungo termine dovrebbe risultare vantaggioso per l'intera Europa. Tuttavia, a fronte della necessità di sviluppo delle competenze per soddisfare le future richieste del mercato, l'attuale struttura, costituita da molti subfornitori di piccolissime dimensioni e che non hanno le risorse da investire per lo sviluppo di nuove tecnologie di produzione, potrebbe ostacolare l'evoluzione verso una struttura intraeuropea più equilibrata e competitiva di fornitori di finiture delle superfici. Bachtler e altri (Bachtler et al 2019) raccomandano di diffondere innovazioni in tutta l'economia europea per evitare la formazione di aree non sufficientemente sviluppate e preparate in termini di competenza, competitività dei costi e capacità imprenditoriali.

## 6. IL RUOLO DELLA EAST PER LO SVILUPPO FUTURO

La missione della EAST è promuovere la scienza, la ricerca, la formazione e l'istruzione a livello europeo nel campo della tecnologia delle superfici e delle aree correlate al fine di contribuire all'integrazione, alla reciproca comprensione e all'amicizia tra le persone e le organizzazioni europee. EAST è composta da membri pan-Europei eletti sulla base della loro esperienza e dell'impegno cooperativo. I membri rappresentano entrambe le esperienze accademiche e industriali di ricerca e sviluppo, diffuse dentro e fuori l'UE. Dopo anni di azioni cooperative pan-Europee transnazionali, EAST ha acquisito esperienza nei processi della tecnologia delle superfici e nella conoscenza del settore e comprende l'uso asimmetrico dei diversi processi tecnologici delle superfici in tutta Europa, oltre che l'interdipendenza delle catene di approvvigionamento dell'industria dell'Europa orientale e occidentale.

Con questa combinazione unica di competenze e punti di forza, EAST e i suoi membri possono stimolare la cooperazione pan-Europea nell'istruzione/formazione e nel trasferimento tecnologico, perseguendo i seguenti obiettivi:

- stimolare l'utilizzo degli strumenti di finanziamento europei esistenti per stabilire la cooperazione tra gli erogatori di istruzione a tutti i livelli (dal livello tecnico-pratico a quello accademico) per rendere disponibile in tutta Europa programmi di istruzione/formazione di qualità, sfruttando un'ampia gamma di

metodologie come l'e-learning, lo scambio di insegnanti, l'organizzazione di tirocini e di corsi estivi. La condivisione di strumenti educativi aumenterà l'efficienza e rafforzerà il collegamento (networking) europeo in rete.

- promuovere lo scambio transfrontaliero intra e intersettoriale di dipendenti (scuole professionali, università, fornitori di attrezzature e processi, produttori e clienti). L'attuale programma di sovvenzioni EAST per questi scambi è, per ovvie ragioni, di modesta entità, ma la sua esistenza all'interno di una forte rete offre visibilità che dovrebbe essere utilizzata per incoraggiare le parti interessate a fare uso dei numerosi strumenti offerti a livello europeo per sostenere lo scambio, come ad esempio nell'ambito del programma Marie Skłodowska Curie.
- stabilire una più stretta collaborazione con le associazioni delle industrie di trattamento delle superfici a livello nazionale ed europeo per consentire l'accelerazione del trasferimento tecnologico lungo la catena: "università → azienda fornitrice → professionisti interni e delle aziende subfornitrici", e per pubblicizzare l'importanza della tecnologia delle superfici verso tutti i soggetti e le parti interessate (studenti, aziende, organizzazioni di filiali, agenzie di finanziamento, ecc.).
- utilizzare i propri contatti accademici nelle facoltà di economia e la propria conoscenza del settore per avviare e incoraggiare programmi di ricerca mirati su performance aziendale e competitività del settore della tecnologia delle superfici, sulla base del fatto che il settore, che si operi all'interno o mediante subfornitura, è un punto di riferimento per tutta l'industria manifatturiera ed è parte fondamentale di una grande proporzione della produzione manifatturiera. Il settore della finitura superficiale, sebbene sostanziale e importante per gran parte della produzione, è stato finora poco studiato (ad esempio Larson 2000, 2001, 2012, 2017, 2019, 2020; Dietrich 2016; Dietrich and Wald 2019; Zhu and Zolkiewski 2015), per quanto riguarda le sue prestazioni aziendali, i punti di forza e di debolezza e altri indicatori di business. Questi studi possono portare all'identificazione di punti di debolezze nell'efficacia e, a loro volta, permettere di formulare e suggerire rimedi appropriati per il miglioramento del settore.
- continuare a facilitare gli incontri tra le parti interessate e aumentare nella società la consapevolezza dell'importanza della tecnologia delle superfici, ad esempio assegnando il Premio Schwäbisch Gmünd per giovani scienziati.

## 7. CONCLUSIONE

Con enfasi sulla competitività Europea della finitura delle superfici nei confronti della delocalizzazione e produzione offshore in paesi non Europei a basso costo del lavoro e/o in altre regioni sviluppate, sulla capacità dell'Europa di sviluppare e applicare nuove tecnologie di finitura e mezzi per migliorarne la produttività, ad esempio con l'automazione e grazie alla capacità di meglio comprendere e rispettare le nuove normative in materia di protezione ambientale, salute e sicurezza, diventa sempre più importante capire e comprendere la struttura del settore.

Con ciò, è anche importante essere consapevoli dei modi in cui potrebbe essere necessario correggere il settore per garantirne lo sviluppo e migliorarne la competitività.

Prima di tutto, il settore della finitura superficiale non è un'industria a sé stante, ma integrata in tutta la complessiva manifattura dei prodotti. La delocalizzazione offshoring della produzione è il risultato della globalizzazione ed è guidata dalla esigenza di riduzione dei costi e dalla vicinanza a mercati nuovi e in crescita. È stato dimostrato che il successo della delocalizzazione dipende da molti più parametri e si sta sperimentando una qualche delocalizzazione di ritorno o backshoring, soprattutto di prodotti high-tech. L'aumento dell'automazione della produzione agisce da contrasto nei confronti della delocalizzazione offshoring e l'Europa detiene una forte posizione nell'automazione. Si raccomanda che il settore europeo della finitura superficiale dia la priorità a tecnologie di produzione avanzate di nuovi prodotti ad alta tecnologia e ad alto valore aggiunto e tragga vantaggio dai cambiamenti dirompenti che attraversano la società e dai cambiamenti tecnologici che possono favorire il sorgere di aree di attività completamente nuove per la tecnologia delle superfici.

Si stima che il settore Europeo della finitura delle superfici abbia un fatturato annuo di 114 miliardi di dollari e che impieghi circa 900.000 persone. Il settore rappresenta circa il 5% della complessiva produzione industriale. La finitura superficiale aggiunge valore a quasi tutti i tipi di prodotti. Circa 1/3 della finitura superficiale è eseguita in aziende di subfornitura e 2/3 internamente. La dimensione media delle aziende Europee di subfornitura è stabile tra gli 11 e i 12 dipendenti, la maggioranza con meno di 10 dipendenti.

Per avere successo, queste aziende devono soddisfare le aspettative dei seguenti strategici punti di forza: prezzo, qualità, rapidità di consegna, capacità di innovazione, rispetto della legislazione e valore del marchio. Ciò è impegnativo, soprattutto per le imprese più piccole, e dovrebbe essere ottenuto mediante il ricorso a maggiore automazione, più stretta cooperazione tra tutte le funzioni e i partner della catena del valore, e disponibilità di personale con estese conoscenze e migliorate competenze per tutte le funzioni coinvolte.

In pratica, la soluzione può essere individuata e definita come un forte miglioramento di istruzione e formazione, organizzazione e cooperazione tra ricerca applicata, sviluppo del prodotto, sviluppo della produzione e produzione. Ogni anno, decine di migliaia di nuovi dipendenti entrano nel settore della finitura superficiale per coprirne le molte e diverse funzioni, ma gli attuali programmi di istruzione e formazione non offrono la necessaria qualità e capacità. Vi è una forte necessità di azioni pan-Europee per coordinare, migliorare e diffondere l'istruzione e la formazione offerte da università, scuole e associazioni professionali in tutta Europa.

Gli studenti devono essere attratti dalla opportunità di scegliere una istruzione e una professione legate alla tecnologia delle superfici anche se il campo gode di minore visibilità, non essendo una industria con propri specifici prodotti. Sono necessarie azioni coordinate per presentare e far conoscere la tecnologia/finitura delle superfici come una attività particolarmente interessante per l'impatto diretto che ha sulla vita quotidiana e sul futuro sviluppo della società.

L'Europa ha una forte tradizione nella finitura delle superfici e il settore è caratterizzato da una significativa molteplice diversità (specializzazione). Il giusto accesso alla competenza e il corretto approccio alla organizzazione può fare della "cooperazione delle diversità" una roccaforte europea.

## Riferimenti bibliografici

A. Ancarani, D. Di Mauro, L. Fratocchi, G. Orzes (2015), Prior to reshoring: A duration analysis of foreign manufacturing ventures, *Int. J. Production Economics* **169**, 141-155.

J. Bachtler, J.O. Martins, P. Wostner, P. Zuber (2019), Toward Cohesion Policy 4.0: Structure Transformation and Inclusive Growth, Taylor & Francis, Abingdon, 2019.

L. Bengtsson, M. Dabhilkar (2008), Manufacturing outsourcing and its effect on plant performance – lessons for KIBS outsourcing, *J. Evol. Econ.* DOI 10.1007/s00191-008-0129-1

L. Bengtsson, R. v Haartman, M. Dabhilkar (2009), Low-cost versus innovation: contrasting outsourcing and integration strategies in manufacturing, *Creativity and innovation management*, **18**:1, 35-47.

J. Bennett (1992), Investing in the MFA, Proc. MFA Conference, Telford, UK. 25 September, 1992.

M. Birasnav, Joshua Bienstock (2019), Supply chain integration, advanced manufacturing technology, and strategic leadership: An empirical study, *Comput. Ind. Eng.*, **130**, April, 142-157

P. Calia, S. Pacei (2017), Outsourcing and firm performance: Evidence from the Italian manufacturing industry, *Int. J. Business Manage.*, **12**:11, 87-102.

B. Dachs, C. Zankel (2014), Backshoring of production activities in European manufacturing, European Manufacturing Survey No. 3, Karlsruhe, Fraunhofer Institute for System and Innovation Research ISI.

M. Dietrich (2016), Business performance measurement in the metal finishing industry. An approach towards a sustainable and integrated management system for contract processing businesses. In Controlling and Management series, eds. R. Gleich and A. Wald. LIT Verlag GmbH & Co. KG Wien. 266 pp.

M. Dietrich and A. Wald (2019), Measuring business performance in the metal finishing industry by combining theory with practice, *Trans. IMF*, **97**:4, 174-181.

ECHA (2020), Candidate List of substances of very high concern for Authorisation

[echa.europa.eu/candidate-list-table](https://echa.europa.eu/candidate-list-table) (accessed on 05.08.2020).

L.M. Ellram, M.C. Cooper (1993), The Relationship Between Supply Chain Management and Keiretsu, *Int. J. Logistics Manage.*, **4**:1, 1-12.

EU (2017), Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU, COM(2017) 490 final, European Commission, Brussels 13.9.2017, [ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en)

Eurostat (2020), newsrelease euroindicators 121/2020, 31 July 2020.

K. Foerstl, J.F. Kirchoff, L. Bals (2016), Reshoring and insourcing: drivers and future research directions, *Int. J. Physical Distrib. Logistics Manage.*, **46**:5, 492-515.

S. Grappi, S. Romani, R.P. Bagozzi (2018), Reshoring from a demand-side perspective: Consumer Reshoring Sentiment and its market effects *J. World Business*, **53**, 194-208. 28

IFR (2018), Global industrial robot sales doubled over the past five years – IFR reports, International Federation of robotics Press Release 18th October 2018. [https://ifr.org/downloads/press2018/2018-10-18\\_Press\\_Release\\_IFR\\_WR\\_2018\\_Industrial\\_Robots\\_ENG.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/2018-10-18_Press_Release_IFR_WR_2018_Industrial_Robots_ENG.pdf)

W. Hansal (2019), Post-processing, *Jahrbuch Oberflächentechnik 2019*, Eugen Leuze Verlag, Bad Saulgau, **75**,48-56.

S. Kinkel, C. Zanker and A. Jäger (2015), The effect of robot use in European manufacturing companies on production offshoring outside the EU, 22nd International Annual EurOMA Conference, 26th June – 1st July 2015, Neuchâtel, Switzerland. Paper GLO-14.

S. Kinkel, C. Zanker (2013), New patterns of German production relocation and backshoring activities after the global economic crisis? 20th International Annual EurOMA Conference, Dublin, Ireland, 9-12 June 2013.

S. Kinkel & Maloca (2007) Development, motives and employment effects of manufacturing offshoring of German SMEs, *Int. J. Entrepreneurship Small Business*, **4**:3, 256-276.

Y. Koren, M. Shpitalni (2010), Design of reconfigurable manufacturing systems, *J. Manuf. Syst.*, **29**, 130-141.

C. Larson (2000), Potential barriers to the formation of trading partnerships between sub-contract surface engineering/finishing firms & their customers – comparison of German and UK electroplaters, Masters Dissertation, Brunel University, 2000.

C. Larson (2001), Coaters, countries, cultures and customers – do cultural differences overseas matter to surface finishing firms?, *Trans. IMF*, **79**:4, B68-B74.

C. Larson (2012:1), Global comparisons of metal finishing sectors: Part 1, variations in economic and structural factors, *Trans. IMF*, **90**:4, 179-187.

C. Larson (2012:2), Global comparisons of metal finishing sectors: Part 2, some technology and operational variations, *Trans. IMF*, **90**:2, 232-236.

C. Larson (2012:3), Global comparisons of metal finishing sectors: Part 3, estimate of world output, *Trans. IMF*, **90**:6, 285-287.

C. Larson (2017) Surface finishing industry – where is it all being done? *Transactions of the IMF*, **95**:5, 233-234.

C. Larson (2019), Comparisons of metal finishing sectors revisited: variations in some economic and structural factors, *Trans. IMF*, **97**:3, 109-111.

- C. Larson (2020), Has the surface finishing industry reached a Trillion Dollar value globally? *Trans. IMF*, **98**:5, 221-223.
- V-H. Lee, K-B. Ooi, A.Y-L. Chong, A. Sohal (2018), The effects of supply chain management on technological innovation: The mediating role of guanxi, *International Journal of Production Economics*, 2018, 205, November, 15-29.
- P. Leisner, M. Baumgärtner (2020), 30 years anniversary workshop of European academy of surface technology, *Trans. IMF*, **98**:2, 59-61.
- P. Leisner, L.P. Nielsen (2019), Offshoring and backshoring of surface finishing from the perspective of the Nordic countries, *Trans. IMF*, **97**:2, 54-46. 29
- P. Leisner, E. Johansson (2019), Aspects to be considered when making innovation out of promising research results in surface technology, *Trans. IMF*, **97**:2, 67-72.
- A. Matthews (2011), The UK Surface Engineering Market, *Trans. IMF*, **89**:2, 69-70.
- A. Mulone, J. Hildenbrand & U. Klement (2020), Electrodeposition: three steps towards sustainability, *Trans. IMF*, **98**:3, 108-113.
- L. Mølmen, A. Alexandersson, P. Leisner (2019), Surface technology should improve PEM fuel cell performance, *Trans. IMF*, **97**:3, 112-114.
- L.P. Nielsen, P. Leisner, P. Møller (2018), Surface technology is essential for transition to a hydrogen-based energy system, *Trans. IMF*, **96**:1, 8-10.
- W. Paatsch (2016) Energy turnaround – a challenge for surface technology, *Trans. IMF*, **94**:5, 228-230.
- J. Stentoft, J. Olhager, J. Heikkilä, L. Thoms (2016) Manufacturing backshoring: a systematic literature review, *Oper. Manage. Res.*, **9**, 53-61.
- Zhu, X. and Zolkiewski, J. (2015), Exploring service failure in a business-to-business context, *J. Services Marketing*, **29**:5, 367-379.
- ZVO (2020), Zentralverband Oberflächentechnik e.V. <https://www.zvo.org/branche/wirtschaftsfaktor.html> (accessed on 30.06.2020).