



## TECNOLOGIE ABILITANTI PER LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E LA TRANSIZIONE ECOLOGICA DELLA FILIERA DEL CUIOIO

*Le più recenti azioni messe in campo dagli operatori di settore, volte a preservare le caratteristiche di pregevolezza del cuoio, quale materiale di punta per il Made in Italy, oltre che per i settori emergenti della bioeconomia circolare, possono rappresentare allo stato attuale un esercizio in grado promuovere quella svolta tecnologica e green che, ad oggi, rappresenta uno degli obiettivi primari del PNRR. Le tecnologie abilitanti per la concia riescono particolarmente a sostenere il settore in tale sfida.*

Le continue evoluzioni che hanno investito la filiera della pelle, costantemente stimolate dalla tensione degli utilizzatori a sperimentare prodotti evoluti in termini di innovazione e sostenibilità, hanno reso necessaria l'esplorazione di approcci scientifici e tecnologici progressivamente più innovativi e competitivi in ambito conciario. Molteplici sono stati, in tempi recenti, gli sforzi di ricercatori e tecnologi del settore conciario in tal senso per garantire i livelli di competitività degli articoli in pelle, in un contesto produttivo, come quello delle filiere di riferimento, della moda, del lusso, dell'*interior design* e dell'*automotive*, in cui si è registrata un'aggressiva diffusione di materiali alternativi, talvolta di dubbia qualità e sostenibilità.

Gran parte di questi sforzi sono stati incentrati sulla necessità di affermare le invariate caratteristiche di eccellenza del cuoio, sul piano prestazionale e merceologico, a fronte della mutevolezza dei processi produttivi, sempre più protesi alla sostenibilità, all'innovazione e alla circolarità degli approcci. La complessità di tale sfida deriva, infatti, dall'esi-

genza dei produttori di soddisfare contestualmente le numerose caratteristiche attese per gli articoli in pelle, talvolta interessate da elementi di antitesi, in relazione alle possibili soluzioni tecnologiche da adottare per gli specifici scopi (ad es., necessità di impiego di agenti concianti in grado di garantire maggiore durevolezza e imputrescibilità del mate-

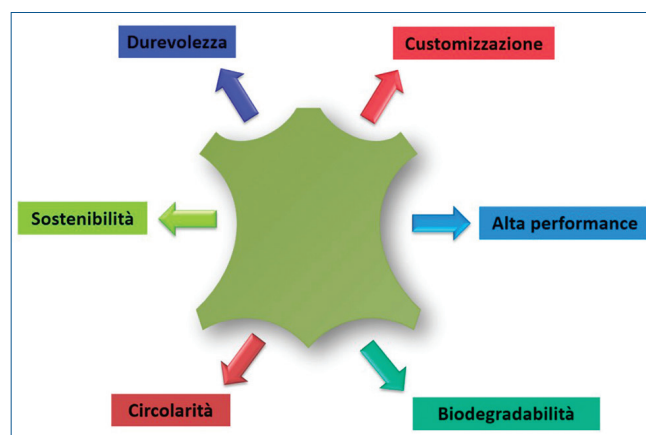


Fig. 1 - Principali caratteristiche contestualmente attese per i prodotti in pelle

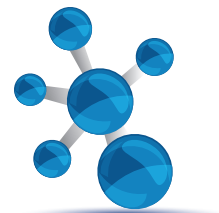


Fig. 2 - Principali fabbisogni di innovazione per i prodotti in pelle

riale, e contestuale necessità di ottenere prodotti in pelle biodegradabili, ecc., Fig. 1).

Nel complesso, difatti, i principali fabbisogni di innovazione per la filiera scaturiscono proprio dall'esigenza di soddisfare tali principali caratteristiche; particolarmente dall'esigenza di ottenere prodotti in pelle sempre più sostenibili e circolari, ma che siano nel contempo performanti, nell'ottica di prevenire e minimizzare l'insorgenza di difetti sugli articoli finiti, e che rispondano a requisiti specifici di valore aggiunto e funzionalizzazione (Fig. 2).

Nella direzione di favorire lo sviluppo di prodotti progressivamente più sostenibili, sono, ad esempio, da collocarsi i recenti studi di settore sui nuovi sistemi di concia alternativi al cromo che si affacciano in misura crescente sul mercato, nell'ottica di minimizzare il potenziale sviluppo di cromo esavalente a partire dai concianti tradizionali al cromo, in determinate condizioni di invecchiamento o di processo, e, particolarmente, nel trattamento degli scarti conciari. Gli studi comprendono l'analisi comparativa di cuoi realizzati con diversi sistemi di concia, in termini di proprietà reticolanti degli agenti concianti, caratteristiche tecniche, merceologiche, prestazionali, eco-tossicologiche e di biodegradabilità dei materiali [1, 2]. Altrettanto solido è l'impegno del settore, negli ultimi anni, nella ricerca di soluzioni per la valorizzazione degli scarti di produzione, per la produzione di nuove generazioni di materiali e molecole a basso impatto ambientale ed elevato grado di circolarità [3].

La rivisitazione dei processi produttivi per la realizzazione di nuove generazioni di materiali sostenibili e circolari ha, d'altra parte, portato ad un rinnovato interesse del settore verso il tema del monitoraggio, della prevenzione e della minimizzazione dei difetti, la cui origine possono essere favorita proprio dall'impiego di nuove classi di prodotti per la concia, non ancora largamente impiegati su scala industriale e i cui effetti sulla qualità dei prodotti finiti possono essere pertanto non sempre prevedibili. Tale aspetto di complessità va ad aggiungersi alla necessità di sistematizzare conoscenze e competenze tecnologiche sul tema di monitoraggio e prevenzione dei difetti, tema

particolarmente sfidante, considerata la molteplicità di fenomeni che possono concorrere a minare la qualità dei prodotti in cuoio, considerate le potenziali ricadute sul settore.

Va, difatti, evidenziato che, sebbene il cuoio sia un materiale dalle eccellenti qualità, molteplici possono essere i fattori potenzialmente in grado di determinare criticità in tutte le fasi di lavorazione: l'individuazione dell'origine dei difetti, rappresenta pertanto un campo di studi e ricerche particolarmente presidiato, dal quale sono emersi numerosi stimoli per la progettazione di soluzioni innovative per l'ottimizzazione dei prodotti ed il monitoraggio dei processi [4-14].

Tale tema, stimola fabbisogni di innovazione che si intrecciano con le richieste di customizzazione dei prodotti in cuoio; in molti casi, infatti, l'esigenza di produzione di cuoi ad elevato valore aggiunto deriva proprio dalla necessità di migliorare il comportamento del materiale, nell'ottica di prevenire i difetti (aumentate proprietà di resistenza meccanica, di resistenza ai fattori ambientali, come resistenza alla luce e al calore proprietà antimicrobiche, ecc.). In altri casi, le esigenze di customizzazione possono invece essere riconducibili a puntuali fabbisogni di innovazione, che prescindono dalle caratteristiche prestazionali degli articoli; in tale direzione vanno lette le tendenze alla produzione di *smart materials* che, in ambito conciario, possono essere riferibili allo sviluppo di articoli in cuoio fluorescenti, di articoli in cuoio con aumentate proprietà di



Fig. 3 - Principali approcci tecnologici per favorire lo sviluppo della filiera cuoio

conducibilità elettrica superficiale, per applicazioni *touch screen* [15], ecc.

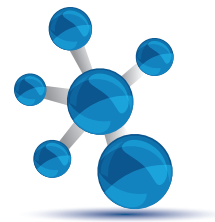
In sintesi, i fabbisogni di innovazione sul cuoio sottendono numerose sfide tecnologiche, nonché la capacità del settore di saper rielaborare i propri schemi di lavoro, adottando approcci e soluzioni talvolta lontani dai tradizionali paradigmi produttivi. È in questo contesto che sono da evidenziarsi i principali progressi tecnologici in ambito conciario, ottenuti grazie a nuovi approcci, che non possono prescindere dall'impiego delle nuove tecnologie abilitanti, comprendenti: Nanotecnologie Conciarie - Biotecnologie Conciarie - *Additive manufacturing* - Approcci 4.0 per l'automazione di processo e il controllo da remoto - Robotica e diagnostica avanzata per il controllo di processo e la verifica delle caratteristiche di qualità dei prodotti (Fig. 3). In ciascuno di tali ambiti, sono state avviate forti azioni di rafforzamento delle competenze, anche in forza dei numerosi Progetti di Ricerca e Sviluppo promossi dalla Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle concianti, che prevedono l'impiego di una o più tecnologie abilitanti per rispondere a tali sfide.

Costituiscono esempi in tal senso le attività di ricerca che derivano da Progetti co-finanziati, come, ad esempio, il *Progetto di R&S SINAPSI* (Sistemi evoluti e Nanotecnologie per la fabbricazione di Pelli Sostenibili ed Innovative), a valere sul bando *Fabbrica Intelligente* del Ministero dello Sviluppo Economico - MISE, che prevede la sperimentazione di nanotecnologie e approcci 4.0 per la produzione

di nuove generazioni di cuoi sostenibili, circolari e funzionalizzati per la moda e l'*automotive*. Nello specifico il Progetto riguarda l'uso simultaneo di diverse tecnologie abilitanti per produrre cuoi sostenibili e innovativi, sia dal punto di vista della concia che della rifinitura. Relativamente allo sviluppo di rifiniture innovative, il progetto prevede l'ausilio di composti nano-strutturati a basso impatto ambientale, come nanoparticelle di  $\text{TiO}_2$ , Ag e  $\text{SiO}_2$  funzionalizzate, per il conferimento di specifiche proprietà (come aumentate caratteristiche autopulenti, proprietà antimicrobiche, di solidità alla luce, antiossidanti, ecc.). Il progetto prevede,

inoltre, l'impiego di approcci 4.0 per il controllo automatizzato, da remoto della qualità dei prodotti e dei processi, nonché per favorire la minimizzazione dell'impatto ambientale delle produzioni, promuovendo risparmio idrico, energetico e di prodotti chimici). Riguardo all'impiego di nanotecnologie, va inoltre citato il *Progetto LEONARDO* (sviluppo di soluzioni *EcOsostenibili* a beneficio del *conforT* del *guiDatOre*), a valere sul *Progetto BORGIO 4.0* capofila ANFIA - Piattaforma tecnologia di filiera per la Mobilità Sostenibile e Sicura della Regione Campania, che prevede la sperimentazione di nanotecnologie *carbon-based* per il miglioramento delle prestazioni dei cuoi per *automotive*.

Altri progetti, prevedono l'impiego di tecnologie abilitanti per la circolarità dei processi e dei prodotti, come il *Progetto LEADERS: LEather ADDitive Environmental Recycling Solutions*, co-finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico, a valere sul Fondo per la crescita sostenibile per i progetti di ricerca e sviluppo nell'ambito dell'economia circolare, e riguardante lo sviluppo di soluzioni innovative per la trasformazione e la valorizzazione di scarti conciari e per il loro impiego nella produzione di nuove generazioni di materiali mediante tecniche di *additive manufacturing*. Su questo tema, la Stazione Sperimentale è peraltro coinvolta in attività in collaborazione con l'Università degli Studi di Brescia, nell'ambito di un progetto di dottorato industriale sul tema *Economia circolare e Additive Manufacturing: riuso dei sottoprodotti del cuoio*, su cui vengono rafforzate ed implementate le competenze in materia di innovazio-



ne di processo sostenibile e sviluppo di destinazioni alternative per gli scarti di lavorazione conciaria. Sempre nell'ambito delle attività incentrate sulla valorizzazione degli scarti dell'industria conciaria, nell'ottica dell'economia circolare, vanno, infine, citati progetti che prevedono l'impiego di biotecnologie conciarie, come il Progetto di Dottorato Industriale in Biotecnologie *Green Chemistry and Circular Economy as alternative strategies for the traditional leather manufacturing industry*. Il progetto, svolto in collaborazione con l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" e l'Università di Lleida (Barcellona), è incentrato sulla valorizzazione degli scarti solidi conciari e implementazione di approcci biotecnologici (enzimaticamente assistiti) a sostegno dell'economia circolare, particolarmente per la veicolazione, all'interno di semilavorati, di molecole ottenute dagli scarti, come idrolizzati di collagene ad elevato valore aggiunto. Sono in fase di sperimentazione, in tale ambito, soluzioni per l'impiego di nuove molecole per la riconcilia, derivanti da scarti, nonché per lo sviluppo di nuovi film di rifinitura *biobased* e circolari. Nel complesso, le tecnologie abilitanti citate riescono attualmente a rispondere ai principali fabbisogni di innovazione, sostenibilità e circolarità espressi dalle imprese produttrici ed utilizzatrici di cuoio, veicolando il passaggio di queste verso le frontiere individuate nell'ambito degli obiettivi del PNRR.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] B. Naviglio, C. Florio *et al.*, The characterization of volatile organic compounds (voc) in wet-white and metal free leather, XXXV IULTCS Congress, Dresden (Germany), 25-28 June 2019.
- [2] C. Florio, R. Mascolo *et al.*, The role of surface properties in durability and comfort of finished leathers, XXXIII IULTCS Congress, Novo Hamburgo (Brasile), 24-27 Nov. 2015.
- [3] G. Bufalo, C. Florio *et al.*, *Journal of Cleaner Production*, 2018, **174**, 324.
- [4] C. Florio, R. Mascolo, G. Calvanese, Patent and laminated leather: the role of crucial parameters in the damage of fashion goods, XXX IULTCS Congress, 365, Beijing (Cina), 11-14 ottobre 2009; *Ars Tannery*, 2011, **2**(3/4), 57-61/62-67.
- [5] C. Florio, R. Mascolo, G. Calvanese, *CPMC*, 2009, **85**(6), 355.
- [6] C. Florio, R. Mascolo *et al.*, Defects of laminated leather. Characteristics of the top coat materials, 10° Convegno AICC, Avellino, 30 aprile 2010.
- [7] C. Florio, R. Mascolo *et al.*, *Leather International*, 2010, **212**(4799), 24; *Tecnica Calzaturiera*, novembre 2010, 42.
- [8] B. Naviglio, G. Calvanese *et al.*, *CPMC*, 2011, **87**(4), 163; XXV Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche, Trieste, 26-27 settembre 2011.
- [9] C. Florio, R. Aveta *et al.*, *CPMC*, 2012, **88**(1/2), 7; XXXI IULTCS Congress, Valencia (Spain), September 27-30 2011.
- [10] C. Florio, G. Calvanese *et al.*, *CPMC*, 2012, **88**(5), 261; LX AICC National Congress, Ravello (SA), June 15 2012.
- [11] C. Florio, B. Naviglio, G. Calvanese, *JSLTC*, July-August 2017, **101**(4), 165.
- [12] C. Florio, R. Aveta *et al.*, *JSLTC*, December 2019, **103**(6), 296.
- [13] C. Florio, G. Calvanese, *AMPC*, 2021, **11**, 243, DOI: [10.4236/amc.2021.1112020](https://doi.org/10.4236/amc.2021.1112020).
- [14] C. Florio, V. Pagliarulo *et al.*, New frontiers of advanced diagnostics and non-destructive testing for quality control in the tanning industry, XXXV International IULTCS Congress, Addis Ababa (Ethiopia), November 3-5, 2021.
- [15] C. Florio, G. Calvanese *et al.*, *Nano Express*, 2020, **1**, 010032.

### Enabling Technologies for the Digital Transformation and Ecological Transition of the Leather Supply Chain

The most recent actions fostered by sector operators, aimed at preserving the quality features of leather, as a leading material for Made in Italy, as well as for the emerging sectors of the circular bioeconomy, can currently represent an exercise able to promote that technological and green revolution, which today represents one of the primary objectives of the PNRR. Tanning enabling technologies are particularly successful in supporting the sector in this challenge.