

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Architettura per il Progetto Sostenibile

Tesi di Laurea Magistrale



PIPeR

PANNELLO ISOLANTE PELLE RICICLATA

Nuovi scenari di reimpiego degli scarti della
lavorazione della pelle in ambito architettonico

RELATRICE:

Prof.ssa Elena Montacchini

CORRELATORE:

Prof. Roberto Giordano

CANDIDATO:

Andrea Gruppo

A.A. 2019-2020

INDICE

00	PREMESSA	5
01	DESIGN E AMBIENTE	7
	EVOLUZIONE DEL DESIGN PER LA SOSTENIBILITÀ NELL'ECONOMIA CIRCOLARE	8
	RIUSO DEI RIFIUTI IN ARCHITETTURA	18
02	INDUSTRIA CONCIARIA	22
	INDUSTRIA CONCIARIA ITALIANA	23
	ANALISI TECNICA DEL PROCESSO DI CONCIA DELLA PELLE	27
	PRINCIPALI CRITICITÀ AMBIENTALI	31
	ESEMPIO DI IMPATTO AMBIENTALE	37
03	GESTIONE DEI RIFIUTI	41
	10 ANNI DI RICICLO: PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME SECONDARIE	42
	RIFIUTI GENERATI DALLA LAVORAZIONE DEI PELLAMI	48
	RIFIUTI PRE CONSUMO	57
	RIFIUTI PRE CONSUMO: AZIENDE MANIFATTURIERE	81
	RIFIUTI POST CONSUMO	85
	MATERIALI ATTUALMENTE COMMERCIALIZZATI CHE RIUSANO GLI SCARTI DELLA PELLE	89
04	SPERIMENTAZIONE	100
	MATERIE PRIME	101
	MATRICE. RICERCA DEL MATERIALE LEGANTE	108
	MIX DESIGN	112
	PROVINI SERIE A CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E COLLA VINILICA	118

PROVINI SERIE B CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E GESSO	124
PROVINI SERIE C CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL BONE	129
PROVINI SERIE D CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL T70	135
PROVINI SERIE E CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL T80	145
PROVINI SERIE F CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL T100	156
PROVINI SERIE G CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E DI CARPENTERIA UNITI CON IL COLLANTE MENIGEL T100	162
PROVINI SERIE H CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E RESINA POLIESTERE ELAPOL 87190	166
CONCLUSIONE DELLA FASE DI IDENTIFICAZIONE DEL MIX DESIGN	172
05 PROVE DI LABORATORIO	177
VERIFICA DELLE PRESTAZIONI TERMICHE	178
VALUTAZIONE DELLA REAZIONE ALLA FIAMMA	184
ANALISI AL MICROSCOPIO	186
POSSIBILI SVILUPPI FUTURI	187
CONSIDERAZIONI DI TIPO ECONOMICO	190
06 CONCLUSIONE	192
CONSIDERAZIONI FINALI	193
ALLEGATI TECNICI	197
BIBLIOGRAFIA	205

PREMESSA

Mantenendo inalterate le nostre abitudini, per sostenere gli attuali livelli di consumo, avremmo bisogno di un'altra Terra per gestire i rifiuti che produciamo. Lo squilibrio economico che stiamo vivendo non è solo dovuto a una crisi finanziaria, ma anche alle basi su cui esso si fonda, come le risorse fisiche di cui non disponiamo, e ai rifiuti che non sappiamo più dove nascondere. Il primo passo verso un miglioramento potrebbe essere, perciò, quello di non produrre più ciò che non serve o è tossico per noi o per l'ambiente.

Tuttavia, la società di oggi non è solo afflitta da una crisi economica, ma anche da una serie di altri problemi legati all'ambiente e alla società, come già anticipava, nel 1972, quanto scritto nel rapporto su "I limiti dello sviluppo", redatto da Club di Roma¹, il quale, in particolare, denunciava l'esplosione demografica, il degrado ambientale, la crescita industriale incontrollata e il collasso dei valori etici.

Come via d'uscita dall'attuale crisi economica, la società esorta i consumatori a spendere e indebitarsi più di quanto si possano permettere, così da indebitare a loro volta anche le generazioni future. Questo modello economico, che si basa sulla red economy, prende in prestito dei beni comuni dalla natura e dall'umanità, senza preoccuparsi di pagare il debito e di conseguenza consegnandolo al futuro.

"Il problema è che sprechiamo i rifiuti che generiamo"², infatti, trasformarli richiede energia, a differenza dei sistemi ambientali naturali in cui i rifiuti prodotti diventano un nutriente o una fonte di energia per gli altri. Un primo passo verso una vera sostenibilità, quindi, è quello di trasformare i rifiuti in contributi, prendendo come esempio la natura che offre affascinanti modelli di gestione, produzione e consumo. Pertanto, quando verranno progettati sistemi sinergici, da ingegneri e progettisti che penseranno a processi per cui il rifiuto di

1 Il Club di Roma è un'associazione non governativa, di economisti, attivisti dei diritti civili, scienziati, capi di stato e alti dirigenti, non-profit.

2 Gunter P., *Blue economy 2.0 200 progetti implementati 4 miliardi di dollari investiti 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati*, trad. it. Erminio Cella, Franco Lombini, Michele Nebiolo, Mario Tadiello, Diego Tavazzi, Edizione Ambiente, Milano 2019 (ed orig. *The Blue Economy Version 2.0 - 200 Projects Implemented, US\$ 4 Billion Invested, 3 Million Jobs Created*) pag 40.

una produzione possa diventare la materia prima per un'altra, saremo più vicini a una progettazione consapevole che mira a un sistema a cascata senza rifiuti o perdite di energia.

In riferimento a quanto scritto, si è pensato di indagare maggiormente il tema dello scarto e del rifiuto, come possibile punto di partenza per un suo reimpiego e riutilizzo. In particolare, sono stati analizzati gli scarti provenienti dalle industrie e nello specifico si è scelto l'ambito conciario, in quanto risulta rilevante a livello italiano.

L'obiettivo della tesi risulta quindi quello di inserirsi all'interno di un'economia circolare, tramite il riutilizzo degli scarti di lavorazione della pelle, per l'ottenimento di pannelli da impiegare in ambito edilizio.

A tal proposito, il lavoro è stato così sviluppato: nella prima parte si è inquadrato il tema del design sistemico e dell'economia circolare, in generale e applicato al caso dell'industria conciaria, per poi proseguire con un inquadramento complessivo delle industrie conciarie e un'attenta e dettagliata analisi del processo di concia e delle principali criticità ambientali.

Prima di iniziare con la fase vera e propria della sperimentazione, si è proceduto con uno studio dello stato dell'arte riguardante il riuso degli scarti conciari, soffermandosi anche sull'analisi di alcune pubblicazioni scientifiche. Questo ha permesso di indagare e capire a fondo alcune caratteristiche importanti degli scarti, per immaginare un possibile riutilizzo come materiale isolante. In questa fase preliminare, sono stati inoltre analizzati anche alcuni prodotti, prevalentemente in ambito edilizio e architettonico, attualmente in commercio, o comunque brevettati, che come materiale predominante utilizzano gli sfridi della pelle.

Queste ricerche hanno permesso di iniziare la fase di sperimentazione, che si è svolta attraverso una prima ricerca di aziende disponibili a fornire il loro contributo tecnico e le materie prime da utilizzare per la realizzazione di campioni rigidi, portando successivamente alla definizione degli scarti e dei leganti.

La fase centrale della sperimentazione ha interessato la formazione di diverse miscele, atte all'ottenimento di un mix design ottimale che permetta di raggiungere buone caratteristiche di resistenza meccanica e porosità.

Per lo studio dei diversi campioni si è scelto di seguire un iter processuale tale da permettere una futura replicabilità, illustrato nel dettaglio per ogni provino.

Infine, sono stati analizzati e confrontati i provini ottenuti, al fine di individuarne potenzialità e criticità, facendo emergere futuri possibili scenari per nuovi sviluppi.

01

DESIGN E AMBIENTE

- 1.1 EVOLUZIONE DEL DESIGN PER LA SOSTENIBILITÀ NELL'ECONOMIA CIRCOLARE
- 1.2 RIUSO DEI RIFIUTI IN ARCHITETTURA

EVOLUZIONE DEL DESIGN PER LA SOSTENIBILITÀ NELL'ECONOMIA CIRCOLARE

DAL DESIGN DEL PRODOTTO AL DESIGN PER L'INNOVAZIONE, DAL PUNTO DI VISTA AMBIENTALE E SOCIALE

Nel 1987, lo sviluppo sostenibile viene definito nel Rapporto di Brundtland come uno sviluppo in grado di assicurare “il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri”¹.

Attualmente, il concetto di sostenibilità viene attribuito a un intero sistema e non ai singoli elementi che lo compongono. Pertanto, raggiungere la sostenibilità richiede un approccio sistemico multi-scala e una progettazione e pianificazione. Il declino sempre più rapido degli ecosistemi terrestri, acquatici e della biodiversità² ha portato alla necessità di intervenire attraverso azioni urgenti, al fine di mitigare e adattarsi al cambiamento climatico. Emerge quindi una radicale trasformazione del modo in cui opera l'attuale società umana, che porta con sé cambiamenti tecnici, sociali, culturali, comportamentali e istituzionali³.

Con l'adozione della direttiva sulla progettazione ecocompatibile da parte della Commissione Europea⁴, che impone la valutazione del ciclo di vita, da effettuare associata ai sistemi di gestione ambientale, la progettazione ecocompatibile è diventata l'obiettivo principale per la maggior parte delle grandi aziende. Nonostante ciò, la progettazione ecosostenibile presenta delle carenze, come ad esempio il fatto che la dimensione sociale della sostenibilità copra un ruolo fondamentale per quanto riguarda le questioni relative alla distribuzione delle risorse e dell'impatto sociale, venendo tuttavia spesso tralasciata e non considerata nelle valutazioni del ciclo di vita.

I primi esempi di Green design si focalizzavano principalmente sulla riduzione

1 WCED, “Our Common Future”, Oxford, New York: Oxford University Press, 1987

2 Butchart S. H., Walpole M., Collen, B., Strien A., Scharlemann J. P., Almond R. E., “Global biodiversity: Indicators of recent declines”, *Science*, 328, 2010, pp. 1164-1168.

3 Geels F. W., “Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective”, *Technological Forecasting and Social Change*, 72, 2005, pp 681-696.

4 Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council of 6 July 2005 Establishing a Framework for the Setting of Ecodesign Requirements of Energy-Using Products and Amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council.

dell'impatto ambientale attraverso la riprogettazione delle qualità individuali dei singoli prodotti⁵, seguendo la gerarchia dei rifiuti nell'ottica del ridurre, riutilizzare e riciclare. Inoltre, un design sostenibile può significare anche migliorare l'efficienza del prodotto e l'ingegnerizzazione del processo.

Il termine ecodesign viene utilizzato anche come sinonimo di green design, nonostante abbia una significativa differenza. Infatti, con l'ecodesign si analizza l'intero ciclo di vita dei prodotti, dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento finale. Il suo obiettivo generale è quindi quello di ridurre al minimo il consumo di risorse naturali ed energia e il conseguente impatto sull'ambiente, massimizzando al contempo i benefici per i clienti. Assegna all'ambiente lo stesso valore di altri fattori più tradizionali, come il profitto, la funzionalità, l'estetica, l'ergonomia, l'immagine e la qualità generale⁶.

L'ecodesign offre, quindi, diverse strategie di progettazione, atte ad aumentare la durata di un prodotto⁷. Infatti, per alcune categorie di questo, la fine della loro vita non è causata da problemi tecnici, bensì dall'obsolescenza psicologica, in quanto, ad oggi, si stanno sviluppando studi e ricerche che esplorano la relazione utente-prodotto e il ruolo del design, per rafforzare questo legame al fine di allungare la vita dei prodotti.

Un approccio alla progettazione ecocompatibile può fornire ai progettisti una serie di strategie, al fine di ridurre l'impatto ambientale di un prodotto durante l'intero ciclo di vita⁸. Tuttavia, questo approccio non pone attenzione al comportamento degli utenti, in quanto questi hanno un'influenza considerevole sull'impatto complessivo. Ci sono, infatti, ricerche e progetti che analizzano come il design possa influenzare il comportamento degli utenti e, attraverso diversi approcci, mirando al cambiamento comportamentale dell'utenza nei confronti dell'oggetto progettato. Un esempio di questo modello è stato sviluppato dall'università di Loughborough⁹, che propone una serie di strategie d'intervento progettuale basate sul fornire informazione e feedback, premiare, vincolare e proporre vantaggi.

5 Mackenzie D., *Green Design: Design for Environment (2nd ed.)*, Hong Kong: Laurence King, 1997

6 Brezet H., Hemel C., *ECODESIGN: A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption*, Paris: UNEP, 1997

7 Charter M., Tischner U., *Sustainable Solutions. Developing Products and Services for the Future*, Sheffield UK: Greenleaf Publishing Limited, 2001

8 Pigozzo D. C. A., McAlone T. C., Rozenfeld H., "Characterization of the state-of-the-art and identification of main trends for ecodesign tools and methods: Classifying three decades of research and implementation", *Journal of the Indian Institute of Science*, 95(4), 2015, pp. 405-427

9 Bhamra T., Lilley D., Tang T., "Design for sustainable behaviour: Using products to change consumer behaviour", *The Design Journal*, 14(4), 2011, pp. 427-445.

DESIGN ISPIRATO ALLA NATURA: DESIGN CRADLE TO CRADLE E PROGETTAZIONE BIOMIMETICA

Alcuni studiosi e ricercatori della progettazione sostenibile pensano che la produzione e il consumo sostenibile debbano imitare i processi naturali. Ci sono due modelli che si ispirano a questo principio, il primo è il design cradle to cradle e il secondo è la progettazione biomimetica.

Il concetto del design cradle to cradle, promosso dall'architetto William McDonough e dal chimico Michael Braungart, è basato sul concetto dell'eco-efficienza per cui il cibo è uguale al rifiuto¹⁰. Infatti, l'eco-efficacia pone l'accento su un approccio rigenerativo, reso effettivamente operativo con la definizione rifiuti uguale a cibo. Un esempio di progettazione cradle to cradle è quello della Nike Considered, linea di scarpe progettate per essere facilmente riciclate, utilizzando sistemi alternativi di assemblaggio anziché i classici materiali adesivi.

Invece, per quanto riguarda il design biomimetico, questo utilizza la natura come modello, misura e guida, studiandola e adattandola per risolvere i nostri problemi. Questa progettazione si basa su tre livelli teorici e pratici di progettazione; il primo imita le forme della natura, il secondo imita i processi e il terzo imita gli ecosistemi¹¹.

Gli approcci progettuali inclusivi, a livello di innovazione del prodotto, sono cruciali nel ridurre l'impatto ambientale dei prodotti e dei processi produttivi. Tali approcci risultano fondamentali e necessari, ma non sufficienti per ottenere miglioramenti al fine di raggiungere la sostenibilità. Le innovazioni di prodotto, talvolta, costituiscono soluzioni che non vanno alla radice del problema della sostenibilità e, pertanto, è necessario spostarle dal solo focus di miglioramento del prodotto verso un approccio più ampio, focalizzato sulla produzione di cambiamenti strutturali nel modo in cui produzione e consumo dei sistemi siano organizzati.

DESIGN SISTEMICO

Il Design sistemico prende in prestito le dinamiche del mondo naturale, come quelle metaboliche, e le innesta in quello industriale, con un'attenzione ai flussi di materia ed energia per eliminare gli scarti di produzione.

Già dalla metà del XX secolo, ci fu una chiara percezione del fatto che le questioni ambientali non potessero essere risolte solo attraverso metodi legati alla riduzione ma che fosse quindi essenziale adottare un approccio basato sul design sistemico, in altre parole, pensare attraverso relazioni che esistono tra loro, sistemi e sottosistemi.

Il design è oggi parte dell'intera catena del valore aggiunto di un prodotto

10 Braungart M., McDonough W., Bollinger A., "Cradle-to-cradle design: Creating healthy emissions e A strategy for eco-effective product and system design", *Journal of Cleaner Production*, 15(13e14), 2007, pp. 1337-1348

11 Benyus J. M., *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, New York: William Morrow & Co., 1997

o servizio, ampliando progressivamente la sua azione, per includervi sistemi ed esperienze. Questo, per la sua natura, occupa un aspetto baricentrico, in quanto il compito del designer contemporaneo è confrontarsi e trovare soluzioni innovative per l'umanità, fatto possibile solo attraverso il dialogo con altre discipline, con l'obiettivo di valorizzare comunità e territori. Questo particolare approccio viene definito progettazione sistemica, la quale ha come scopo quello di contribuire a ridurre l'impatto dei flussi antropici sulle risorse naturali, inserendosi nell'economia in una posizione diametralmente opposta a quella dell'economia lineare (l'attuale modello basato sulla triade prendere/fare/smaltire). La progettazione dei flussi viene modificata in modo tale che gli output diventino gli input di un altro sistema di produzione, portando anche a cambiamenti più radicali in termini di cultura, relazioni sociali e civiltà.

Risulta quindi essere una pratica virtuosa con il potenziale di impattare positivamente sul territorio in termini di occupazione, sostenibilità ambientale, riduzione dei rifiuti e maggiore partecipazione da parte di attori del processo e, più in generale, della società civile. Oggi, il designer sistemico deve progettare strategicamente uno scenario che non si concentri sull'innovazione di un prodotto fine a se stesso, ma implichi lo sviluppo di questioni più ampie, che richiedono il contributo e la competenza di altri campi, adottando così un approccio interdisciplinare.

Come già detto, il design sistemico è un approccio ispirato alla natura che imita gli ecosistemi naturali, mirando a creare non solo ottimi prodotti, ma anche sistemi industriali complessi, e a implementare la produzione sostenibile, in cui i flussi di materiale ed energia sono progettati in modo tale che gli sprechi di un processo produttivo diventino input per altri processi, evitando di rilasciare così gli scarti in ambiente¹². Inoltre, il design sistemico adotta un approccio territoriale, esaminando risorse, attori e risorse socioeconomiche locali con l'obiettivo di creare collegamenti sinergici tra i processi produttivi, come ad esempio tra quello agricolo e quello industriale, spostandosi così su processi naturali sul territorio circostante. Questo approccio consente di progettare/pianificare il flusso di materia ed energia, da un elemento del sistema, all'input per un altro. Tuttavia, presenta un problema fondamentale, in quanto è quasi esclusivamente finalizzato agli aspetti produttivi, senza affrontare la riduzione del consumo da parte degli utilizzatori.

L'approccio al design sistemico ha dimostrato le sue potenzialità come metodo per gestire sistemi complessi e per affrontare le questioni chiave che lo riguardano, come sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Ognuno di noi partecipa al rafforzamento del modello culturale esistente senza farsi alcuna domanda, senza nemmeno riflettere se ciò che fa sia giusto o sbagliato e se le possibili conseguenze dell'azione che sta svolgendo possano danneggiare altri in modo diretto o indiretto. La prima considerazione che va fatta è quella che siamo abituati a comportamenti e scelte che mirano a

12 Barbero S., Toso D., "Systemic design of a productive chain: Reusing coffee waste as an input to agricultural production", *Environmental Quality Management*, 19(3), 2010, pp. 67-77

risolvere solo i nostri bisogni individuali, spostandoci sempre più in una sfera personale autodichiarata¹³. Non ci sono più obiettivi comuni da raggiungere in uno sforzo collettivo condiviso: la società sta diventando sempre più frammentata e l'accumulo e l'ostentazione di denaro emerge con forza. Occorre una nuova consapevolezza delle persone per comprendere appieno le azioni che l'individuo quotidianamente provoca, facendole ricadere anche sugli altri e sull'ambiente.

Le attività di produzione consistono in più azioni che, nella loro sequenza temporale e funzionale, costituiscono l'intera produzione. La suddivisione delle azioni ci consente anche di identificare i file che utilizzano la maggior parte degli input o che generano output, collegandoli alle altre attività da cui li prendiamo o li rinviamo.

La natura è il sistema più efficiente, definisce le linee di un modello a favore di una lettura critica dei processi e la ridefinizione di questi ultimi come sistemi aperti. Non ci sono sprechi e tutto l'eccesso viene metabolizzato dal sistema come flusso dinamico attraverso i 5 regni (vegetale, animale, funghi, alghe e batteri).

Tutto ciò che è rifiuto o tossico per un regno può essere considerato una fonte di cibo e materia prima per un altro. Gli innumerevoli sistemi diversificati, altamente localizzati e specializzati, risultano durevoli ed efficienti e l'interazione tra le diverse specie all'interno di un sistema permette di creare e separare la materia e stabilizzare elementi tossici e potenzialmente nocivi, il tutto a pressione e temperatura ambiente.

Vedere come risorse la qualità e la quantità dei rifiuti prodotti è la base di un nuovo modello economico. Infatti, si utilizza un flusso continuo di materia ed energia che genera nuovi prodotti, nuovi posti di lavoro e, di conseguenza, una nuova economia, esattamente il contrario della visione lineare per cui i rifiuti sono un problema.

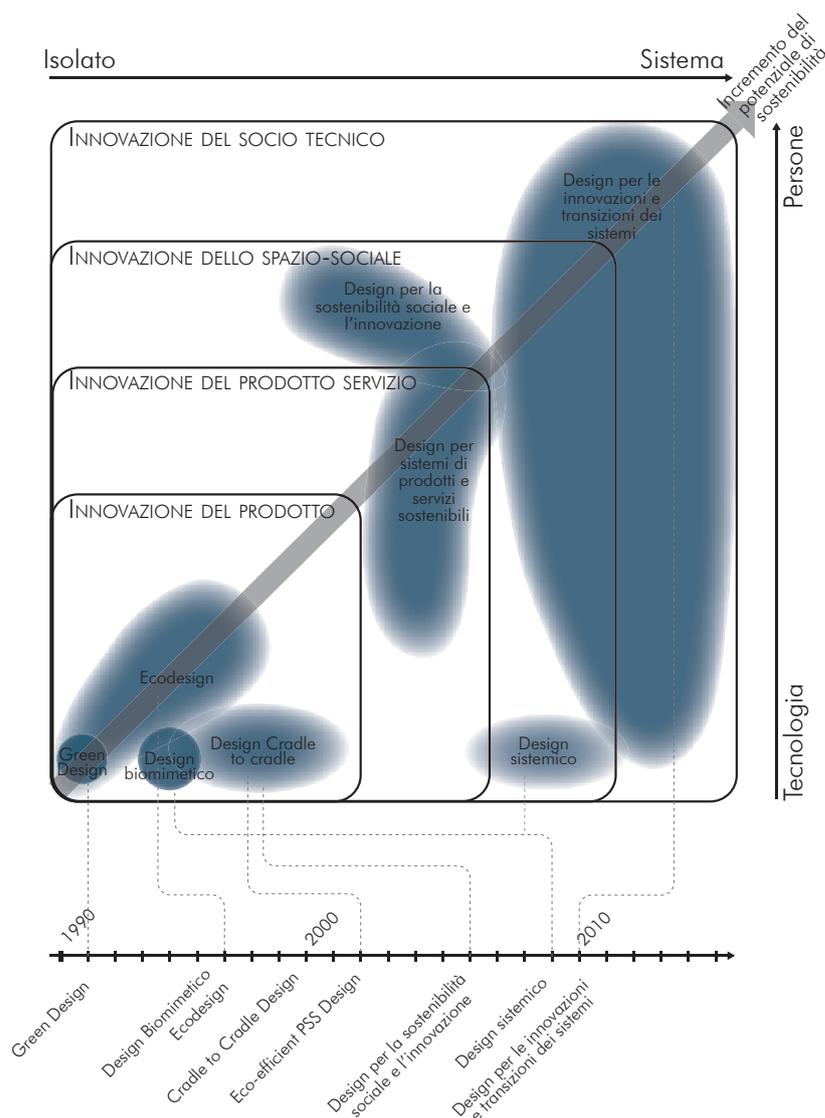
Le relazioni tra le varie parti costituiscono il sistema stesso e ne permettono l'identificazione; ogni elemento o nodo è strategico solo se è correlato a un altro, che può essere interno o esterno al sistema creando nuove relazioni e nuove dinamiche di sviluppo per avere un'economia netta.

Nella seguente tabella, si vogliono sintetizzare le varie tipologie di approccio al design improntato sull'ambiente e sulla sostenibilità, precedentemente analizzati.

Tipologia	Descrizione	Principali limiti	Principali potenzialità
Greendesign	Riduzione dell'impatto ambientale attraverso una riprogettazione delle qualità individuali dei singoli prodotti.	Non tiene conto del consumismo, si concentra esclusivamente sul risolvere i problemi, non fornendo significativo guadagno ambientale.	Possibili sinergie con altri approcci.
Ecodesign	Riduzione dell'impatto ambientale focalizzata sull'intero ciclo di vita dei prodotti, dall'estrazione delle materie prime fino al fine vita.	Si concentra esclusivamente sui problemi ambientali e non sulla causa di alcuni problemi e non tiene conto del comportamento dell'utente nell'uso del prodotto.	Possibili sinergie con altri approcci.

13 Bistagnino L., *Il guscio esterno visto dall'interno*, Milano, Casa Editrice Ambrosiana, 2008

Design cradle to cradle	Approccio rigenerativo, basato sul concetto che il rifiuto sia uguale al cibo.	Alcuni concetti rimangono retorici e non sono totalmente giustificati.	Migliorare l'approccio su cui si fondano possibili sinergie con altri approcci.
Design biomimetico	Imita la natura nella progettazione delle forme, dei prodotti e dei sistemi, utilizzandola come modello, misura e guida.	Imita un processo naturale, talvolta è forviante e non sempre sostenibile.	Possibili sinergie con altri approcci.
Design sistemico	Approccio ispirato alla natura, cioè che imita gli ecosistemi rurali.	L'approccio è principalmente focalizzato sugli aspetti produttivi, senza affrontare il problema della riduzione del consumo individuale.	Possibili sinergie con altri approcci.

Fig. 1. Approcci DfS¹⁴

Come illustrato nel grafico sovrastante, gli approcci al Design for Sustainable (DfS) possono essere classificati in quattro diversi livelli di innovazione: per il

14 Ceschin F., Gaziulusoy I., *Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions*, Design Studies, 2016, pp. 26, <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>

prodotto, per il prodotto/servizio, per lo spazio-sociale e per il socio tecnico. Ogni approccio DfS è mappato come area, mostrando in questo modo le sovrapposizioni tra i diversi livelli di innovazione e tra i diversi approcci DfS. Il colore invece indica se l'approccio sta affrontando la dimensione ambientale sostenibile o quella socio-etica. Il quadro complessivo così ottenuto vuole fornire una comprensione dell'evoluzione complessiva dei DfS, nonché una chiara immagine di come i vari approcci DfS contribuiscano a particolari aspetti della sostenibilità.

Il campo DfS ha ampliato la sua portata teorica e pratica nel corso degli anni, mostrando un'evoluzione cronologica. Infatti, le prime discussioni si sono svolte alla fine degli anni '90 ma il principale impulso allo sviluppo è arrivato negli anni 2000.

L'attenzione al DfS si è progressivamente estesa dai singoli prodotti ai sistemi complessi, dando maggior importanza anche agli aspetti legati alle persone.

Per raggiungere la sostenibilità, sono necessarie innovazioni tecnologiche integrate da innovazioni sociali¹⁵, dando importanza anche al ruolo che il design può svolgere nell'innovazione sociale dei processi.

L'ECONOMIA CIRCOLARE

In linea con i concetti alla base del design sistemico, viene introdotto anche il principio dell'economia circolare, secondo il quale viene annullata l'idea di "spreco", promuovendo, invece, un riutilizzo del rifiuto che diventa materia prima per la realizzazione di un nuovo prodotto.

L'economia circolare sostiene l'attuazione dell'Accordo di Parigi dell'Agenzia delle Nazioni Unite per il 2030 sullo sviluppo sostenibile. Inoltre, ci sono innumerevoli vantaggi nello spostarsi dall'attuale sistema economico lineare a un'economia circolare, soprattutto in quanto è stato stimato che, con le attuali tendenze, avremmo bisogno di risorse naturali tre volte maggiori entro il 2050¹⁶. Anche per questo motivo, l'economia circolare non è solo un aspetto ambientale, ma una necessità.

Intraprendere il percorso verso l'economia circolare significa spostarsi da un approccio lineare e meccanicistico a uno olistico integrato, in cui il numero di variabili e relazioni genera un complesso sistema ambientale.

L'economia circolare è un sistema che ruota attorno all'estrazione, produzione di materie prime, assorbimento ed eliminazione dei rifiuti. Per questo, i rifiuti, sia che siano sepolti, dispersi o bruciati, hanno una forza devastante.

Lo sfrenato consumo di combustibili fossili ha devastato il clima del pianeta, spostando il carbonio dal sottosuolo all'atmosfera, l'uso del suolo ha decimato

15 Geels F. W., *Technological Transitions and System Innovations: A Coevolutionary and Socio-technical Analysis*, Cheltenham, UK: Northampton, Mass.: Edward Elgar, 2005

16 UNEP, "Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth", 2011

le foreste presenti sulla terra e l'uso massiccio della plastica negli imballi ha devastato i fiumi e gli oceani del mondo. In tutto ciò, l'economia circolare può essere considerata come l'antidoto di questo virus.

L'economia circolare non è solo legata ai problemi ambientali o a una teoria ecologica, è anche un problema di mercato; basti pensare alla scarsità di risorse, all'aumento dei prezzi delle materie prime, alla carenza dell'offerta, alla fragilità in determinati punti della catena di approvvigionamento globale, facendo salire i costi di gestione dei rifiuti alle stelle.

Risulta quindi un modello economico in continua evoluzione e di grande complessità, in quanto tutte le attività, dall'estrazione alla produzione, fino al fine vita, sono organizzate in modo tale che i rifiuti e il materiale inutilizzato di qualcuno diventino una risorsa per qualcun altro.

Nel rapporto "Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe" realizzato con McKinsey Venter per gli affari e l'ambiente, si stima che il modello circolare potrebbe effettivamente consentire una crescita dell'11% del PIL Europeo entro il 2030 (7 punti in più rispetto alla crescita consentita dal modello lineare), una riduzione delle emissioni del 48% (che potrebbe salire all'84% entro il 2050) e un aumento del reddito delle famiglie del 18%. Se crescerà costantemente nei prossimi cinque anni, l'economia circolare potrebbe generare 450 milioni di euro risparmiati su costi dei materiali, la creazione di 100.000 nuovi posti di lavoro e la produzione di 100 milioni di tonnellate di rifiuti.

Una sfida importante per il successo comune è l'adozione del modello dell'economia circolare su larga scala per renderla attraente sia per le imprese che per i consumatori, incoraggiando il comportamento della società a più livelli verso cambiamenti ecocompatibili.

Una condizione preliminare per far intraprendere investimenti alle industrie nel campo dell'economia circolare è l'esistenza di un quadro normativo chiaro e coerente. Deve, altresì, emergere una chiara distinzione tra rifiuti e sottoprodotti, che a sua volta implica l'applicazione di un diverso quadro legislativo.

Pertanto, obiettivi contrastanti e incoerenti all'interno del quadro legislativo e mancanza di standard dell'UE sono alcune delle principali preoccupazioni che ostacolano le iniziative industriali.

Infatti, la legislazione può anche essere un potente strumento politico per promuovere l'economia circolare, stabilendo regole e standard per l'ecodesign di nuovi prodotti, al fine di aumentare la durabilità, la capacità e la facilità di riutilizzo e riciclaggio e di promuovere incentivi mirati a sgravi fiscali, per compensare i maggiori costi di produzione in processi circolari.

DESIGN SISTEMICO E ECONOMIA CIRCOLARE NELL'INDUSTRIA CONCIARIA

Nel quadro dei principi sopra analizzati, l'ecodesign come strategia di progettazione atta ad aumentare la durata di un prodotto, il modello cradle to cradle che pone l'accento su un approccio rigenerativo del rifiuto e, infine, il design sistemico e l'economia circolare che promuovono il riutilizzo di un rifiuto come materia prima per un nuovo prodotto, si inserisce il presente lavoro di tesi.

Come ambito di ricerca, si è scelto, vista l'importanza a livello nazionale per quantità prodotta e fatturato, il settore dell'industria conciaria.

Questa realtà viene spesso comunemente associata a concetti di inquinamento e di insostenibilità ambientale, a causa dei processi energivori che la caratterizzano.

Per sua natura, tuttavia, l'industria conciaria si pone come anticipatrice di questo modello, in quanto la materia prima che utilizza deriva, per la maggior parte, dagli scarti della macellazione. Inoltre, molte aziende conciarie stanno investendo e ricercando, al fine di migliorare il processo produttivo e riuscire ad inserirsi a 360 gradi all'interno di un modello economico circolare.

Ad oggi questo processo produttivo genera ingenti quantità di rifiuti, che vengono smaltiti, con innumerevoli problematiche ambientali ed economiche.

Si tratta, di rifiuti con grosse potenzialità; già dalle prime fasi di lavorazione della pelle, risulta quasi essenziale riutilizzare questi scarti, in quanto contengono proteine e amminoacidi dall'alto valore potenziale agronomico. Infatti, il carniccio, i cascami e le trippe da spaccatura, di cui si parlerà meglio in seguito, già conciati, dopo opportuni trattamenti, per mezzo dell'idrolisi, sono una fonte preziosa di nutrienti e ammendanti, che vengono impiegati per prevenire e combattere l'infertilità dei terreni. Allo stesso modo, si possono ottenere anche ritardanti da utilizzare nell'industria del gesso, che ne aumentano il tempo di presa, permettendo una migliore lavorabilità e indirizzando il settore dell'edilizia verso una maggiore sostenibilità.

Di seguito, viene illustrato l'attuale modello dell'economia circolare, che viene utilizzato dalle concerie italiane, che permette il riutilizzo degli scarti della lavorazione della pelle, all'interno delle concerie.

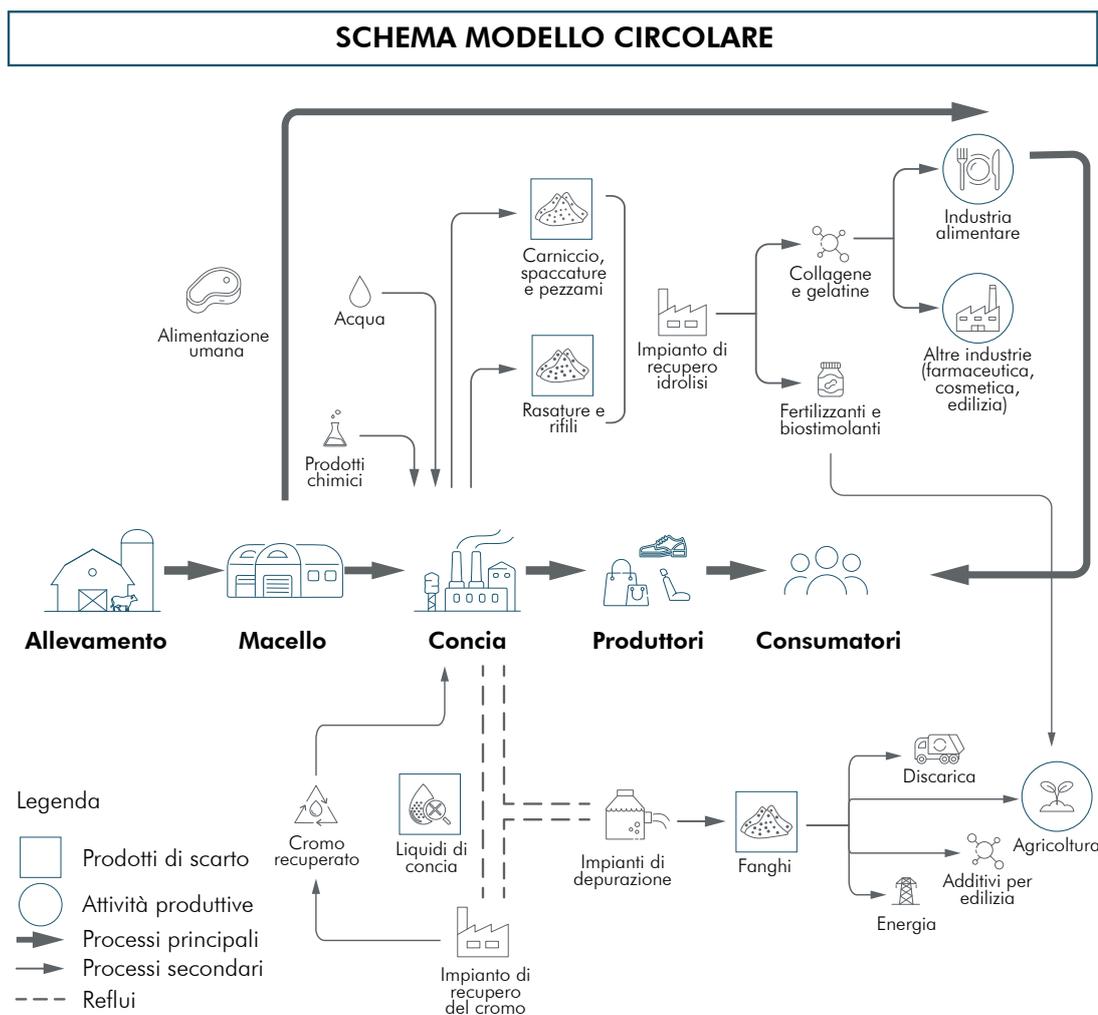


Fig. 2. Schema dell'economia circolare nel processo di concia delle pelli¹⁷

Il presente lavoro di tesi si inserisce in questo quadro, già ampiamente diffuso per quanto riguarda l'ottenimento di alcuni prodotti. Tuttavia, questi scarti presentano numerose potenzialità nel settore dell'edilizia, e di seguito ne verranno indagate alcune, che ad oggi, risultano ancora poco sviluppate o in fase di ricerca.

Per questo motivo si è pensato, visto l'alto potenziale di questi materiali scartati durante il processo conciario, proprio alla sperimentazione di pannelli da utilizzare in ambito architettonico ed edilizio.

17 UNIC (a cura di) *La pelle italiana è benessere crescita responsabilità impegno rispetto futuro sinergia*, Rapporto di sostenibilità 2019, pp. 24

RIUSO DEI RIFIUTI IN ARCHITETTURA

Da sempre, l'uomo ha avuto un rapporto problematico con i rifiuti.

Il problema dell'eliminazione dei rifiuti è sempre più presente a causa della spinta produttiva che è avvenuta dopo la rivoluzione industriale. In conseguenza alla continua produzione e crescita dei beni, questi sono sempre più slegati dall'utilità e vengono considerati come espressione del nostro essere¹⁸.

Infatti, ogni oggetto, dopo la sua vita, che può essere più o meno lunga, cesserà di svolgere la funzione per cui è stato prodotto, diventando così un rifiuto. Secondo la normativa, si definisce rifiuto ciò di cui il detentore si disfi o abbia l'obbligo di disfarsi. Questo non nega però che un rifiuto non possa essere più utilizzato, acquisendo una seconda opportunità.

I consumi energetici degli edifici in Europa rappresentano il 40% del totale¹⁹ del fabbisogno energetico. In particolare, in Italia le abitazioni hanno un consumo maggiore per metro quadro, addirittura tre volte tanto rispetto a nazioni con caratteristiche climatiche più avverse, come i paesi del Centro e Nord Europa.

Un approccio e un progetto sostenibile in architettura deve necessariamente prevedere ridotti consumi energetici, porre attenzione alla qualità architettonica e tenere in conto tutte le fasi di vita utile di un edificio, partendo dalla costruzione, per pensare alla gestione e alla successiva manutenzione, fino ad arrivare alla sua dismissione e smaltimento.

Progettare in modo sostenibile impone una revisione di tutti i principi di fondo e dei processi realizzativi, portando ad un controllo degli elementi costruttivi, che possa prevedere una razionalizzazione delle fasi attraverso sistemi sempre più meccanici.

Per questa ragione, risulta molto importante la selezione dei materiali, andando a utilizzare prodotti con un minor impatto ambientale, che richiedono poche risorse nella produzione e nelle successive fasi, come quelle di uso, manutenzione e smaltimento.

Un altro aspetto importante riguarda la messa in opera dell'edificio, per agevolare le successive fasi di dismissione, prediligendo tecniche costruttive a secco alternative a sistemi più tradizionali a umido.

L'utilizzo di materiali isolanti, ad oggi, ha assunto un ruolo centrale nel garantire agli edifici un'adeguata condizione di benessere termoigrometrico, visivo, acustico, luminoso e olfattivo, limitando al minimo l'uso degli impianti e delle fonti di energia non rinnovabili e portando ad incentrare la ricerca in campo edilizio sempre più sullo sviluppo di sistemi di involucro performanti.

18 Margherita a Villa, *Uso riuso e progetto*, Milano, FrancoAngeli, 2000

19 "Energy performance of buildings" 2002/91/CE - Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.

Per queste ragioni, questo studio vuole concentrarsi sulle prime fasi di realizzazione di PIPeR, Pannello Isolante in Pelle Riciclata. Infatti, tramite il riutilizzo dei rifiuti prodotti durante le fasi di lavorazione della pelle, si vuole ottenere un pannello ecosostenibile da utilizzare come materiale isolante nell'involucro edilizio.

Si è deciso di indagare su un materiale che possa costituire l'involucro di un edificio, in quanto corrisponde alla porzione dell'organismo edilizio che più si presta ad essere indagato per la complessità dei temi progettati.

Perciò, è possibile immaginare il pannello PIPeR accoppiato ad altri materiali, che insieme permettano di ottenere un pacchetto tecnologico costituito da materiali ecocompatibili, privilegiando una progettazione virtuosa in termini di sostenibilità ambientale e portando, inoltre, a un risparmio energetico. Questo pacchetto va immaginato a secco, favorendo un fissaggio meccanico degli elementi prodotti in stabilimento, demandando al cantiere la sola fase di connessione secondo un progetto integrato. Questo permetterebbe anche un'agevole fase di futura demolizione, rendendo così possibile il recupero e la suddivisione dei materiali per permettere un ulteriore riciclo.

Riutilizzare gli scarti industriali permette indubbiamente un risparmio delle materie prime vergini, in quanto tramite il riutilizzo di un prodotto si evita di estrarre e utilizzare nuovo materiale per ottenere un prodotto analogo, che possa svolgere la stessa funzione. Questo indubbiamente permette di ridurre i rifiuti che solitamente sarebbero destinati alla discarica.

Il settore dell'edilizia, a differenza del passato, può essere considerato un tassello fondamentale nella rivoluzione dell'economia circolare²⁰.

Di seguito si elencano alcuni materiali ottenuti tramite il riuso di rifiuti e scarti di produzione tratti dalla pubblicazione "100 materiali per una nuova edilizia"²¹:

- RECYCLETHERM KM0: materiale termoisolante e fonoassorbente in fibre tessili riciclate, ottenuto da scarti tessili pre e post consumo con un processo produttivo a basso impatto ambientale;
- BGLASS: materiale isolante riciclato ottenuto tramite la macinazione del vetro e miscelato con attivatori ecologicamente innocui, che una volta riscaldato, permette di ottenere un materiale sia granulato che in lastre di vetro cellulare;
- ISOLCELL: pannello isolante termico e acustico ecosostenibile in carta riciclata, ottenuto da processi di macerazione e trasformazione in fibra e termolegato senza l'utilizzo di colle o resine;
- SINTHERM FR_ sound control: isolante termoacustico in fibra ignifuga anallergica riciclata da PET che, grazie alle sue elevate prestazioni, permette di soddisfare i requisiti delle normative acustiche e termiche; realizzato con fibre di poliestere ottenute dal riciclo delle bottiglie di plastica.

20 Nanni G., Vitelli M.A., Zanchini E., 100 materiali per una nuova edilizia, 2016 p. 5

21 Ivi, p.42



Fig. 3. Pannello RECYCLETHERM KM0, <http://www.maiano.it>



Fig. 4. Materiale sciolto BGLASS, <https://vocedicapitolato.it>



Fig. 5. Pannello ISOCELL, <http://www.maiano.it>



Fig. 6. Pannello SINTHERM FR_sound control, <http://www.maiano.it>

In architettura, non esistono solo esempi di materiali o prodotti edilizi che reimpiegano rifiuti e scarti, da utilizzare come elementi isolati, ma ci sono esempi di edifici interamente realizzati da scarti e materiali riciclati.

Di seguito, si elencano degli esempi di edifici interamente realizzati con l'impiego di rifiuti e scarti.

- Big Dig House (Lexington, 2008)²²: nato dall'idea dello studio Single Speed Design può considerarsi un notevole esempio di riciclaggio in architettura, in quanto vengono riutilizzati i rifiuti infrastrutturali del Big Dig²³, come acciaio e cemento, che vengono riassemblati in modo molto simile a un sistema prefabbricato tradizionale;
- Waste house (Brighton, 2012/2014)²⁴: la casa biologica danese realizzata sulla base dell'idea dell'architetto e professore Duncan Baker-Brown dello studio BBM. Questa è stata la prima costruzione ad avere ottenuto tutti i permessi di costruire a norma di legge. Presenta fondazioni in granulato di scarto prodotto dall'alto forno, la struttura portante fatta in travi e assi dei

22 Informazioni tratte dal sito: <https://ita.architecturaldesignschool.com>

23 The Big Dig è il progetto autostradale più costoso della storia degli Stati Uniti. Infatti, questo prevedeva il dirottamento dell'arteria centrale di un tunnel sotto il cuore di Boston.

24 Informazioni tratte dal sito: <https://www.green.it>

vicini cantieri dismessi e l'involucro costituito da rifiuti come spazzolini da denti, decorazioni natalizie, vecchie vhs e oltre 2 tonnellate di jeans;

- Kollektiv hotel di Bandung (Indonesia, 2017)²⁵: progettato dallo studio Aassociated architects, si tratta di un hotel realizzato con container sovrapposti e modificati, a gruppi di quattro, che alternano vetrate a pareti grecate. Internamente l'hotel è caratterizzato da parti metalliche alternate al verde delle piante, per un effetto industriale ma ugualmente accogliente e confortevole.



Fig. 7. Big Dig House, <https://www.archdaily.com>



Fig. 8. Big Dig House, <https://www.archdaily.com>



Fig. 9. Waste House, <https://www.dezeen.com>



Fig. 10. Waste House, <https://www.dezeen.com>

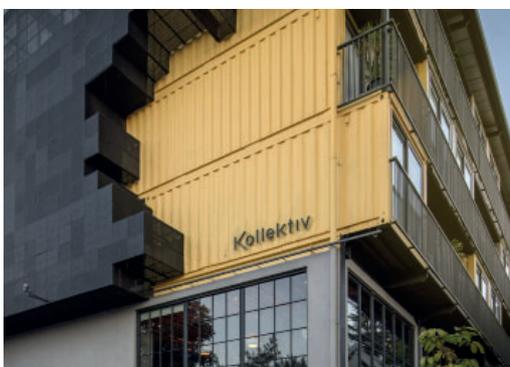


Fig. 11. Kollektiv hotel, <https://www.dezeen.com>



Fig. 12. Kollektiv hotel, <https://www.dezeen.com>

25 Informazioni tratte dal sito: <http://www.associatedarchitects.id>

02

INDUSTRIA CONCIARIA

SOSTENIBILITÀ E TECNICHE

- 2.1 INDUSTRIA CONCIARIA ITALIANA
- 2.2 ANALISI TECNICA DEI PROCESSI DI CONCIA
- 2.3 PRINCIPALI CRITICITÀ AMBIENTALI
- 2.4 ESEMPIO DI IMPATTO AMBIENTALE

INDUSTRIA CONCIARIA ITALIANA

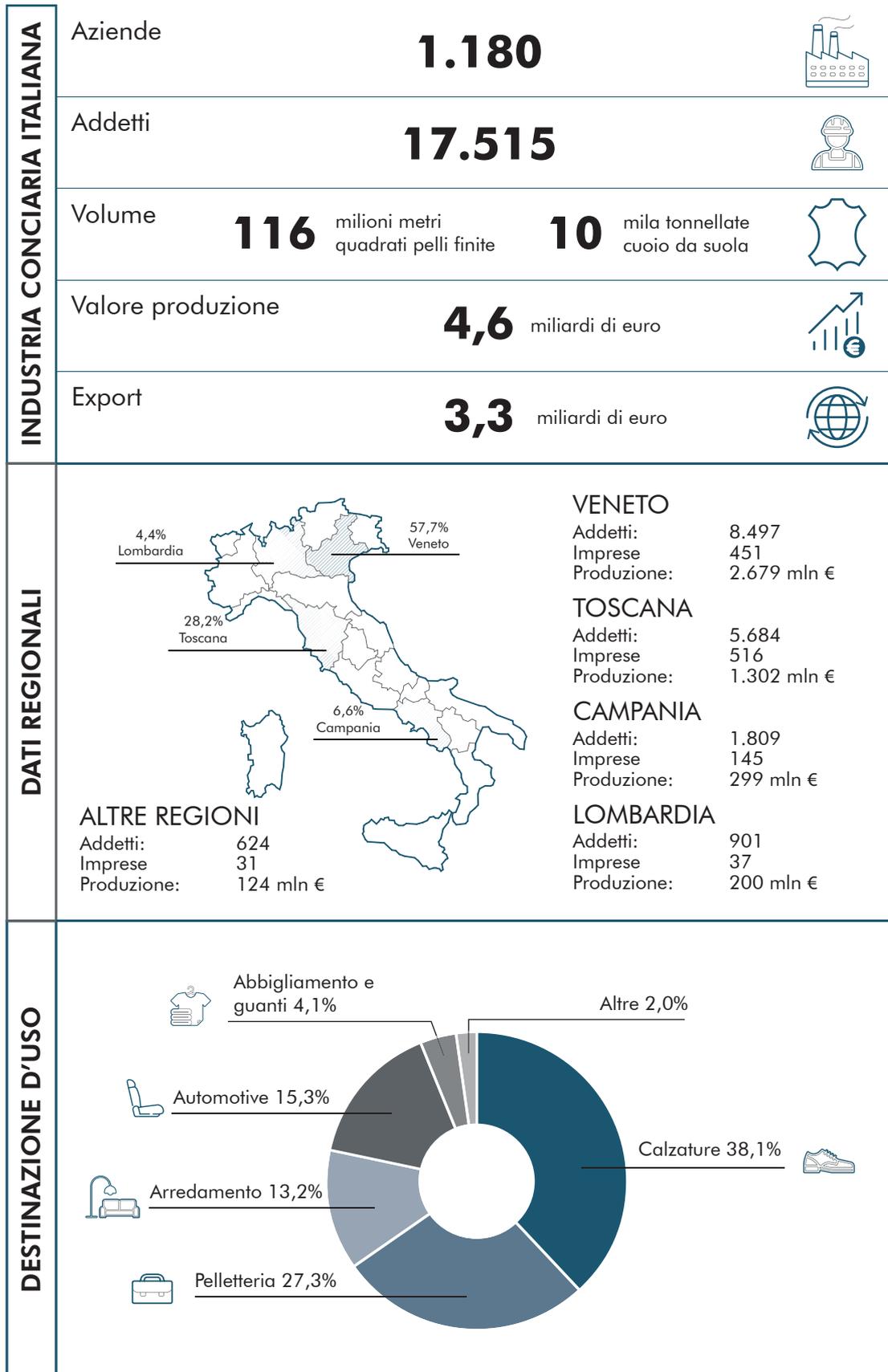
Si parla di sostenibilità nell'industria conciaria da almeno 50 anni, sia per far fronte alle normative ambientali sempre più stringenti, ma anche per andare incontro al continuo mutamento delle esigenze della clientela.

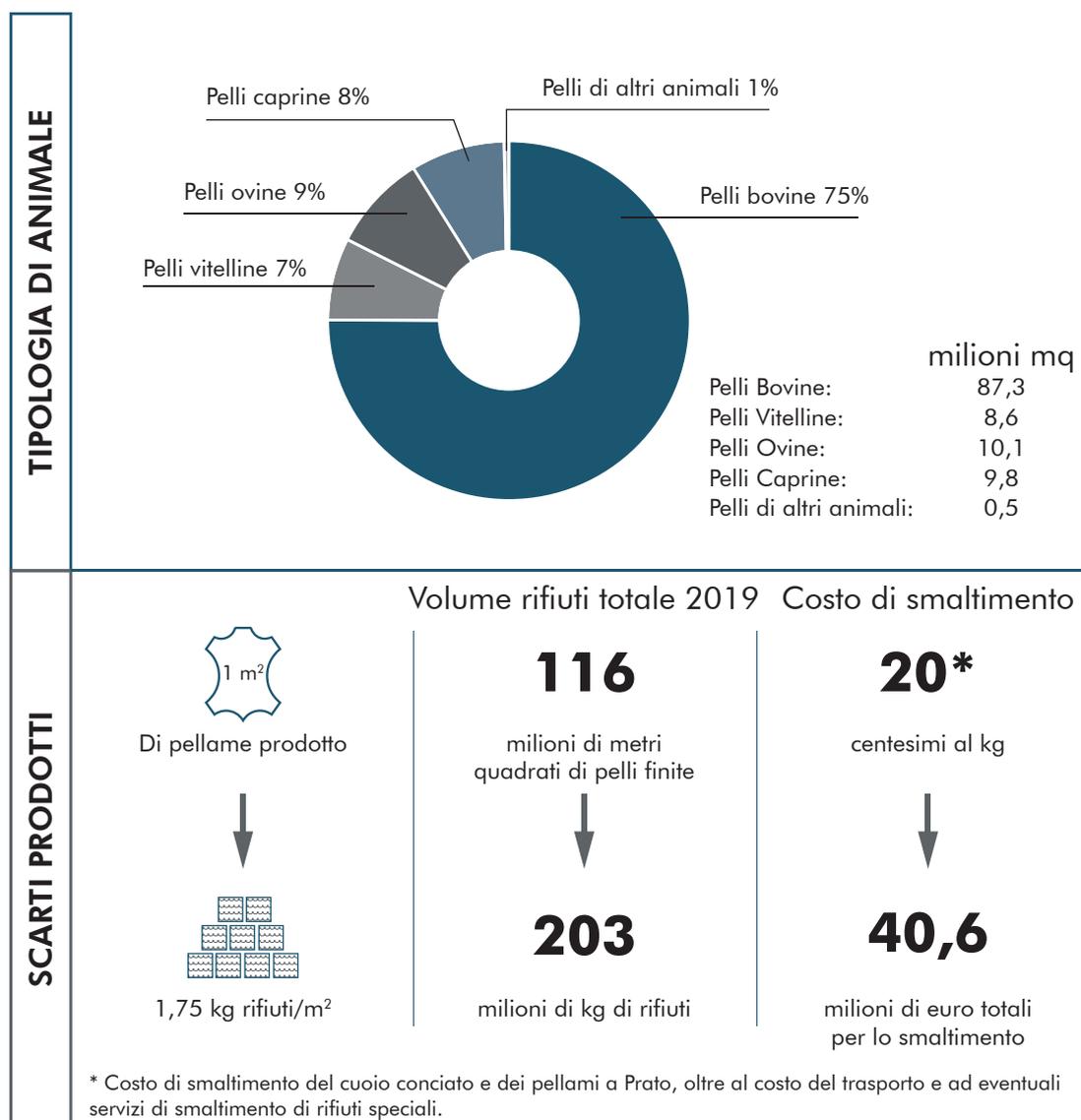
Il settore conciario italiano, da sempre, si è sviluppato secondo un modello distrettuale e diversificando le produzioni. Ogni anno vengono lavorati 128 milioni di metri quadri di pelle e 10 mila tonnellate di cuoio per le suole. La produzione maggiore è quella di pelle bovina, 82%, mentre la restante parte costituisce perlopiù quella ovicaprina, 17%. Entrambe vengono utilizzate in vari settori, dai prodotti di design, all'abbigliamento e all'automotive.

Caratteristica tipica delle industrie conciarie italiane, che ne ha avvantaggiato lo sviluppo, è relativa al fatto che siano localizzate all'interno di distretti, che permettono una simbiosi e collaborazione fra le varie aziende. Il più grande distretto italiano si trova in Veneto, nella provincia di Vicenza, il quale è specializzato nella lavorazione di pelli bovine impiegate nell'automotive, nell'arredamento, nella pelletteria e nelle calzature. Il secondo distretto italiano per dimensioni si trova, invece, in Toscana, nella provincia di Pisa, localizzato nella zona di Ponte a Egola e Santa Croce sull'Arno, primo in Europa per la produzione di cuoio da suola. Inoltre, per quanto riguarda le pelli ovicaprine, queste sono principalmente lavorate in Campania, in provincia di Avellino, nella zona di Solofra, con anche un piccola percentuale in Lombardia, nella provincia di Milano.

Il fattore che ha permesso lo sviluppo di queste aziende è stato la capacità di coniugare il carattere artigianale con la tecnologia d'avanguardia nella produzione dei pellami. Infatti, il reparto conciario Italiano, a livello europeo, incide per il 65%, mentre, a livello globale, per il 22%¹.

¹ UNIC (a cura di) *La pelle italiana è benessere crescita responsabilità impegno rispetto futuro sinergia*, Rapporto di sostenibilità 2019, pp. 27-28.



Fig. 1. La struttura dell'industria conciaria nel 2019².

MODELLO DI CONSUMO E SVILUPPO DELLA CONCIERIA ITALIANA

Utilizzando la pelle animale derivante dalla macellazione come materia prima, la pelle può essere considerata come scarto di una filiera differente. Diventa così possibile considerare l'industria conciaria come una sorta di precursore dell'economia circolare.

I tre principi sui cui si basa questo modello circolare sono riduzione, recupero e durabilità. La riduzione si attua abbattendo i consumi dovuti a una continua evoluzione tecnologica, il che permette di migliorare i processi. Il recupero consiste, invece, nel riutilizzare scarti di altre filiere, che diventano una materia prima. La durabilità, infine, consiste nel produrre un materiale dalle buone caratteristiche, che ne permette un uso prolungato, una rilavorazione e un recupero a fine vita.

2 UNIC (a cura di), *ivi*, pp. 28-29.

Durante il processo di lavorazione dei pellami, oltre ad utilizzare risorse non rinnovabili, si generano rifiuti, scarti ed emissioni in atmosfera, che devono essere opportunamente trattati, al fine di non causare impatti ambientali. Inoltre, i rifiuti che si ottengono durante i processi di concia, generalmente, sono omogenei e facilmente recuperabili se non riciclabili.

Nel corso degli anni, le aziende del settore conciario hanno migliorato la produzione, al fine di ridurre i consumi dei vari processi di lavorazione e dei servizi ad essi correlati. Infatti, si rileva un trend decrescente per gli input, nello specifico nell'utilizzo di energia e acqua. L'utilizzo di risorse, inoltre, è influenzato dalle fasi di lavorazione e dal tipo di articolo che si vuole ottenere, dall'origine dell'animale e dalla destinazione d'uso.

ANALISI TECNICA DEL PROCESSO DI CONCIA DELLA PELLE

Il processo di concia risale a parecchi anni fa, quando venivano trattati i pellami derivanti dalle battute di caccia, trasformandoli da ipotetici rifiuti a prodotti, attraverso un processo che ne permetteva la conservazione e ne impediva la putrefazione. All'epoca, per evitare che a basse temperature le pelli diventassero troppo rigide e ad alte andassero in putrefazione, veniva utilizzato il fumo dei fuochi, rendendole così utilizzabili come contenitori, vestiti o oggetti ornamentali.

CICLO DI LAVORAZIONE DELLE PELLI

Il processo di concia viene impiegato per trasformare la pelle animale, che altrimenti sarebbe considerata un rifiuto, in un prodotto inalterabile e imputrescibile, mediante trattamenti che utilizzano prodotti chimici e lavorazioni.

Le macro-fasi del processo di concia sono:

- Operazioni di riviera: tale fase comprende le operazioni preliminari, operazioni chimiche e meccaniche di riviera;
- Operazioni di concia: tale fase comprende le operazioni meccaniche di concia, decalcinazione e macerazione e sgrassaggio;
- Operazioni di tintura: tale fase comprende le operazioni di neutralizzazione, candeggio, ri-concia e tintura;
- Operazioni di rifinitura: tale fase comprende lavorazioni intermedie e di rifinitura, di asciugatura, pallisonatura, selezione finale, misurazione ed eventuale spedizione.

OPERAZIONI DI RIVIERA

Prima di iniziare con la lavorazione dei pellami è necessario assicurare la conservazione degli stessi, per mantenere intatte le proprietà delle pelli fino all'inizio del processo di riviera.

Il processo di conservazione può essere svolto in due modi, in funzione del tempo trascorso tra la macellazione e l'inizio del processo di riviera. Se la pelle viene utilizzata a breve termine, si conserva mediante raffreddamento; se, invece, si prospetta l'utilizzo dopo parecchio tempo, si procede con la salatura o l'essiccazione. Generalmente tali trattamenti avvengono nei macelli.

La prima fase delle operazioni di riviera è il rinverdimento, che permette al cuoio e alle pelli di riassorbire l'acqua persa durante i trattamenti di conservazione e di asportare la sporcizia, le albumine, le globuline e il sale. Tale lavorazione avviene in bottali³, con l'aggiunta di acqua e di additivi chimici, atti a migliorarne

3 Il bottale, macchinario tipico delle industrie conciarie, è un grande contenitore a tenuta stagna in cui le pelli vengono lavorate durante le varie fasi della concia.

il lavaggio, velocizzarlo e facilitare il rigonfiamento delle pelli.

Successivamente, il processo prevede le fasi di depilazione e calcinazione, le quali consistono nell'eliminazione del pelo tramite l'ausilio di solfuro di sodio, il quale favorisce l'assorbimento degli agenti concianti. Inoltre, avviene l'apertura delle fibre di collagene e parziale saponificazione dei grassi, sempre attraverso lavaggi in bottale o in aspo⁴.

Successivamente ancora, si procede con la scarnatura, processo che avviene tramite un cilindro a lame che asporta il carniccio, il tessuto sottocutaneo del derma. Questa può essere svolta prima del rinverdimento o dopo la calcinazione.

Si procede poi con la selezione, fase in cui si suddividono le pelli in base all'origine dell'animale, alle sue dimensioni e al suo peso. Dopodiché, avviene la spaccatura, che permette la divisione delle pelli in due parti, lato fiore e lato carne, attraverso macchine spaccatrici.

OPERAZIONI DEL REPARTO DI CONCIA

I procedimenti legati al reparto di concia, che avvengono dopo le operazioni di riviera precedentemente descritte, permettono il lavaggio, la modificazione del pH e la preparazione delle fibre collageniche.

La concia viene impiegata per rendere le pelli durature, impedendone la decomposizione. Esistono differenti tipologie di concia: quelle minerali, quelle naturali, quelle organiche e quelle miste.

La prima fase consiste nella decalcinazione, nella quale si ha la rimozione della calce, l'eliminazione del depilante alcalino, la riduzione del rigonfiamento e l'aumento del rilassamento del collagene. Per effettuare tale processo, si utilizzano acidi deboli o sali in bagni d'acqua a 30-37°C.

Dopo la decalcinazione avviene la macerazione, che permette l'eliminazione dei prodotti di degradazione della cheratina e dei residui di follicoli e di epidermide, per migliorare la presa degli agenti concianti. Per effettuare tale lavorazione si possono utilizzare sali di ammonio e enzimi pancreatici.

Al termine di tali fasi, si ottiene "la pelle in trippa" non ancora pronta per essere conservata, in quanto deve essere subito sottoposta al piclaggio, trattamento acido fino ad un pH di 2.5-3 in soluzioni saline di NaCl e H₂SO₄. Tale fase è di completamento alla decalcinazione e serve a consolidare il tessuto fibroso.

Successivamente al piclaggio, si effettua lo sgrassaggio, il quale consiste nell'asportazione del grasso presente in alcune pelli per impedire la formazione di saponi al cromo insolubili, o cristalli di grasso. Tale processo può avvenire tramite l'ausilio di soluzioni acquose contenenti solventi organici e tensioattivi non-ionici, tramite soluzioni acquose contenenti solo tensioattivi non-ionici,

4 L'aspo, macchinario tipico dell'industria conciaria, è una vasca a sezione pressoché semicircolare, munita di un agitatore a pale. Costruita in legno, può avere una capacità di 10-15.000 litri. Rispetto al bottale, in questo l'azione meccanica sulle pelli è di gran lunga più blanda.

oppure tramite soluzioni acquose contenenti soltanto solventi.

Lo steep successivo è quello della concia, processo attraverso il quale la pelle viene impregnata di alcune sostanze in modo irreversibile, bloccando in questo modo i microorganismi. I procedimenti più diffusi sono la concia vegetale (tannino) e la concia minerale (essenzialmente al cromo).

La prima, con un impatto ambientale ridotto, consiste nell'impregnare le pelli con sostanze naturali, è usata principalmente per pelli di pregio e ha lo svantaggio di richiedere tempi più lunghi. La concia minerale, attualmente la più diffusa, trattata con soluzioni a base di solfato basico di cromo, produce invece pelli più morbide e leggere rispetto a quella vegetale. Il suo principale vantaggio è legato alla rapidità del processo, in quanto esso si svolge in meno di 24 ore.

Al termine del processo di concia, si passa al lavaggio e alla riduzione dell'umidità, tramite pressatura, al fine di ridurre la quantità d'acqua assorbita precedentemente e di appiattire e stendere la pelle.

Infine si procede con la spaccatura, attraverso la quale si riduce la pelle a spessori predefiniti e la si divide in due parti, lato fiore e lato carne, per essere trasformata nel prodotto finito. Oltre alla spaccatura talvolta può avvenire la rasatura tramite trattamento meccanico, con presse rotative a feltri.

OPERAZIONI DI TINTURA (POST CONCIA)

Terminato il processo di concia, le pelli devono essere sottoposte ad ulteriori trattamenti in bagni, per poi ricevere la tintura.

Il primo di questi consiste nella neutralizzazione, che sposta il valore del pH in modo ottimale, per permettere la fissazione della tintura-ingrasso. Dopodiché si può procedere con il candeggio, in modo tale da schiarire le pelli e renderle più uniformi. Successivamente, si svolge la fase di ri-concia, processo atto a conferire al cuoio una maggiore consistenza.

Infine, avviene la fase di tintura in cui vengono applicate sostanze coloranti sulla pelle, a base acida. Tali sostanze vengono addizionate in bagni all'interno di macchine automatiche che lavorano a ciclo chiuso.

OPERAZIONI DI RIFINIZIONE

L'ultima fase del ciclo di lavorazione della pelle è la rifinizione. Prima di tutto si procede con l'ingrasso, processo che rende morbide le pelli attraverso l'utilizzo di oli e grassi animali, vegetali o sintetici, immersi in bagni acquosi con l'ausilio di tensioattivi.

Dopo l'ingrasso si effettua l'asciugatura, la quale consiste nello spremere le pelli con appositi rulli, per poi stenderle in essiccatoi.

Per rendere le pelli più morbide, si attuano poi la palissonatura e folonaggio, attraverso l'immissione del prodotto in macchine che producono vibrazioni.

L'ultima lavorazione è la rifinitura vera e propria, attraverso la quale vengono applicate sostanze chimiche atte a proteggere il prodotto finito e a migliorarne l'aspetto e la lavorabilità.

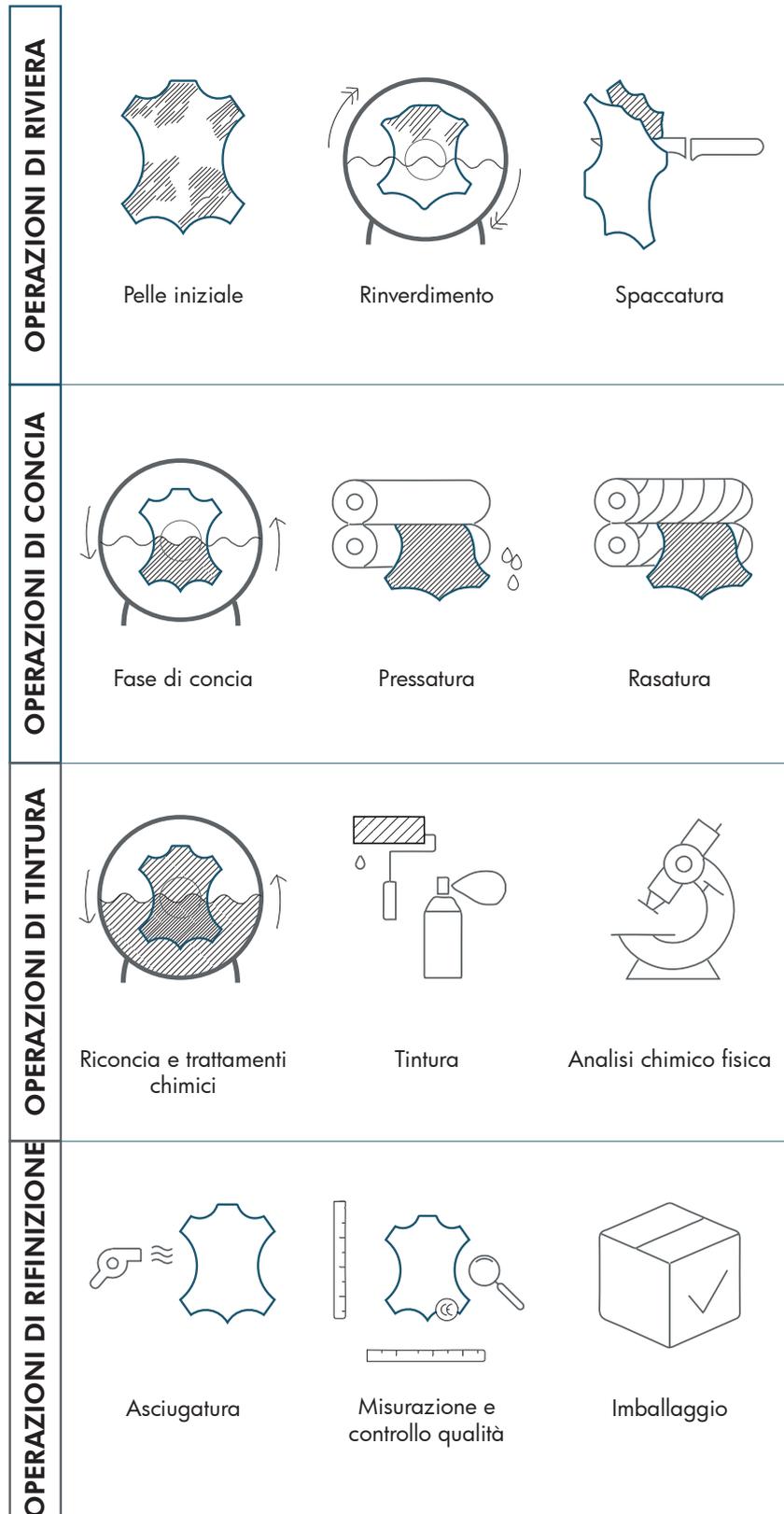


Fig. 2. Processi di concia della pelle

PRINCIPALI CRITICITÀ AMBIENTALI

RIFIUTI DI CUIOIO: POTENZIALE MINACCIA PER LA SALUTE UMANA

La lavorazione di una tonnellata di pelle grezze porta a 200 kg di prodotto finale in pelle, insieme a 250 kg di rifiuti non conciati, 200 kg di rifiuti conciati e 50.000 kg di acque reflue. Pertanto, solo il 20% del peso della materia prima viene convertito in pelle.

In Italia vengono lavorati 130 milioni di m² di pelle ogni anno e circa 35 mila tonnellate di cuoio. Queste lavorazioni si portano dietro uno scarto di prodotto del circa 70% in volume. A partire da tali considerazioni, risulta importante il trattamento dei rifiuti di produzione e, come e quando possibile, il riutilizzo per favorire un economia circolare.

Il riuso di questi prodotti e scarti risulta particolarmente difficile sia da un punto di vista ambientale che economico. Essi infatti contengono metalli pesanti, come il cromo III, e sostanze potenzialmente dannose come collanti e coloranti. Inoltre un ulteriore problema risulta essere la separazione degli scarti in base al ciclo di lavorazione, in quanto, spesso, vengono mescolate pelli che sono stante conciate in maniera chimica piuttosto che con processi naturali.

All'interno del Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER)⁵, il pellame viene catalogato con il codice CER 040108, in cui la parte di codice 04 indica i rifiuti della lavorazione di pelli, pellicce e dell'industria tessile, la seconda parte, 01, rappresenta i rifiuti prodotti dal trattamento e ricopertura di metalli, mentre le ultime due cifre fanno riferimento ai fanghi di fosfatazione. Tale materiale richiede uno smaltimento a sé stante, fondamentalmente a causa del contenuto di cromo, e perciò procedure ben regolamentate.

Il cromo risulta essere un metallo che varia le sue proprietà in funzione del numero di ossidazione e presenta caratteristiche completamente antitetiche in termini di tossicità per l'ambiente e per l'uomo. Può trovarsi in natura in molti stati di ossidazione, dal -2 al +6, ma comunemente è presente come Cr (0), Cr (II), Cr (III) e Cr (VI). Tuttavia, il Cr (0) non è naturalmente presente nella crosta terrestre ed è biologicamente inerte, mentre il Cr (II), essendo un forte riducente, a contatto con l'aria si ossida a Cr (III). Di conseguenza, le forme più frequenti in natura solo la trivalente Cr (III) e l'esavalente Cr (VI)⁶.

Verso la fine del XIX secolo, in Scozia, è stato scoperto che il cromo nella forma esavalente può causare tumori e cancro ai polmoni. Inoltre, nel 1959, gli scienziati Schwarz e Mertz dimostrarono che il cromo nella forma trivalente,

5 Il CER Codice Europeo dei Rifiuti, è un codice identificativo, posto in sostituzione al codice italiano, che viene assegnato ad ogni tipologia di rifiuto in base alla composizione e al processo di provenienza. Il CER (in vigore dal 1 gennaio 2002) è composto da sei cifre.

6 Baetjer A.M., Birmingham D.J., Enterline P.E., Mertz W., Pierce J.O., Bidstrup L., Cooper W.C., Anderson D.H., Redmond J., "Chromium, National Research Council, Committee on Medical and Biological Effect of Environmental Pollution", *National Academy of Sciences*, Washington D.C., 1974, pp. 1-6.

risulta un elemento essenziale nella nutrizione degli animali e successivamente nel 1977, fu dimostrato che è essenziale anche per l'uomo. Il cromo esavalente è più solubile del trivalente e può reagire con le membrane cellulari andando a colpire i reni⁷. Inoltre un contatto prolungato con alcuni componenti di cromo può provocare reazioni allergiche e dermatite nelle persone.

Il cromo III, contenuto nei rifiuti e negli scarti, può ossidarsi a cromo VI. Un possibile pericolo, quando gli scarti vengono conservati nelle discariche, risulta essere la percolazione del cromo e dei sali, che raggiungono le falde acquifere durante le piogge, specialmente se acide. Un ulteriore problema del cromo, contenuto in questi materiali, è la possibilità di ossidarsi passando da cromo III a cromo VI, che, reagendo con il magnesio e gli ioni di calcio contenuti nell'acqua potabile, producendo magnesio cancerogeno, cromato di calcio e sali bicromati.

I prodotti in pelle, a volte, possono contenere tracce di cromo VI, nonostante durante il processo di concia vengano utilizzato cromo III. Questo fenomeno si può verificare a causa di contaminati contenuti nel cromo III utilizzato durante la fase di concia, oppure all'interno di oli e grassi, che dopo fotoinvecchiamento per mezzo dei raggi UV e un leggero trattamento termico, dall'ossidazione del cromo III si formano tracce di piombo.

Di recente, l'UE ha approvato un regolamento (CE 2014), basato su un parere dell'EChA (EChA 2012), che ha determinato un valore massimo di Cromo VI nella pelle, stabilito a 3 ppm, ovvero il limite di rilevazione. I rifiuti di pelle conciata al cromo consistono principalmente in cromo e proteine.

Questi rifiuti sono stabili e non soggetti alla putrefazione, la stabilità biologica è il risultato di complesse azioni tra sali di cromo (III) e gruppi carbossilici del collagene.

IMPATTI AMBIENTALI DURANTE IL CICLO DI PRODUZIONE DELLE PELLI

Nello specifico, risulta interessante analizzare, per ogni fase del ciclo di produzione, i relativi aspetti ambientali.

- La prima fase: da pelle grezza a conciata. Le pelli che giungono in stabilimento, possono essere state trattate o meno in precedenza, in funzione del tempo che passerà prima delle lavorazioni per la concia. Una mal conservazione di queste può causare cattivi odori e lo sviluppo di ammoniaca, i quali non sono pericolosi per la salute, ma alterano la qualità dell'aria nei pressi degli stabilimenti. Inoltre, durante le prime fasi e durante la concia, vengono utilizzate ingenti quantità d'acqua, che dovrà essere depurata e trattata, poiché contiene solidi sospesi, solfati, cloruri, azoto organico e cromo III. Per essere depurata, l'acqua va, ancora, trattata e, in tale processo, si creano fanghi, che andranno a loro volta smaltiti. Altri scarti, infine, come il pelo, le polveri e i rifiuti di pelle, possono essere riutilizzati in altri settori, come quello industriale, agricolo e zootecnico.

⁷ O. Kirk, *Encyclopedia of Chemical Technology* 6 4th ed., John Wiley & Sons Inc., New York, 1992.

- La seconda fase: da conciato a Crust⁸. Anche in tale step della produzione, vengono prodotti scarichi di acque, provenienti in questo caso dalle fasi di tintura, i quali dovranno essere trattati negli impianti di depurazione. Inoltre, anche la fase di asciugatura delle pelli risulta rilevante da un punto di vista di impatto ambientale, in quanto è un processo energivoro, poiché impiega energia termica ed elettrica.
- La terza e ultima fase: da Crust a pelle finita. La parte più impattante a livello ambientale è quella che riguarda la tintura, in quanto immette nell'atmosfera polveri e sostanze volatili, comunque filtrate prima di essere immesse in atmosfera.

I rifiuti generati durante il ciclo di lavorazione delle pelli possono essere suddivisi in tre categorie: rifiuti reflui, rifiuti solidi e emissioni gassose.

I reflui, prodotti durante i lavaggi nei bottali, contengono contaminanti nelle acque, differenti in base al lavaggio effettuato. Degli esempi sono: coloranti, residui di pelle, saponi, metalli pesanti e altri materiali. Questi contaminanti sono valutati secondo sei parametri:

1. COD, ossigeno necessario per completare l'ossidazione dei composti organici ed inorganici all'interno dell'acqua;
2. Quantità di cromo presente all'interno delle acque;
3. Solfati, che derivano dalla concia e sono di difficile separazione dall'acqua;
4. Azoto ammoniacale, che si sviluppa durante la decalcinazione - macerazione;
5. Solfuri, utilizzati durante la calcinazione e la scarnatura;
6. Cloruri, derivanti dalle fasi di riviera e usati per la conservazione dei pellami, prima della concia.

I residui solidi sono gli scarti delle lavorazioni, come i ritagli, lo sporco del rinverdimento e il fango che si forma dalla depurazione delle acque.

Infine, per quanto riguarda le emissioni gassose, esse sono principalmente suddivise in tre tipi di emissioni, quelle che si formano dai processi in botte, come acido solfidrico e ammoniaca, quelle che si formano nelle miscele d'acqua, per le varie lavorazioni, e infine le polveri, provenienti dalle macchine che lavorano i pellami.

Nella illustrazione che segue, attraverso la quantificazione di input e output, si può fornire un'idea sull'impatto ambientale provocato da concerie che praticano la concia al cromo. I valori si riferiscono a 100 kg di prodotto finito.

8 Le pelli Crust sono pellami semilavorati, cioè conciati, riconciati, ingrassati ed essiccati in conceria.

INPUT		OUTPUT	
	Pellame grezzo 400 kg		Pelle finita 100 kg
	Acqua 6-20 mc		Acqua 6-20 mc
	Prodotti chimici 200 kg		Rifiuti solidi delle lavorazioni 180-292 kg
	Energia 3,72-16,8 GJ		Fanghi da depurazione 200 kg (40% secco)
			Aria ~16 kg (solventi organici)

Fig. 3. Input, output per 100 kg di prodotto finito (Agenzia Regionale Recupero Risorse A.R.R.R.)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: IL CICLO DI VITA DELLA PELLE

La sostenibilità ambientale ed economica, specialmente oggi, risulta un elemento fondamentale per lo sviluppo delle concerie. Queste infatti hanno trovato un connubio tra progresso economico e sociale e competitività, facendo comunque sempre attenzione all'ambiente. Il perseguimento degli SDGs può rappresentare un'opportunità di sviluppo e crescita per queste aziende, contribuendo anche ai cambiamenti globali sui modelli di consumo.

Come citato dal Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite "L'Agenda 2030 per Lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi Membri dell'ONU".

Tutti i paesi coinvolti collaborano al fine di implementare questo programma. Gli Obiettivi per lo Sviluppo si basano sugli Obiettivi di Sviluppo del Millennio e vogliono completare quello che questi non sono riusciti a realizzare. Si basano sulle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile, la dimensione economica, quella sociale e quella ambientale, e mirano all'uguaglianza di genere e all'emancipazione delle donne e ragazze.

Per quanto riguarda una dimensione maggiormente sociale, si vuole porre fine alla fame e alla povertà, assicurando dignità e uguaglianza a tutti gli esseri umani; per il pianeta, invece, ci si vuole spostare verso una produzione e consumo consapevole, utilizzando e gestendo le risorse in maniera sostenibile e facendo particolare attenzione al cambiamento climatico, al fine di soddisfare i bisogni

delle generazioni presenti e di quelle future. Di conseguenza, si vuole assicurare a tutti gli esseri umani la possibilità di godere di vite prosperose e soddisfacenti in armonia con il progresso sociale, economico e tecnologico, rispettando comunque la natura. Queste società devono essere, perciò, giuste, pacifiche e libere dalla paura e dalla violenza. Inoltre, deve esserci una Collaborazione Globale per lo sviluppo Sostenibile basato su principi di solidarietà globale.

L'agenda 2030 definisce 17 obiettivi (SDGs nell'acronimo inglese di Sustainable Development Goals), includendo problemi complessi come il consumo sostenibile, il rispetto dei diritti umani e il cambiamento climatico. Gli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile sono:



Fig. 4. Icone Development goals⁹.

L'attività di concia e quelle connesse impattano, sia in modo diretto che indiretto, su alcuni dei 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile dell'agenda 2030. Infatti, analizzando il ciclo di vita delle pelli, partendo dalla fase di allevamento e macello, per passare poi ai processi di concia e, infine, ai prodotti finiti, si possono individuare alcuni di questi. Su alcuni degli obiettivi il contributo è evidente, mentre su altri meno, ma comunque si stanno diffondendo iniziative e buone pratiche con lo scopo di perseguirli. Di seguito, si riporta il ciclo di vita delle pelli, dove vengono evidenziati i vari obiettivi per ogni fase della lavorazione della pelli, sia quelli primari che secondari. Per quanto concerne la prima fase, l'allevamento e la seconda quella di macello, è possibile distinguere gli obiettivi 1, 9, 15 e 17, rispettivamente *Sconfiggere la povertà*, *Imprese Innovazione e infrastrutture*, *La vita sulla terra* e *Partnership per gli obiettivi*.

La fase di concia, invece, vede la correlazione con gli obiettivi 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15 e 17, rispettivamente *Sconfiggere la povertà*, *Salute e benessere*, *Istruzione di qualità*, *Acqua pulita e servizi igienico sanitari*, *Energia pulita e accessibile*, *Lavoro dignitoso e crescita economica*, *Imprese innovazione e infrastrutture*, *Consumo e produzioni responsabili*, *Lotta contro il cambiamento*

⁹ I 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile, Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite.

climatico, La vita sulla terra e Partnership per gli obiettivi.

L'ultima fase, infine, riguarda i produttori che utilizzano la pelle e anche in questa è possibile individuare l'obiettivo 17 *Partnership per gli obiettivi.*

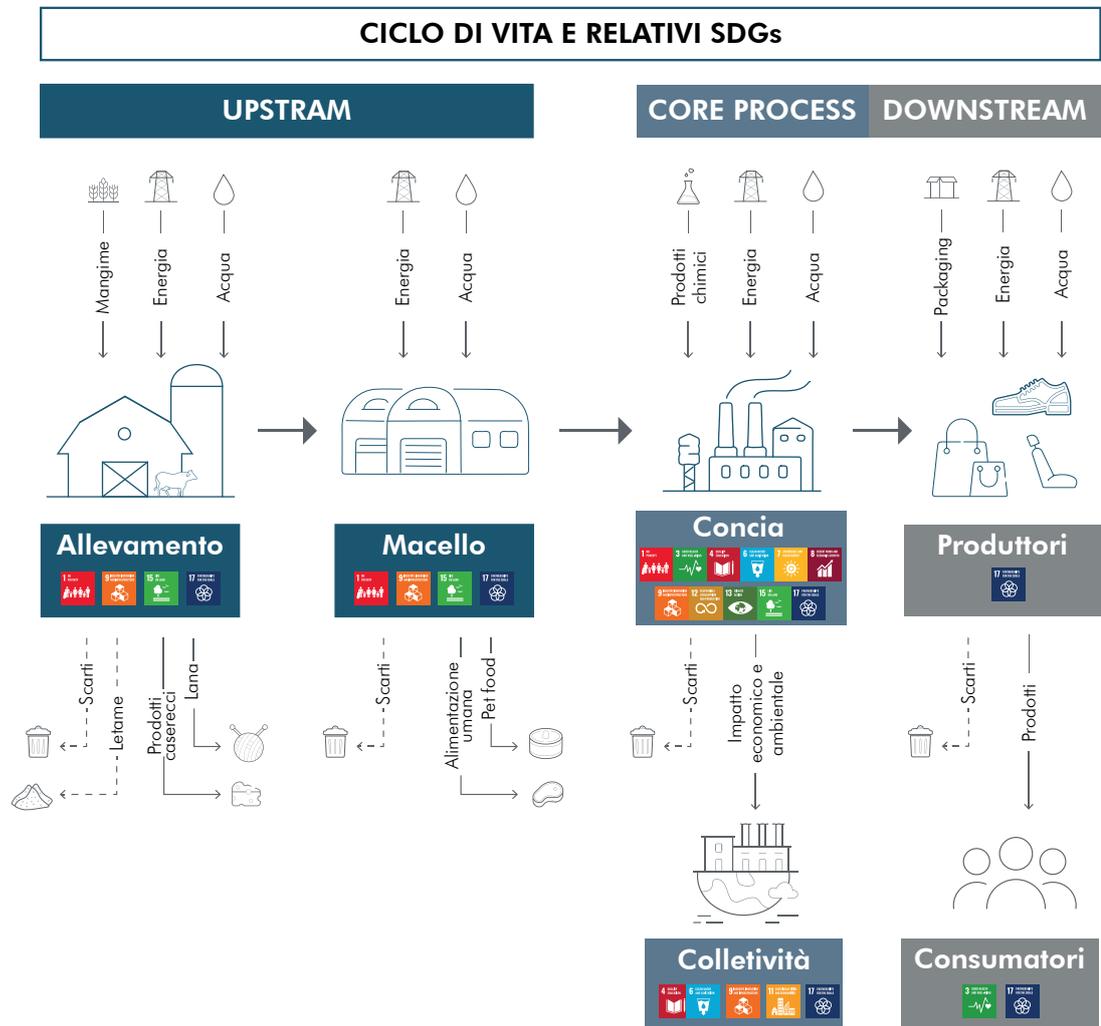


Fig. 5. Ciclo di vita della pelle e i 17 Obiettivi dell'Agenda 2030¹⁰.

10 UNIC (a cura di) *La pelle italiana è benessere crescita responsabilità impegno rispetto futuro sinergia*, Rapporto di sostenibilità 2019, pp. 4-7

ESEMPIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Nel settore conciario italiano, fra le varie aziende, DANI S.p.a. si distingue per la volontà di migliorare il processo di concia, attualmente molto inquinante, al fine di ridurre l'impatto ambientale.

Tale azienda, sita in Arzignano (Vicenza), ritenuto il polo conciario del mondo, nasce nel 1950, quando Angelo Dani, suo fondatore, inizia a lavorare pelli di piccole dimensioni. Negli anni a venire coinvolge anche i suoi sei figli, riscontrando una notevole crescita nella produzione, che porta al trasferimento dello stabilimento in una sede più grande. Tale sede, a partire dagli anni ottanta, entra a far parte di un'area industrializzata, che ospita anche impianti di depurazione comuni per altre aziende di questo settore.

Successivamente, negli anni novanta, l'azienda acquisisce altre sedi produttive della zona, ampliando così la sua produzione.

Dagli anni duemila, l'azienda inizia, poi, ad espandersi fuori dall'Europa aprendo sedi commerciali sia nel New Jersey, negli Stati Uniti, che in Guangzhou in Cina, diventando così una società per azioni: Gruppo Dani S.p.a.

Nel 2011, l'azienda riceve la certificazione "Carbon Footprint of Product", in quanto attua strategie sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico.

L'azienda vanta la trasformazione di un sottoprodotto dell'industria alimentare in pelli finite, per tutte le destinazioni merceologiche, fondandosi sia sulla manualità artigianale altamente specializzata, sia sul progresso industriale, utilizzando tecnologie molto sviluppate, anche se di fondamentale importanza risulta essere il contributo di ogni singola persona, al fine di ottenere il prodotto finito¹¹.

PROGETTO "ZERO IMPACT"

L'azienda Dani, assieme ad altre imprese del settore, ha lanciato un progetto atto alla riduzione ulteriore degli impatti ambientali, andando a modificare e innovare il processo produttivo e procedendo con un rimboschimento di aree italiane.

Un altro obiettivo di questo progetto è quello di ridurre i rifiuti e cercare di riutilizzarli. La fase che si va maggiormente a modificare tramite l'attuazione di questo documento, è quella di depilazione, utilizzando acqua ossigenata anziché il solfuro di sodio, portando, in questo modo, anche dei benefici per quanto riguarda i sottoprodotti in quanto questi possono essere usati in ambito agro-industriale ed energetico.

All'interno del progetto, viene promossa la concia basata su enzimi polisaccaridi, che vanno a sostituire il cromo, riuscendo ad arrivare a risultati simili a quelli della concia tradizionale.

11 Sustainable Leather DANI, *Bilancio di sostenibilità 2014*, 2014.

Per ciò che concerne la riconcia e la rifinizione, invece, si intende utilizzare prodotti a base acquosa, anziché i tradizionali con alti contenuti di metalli.

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION (EPD)

L'azienda Dani S.p.a ha commissionato lo studio di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD), riferita alla produzione del 2017 avvenuta nella sede di Arzignano (Vicenza). L'EPD in parte descritta come esempio, analizza la pelle bovina finita, pronta per essere un semilavorato per le successive lavorazioni.

L'EPD è un documento tecnico-informativo, in grado di comunicare in modo univoco ed efficace, informazioni ambientali certificate, riguardo alla sostenibilità dei prodotti. Si basa sull'uso della ISO 14040, fornendo dati quantitativi sul profilo ambientale di un prodotto, calcolati secondo le procedure di LCA (Life Cycle Assessment) ed espressi tramite indicatori di impatto.

La Valutazione del Ciclo di Vita, LCA, è uno strumento di analisi dell'impatto ambientale durante tutte le fasi del ciclo di vita, dall'estrazione, alla produzione, al trasporto, alla fase d'uso fino allo smaltimento.

Durante lo studio LCA di un prodotto, vengono presi in considerazione tutti i processi per raccogliere i relativi dati e, sulla base delle risorse utilizzate e delle emissioni, vengono calcolati gli impatti ambientali, quali eutrofizzazione, acidificazione, effetto serra, riduzione dello strato di ozono e smog fotochimico.

Un'analisi LCA studia ogni componente o servizio di un prodotto, analizzandolo nella complessità dell'intero ciclo di vita, permettendo di individuare le fasi più impattanti a livello ambientale ed eventualmente individuando le priorità su cui intervenire. Questi studi possono servire a migliorare un prodotto esistente per valutare quali sono gli impatti maggiori e fissare delle priorità d'intervento o studiarne il processo di uno nuovo.

Le quattro fasi principali di uno studio LCA sono:

1. Definizione degli obiettivi e campo d'applicazione. Si definiscono le unità funzionali e la finalità dello studio, i confini del sistema e il fabbisogno di dati e le relative assunzioni;
2. Inventario, quantificazione degli input e output per ogni fase di vita del prodotto;
3. Valutazione degli impatti. I risultati ottenuti vengono associati alla relativa categoria d'impatto ambientale;
4. Interpretazione dei risultati. Vengono valutati i dati ottenuti dallo studio per poi, eventualmente, tradursi in raccomandazioni ambientali.

La pelle animale, può essere considerata uno scarto della macellazione e quindi, al fine della compilazione dell'EPD, è possibile non valutare le fasi di allevamento e di macellazione, considerate, tuttavia, nel documento preso in esame, il quale, infatti, ritiene la pelle animale un coprodotto dell'allevamento bovino.

L'unità funzionale adottata, consiste nella produzione di 1 m² di pelle bovina finita secondo lo standard ISO 11646.

I confini del sistema sono "cradle to gate", dall'estrazione delle materie prime fino alla consegna della pelle finita, tolta la fase d'uso e il fine vita.

Nella tabella che segue, vengono indicate le categorie prese in considerazione per valutare l'impatto generato durante tutto il ciclo di produzione del prodotto analizzato nell'EPD, che comprende la fase di produzione delle materie prime, la fase di produzione delle pelli e la distribuzione della pelle finita, e i relativi valori.



Pelle bovina finita 1 m ²		Upstream	Core	Downstream
Categorie d'impatto:	Totale	Produzione materie prime	Produzione pelle/trasporti	Distribuzione pelle finita
EFFETTO SERRA GWP ₁₀₀ (kg CO ₂ eq.)	45,27	38,50	4,56	2,21
ACIDIFICAZIONE (g SO ₂ eq.)	772,09	746,64	15,86	9,79
RIDUZIONE DELLO STRATO DI OZONO (mg CFC-11 eq.)	1,41	0,36	0,66	0,40
SMOG FOTOCHIMICO (g C ₂ H ₄ eq.)	7,63	6,53	0,73	0,36
EUTROFIZZAZIONE (g PO ₄ ³⁻ eq.)	322,25	317,07	3,57	1,61

In conclusione, ciò che emerge dall'analisi di questo documento è che, secondo le certificazioni ambientali ISO 14001 e BS OHSAS 18001, per lavorare una tonnellata di pelle, si utilizzano 21,5 m³ di acqua, l'89% dei rifiuti viene recuperato e per ottenere 1 m² di pelle finita (gate to gate) si producono 9,9 kg di CO₂ eq¹².

12 Sustainable Leather DANI, Dichiarazione ambientale di prodotto, 2018.

Il ciclo di produzione precedentemente nominato, consistente in upstream, core e downstream, viene così illustrato:

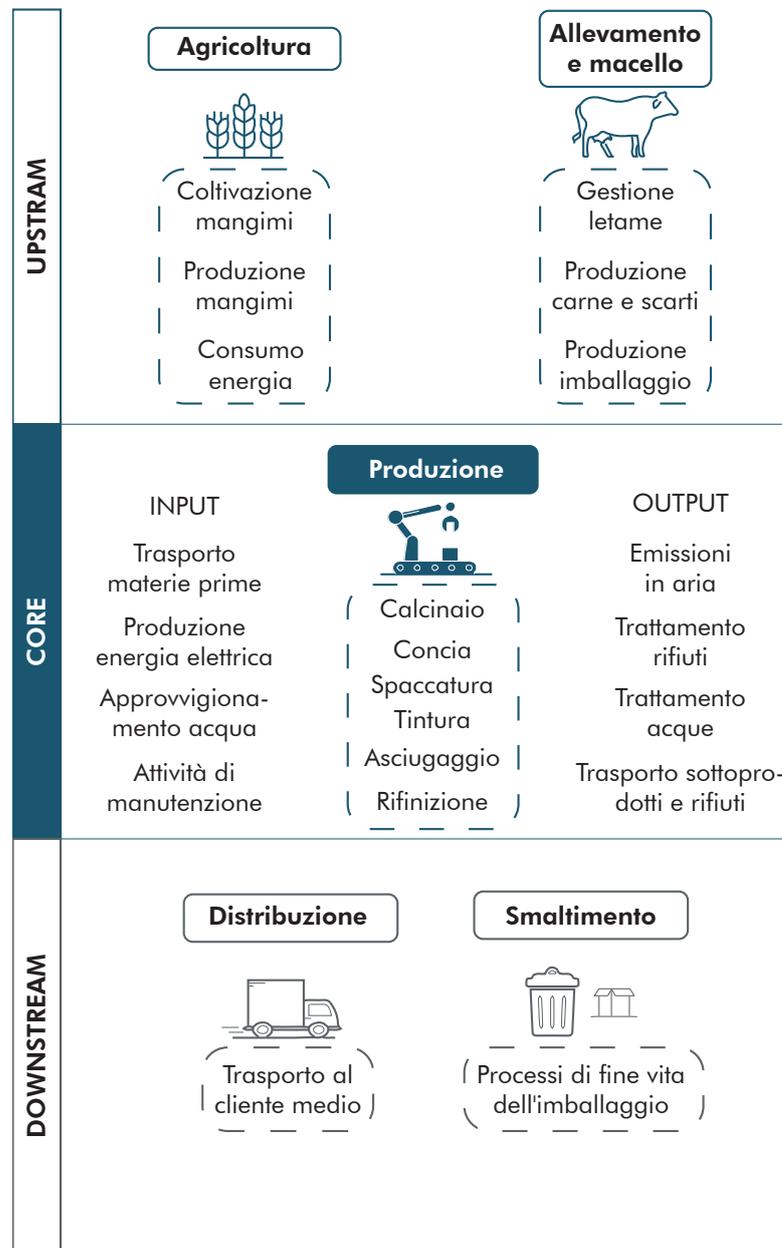


Fig. 6. Studio LCA, EPD Dani S.p.A.

03

GESTIONE DEI RIFIUTI

RIUSO E RICICLO

- 3.1 10 ANNI DI RICICLO: RIUSO DELLE MATERIE PRIME SECONDARIE
- 3.2 RIFIUTI GENERATI DALLA LAVORAZIONE DELLA PELLI
- 3.3 RIFIUTI PRE CONSUMO (SOTTOPRODOTTI DI LAVORAZIONE DERIVANTI DAI CICLI PRODUTTIVI)
- 3.4 RIFIUTI PRE CONSUMO (AZIENDE MANIFATTURIERE)
- 3.5 RIFIUTI POST CONSUMO (PROVENIENTI DALLA RACCOLTA E RECUPERO DEGLI ABITI USATI NON PIÙ IDONEI)
- 3.6 MATERIALI ATTUALMENTE COMMERCIALIZZATI CHE RIUSANO GLI SCARTI DELLA PELLE

10 ANNI DI RICICLO: PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME SECONDARIE

L'Italia, negli ultimi 10 anni, ha visto un aumento della quantità di rifiuti trattati e riciclati, grazie ad una notevole evoluzione tecnologica, e di imprese specializzate in questo settore, permettendo una graduale transazione verso un'economia circolare. Tuttavia, la maggior parte delle aziende Italiane che operano nel settore del riciclo sono di piccole o medie dimensioni, con limitate disponibilità economiche, il che scoraggia il passaggio verso l'economia circolare specialmente per quanto riguarda il riciclo e riuso dei rifiuti. Ad aggravare la situazione, inoltre, vi sono numerose normative e procedure complesse che disciplinano questo settore.

Nello specifico, le nuove direttive europee in merito stanno portando ad un graduale adeguamento degli impianti di riciclo e ad un'eco progettazione, al fine di aumentare la quantità e la qualità dei rifiuti riciclati, rendendo così possibile un più agevole e reale sbocco nel mercato di tali materiali. Inoltre, l'Unione Europea sta finalizzando un "pacchetto di misure", con lo scopo di promuovere e sviluppare prodotti realizzati con materiali riciclati, attraverso l'attuazione di tassazioni e restrizioni sulla produzione di rifiuti indifferenziati e sul loro smaltimento in discarica o incenerimento, e di ridurre ed eliminare quelle pratiche che vanno contro la gerarchia dei rifiuti.

Secondo la serie storica EUROSTAT¹, decennio 2006-2016, emerge un trend globale riguardante l'Unione europea verso il riciclo. La produzione totale di rifiuti, a livello europeo, è rimasta pressoché invariata a 2,5 Mldt, mentre si è riscontrato un accrescimento del 7% della quantità di materia recuperata, passando da 1029 a 1102 Mt. Nello stesso periodo, in Italia, i rifiuti totali prodotti sono passati da 155 a 164 Mt, equivalente ad un aumento del 6%, mentre il materiale riciclato è aumentato del 42%, passando da 76 a 108 Mt. Di conseguenza, si riscontra un trend positivo per quanto riguarda la filiera del riciclo sia in Unione Europea che in Italia. In particolare, il tasso di riciclo è passato, per quanto riguarda UE28, dal 57 al 67%, mentre per quanto concerne l'Italia, si passa dal 55 al 67%, in linea con gli obiettivi prefissati per il 2025 (65%) e per il 2030 (70%). Attualmente, l'Italia si trova al terzo posto rispetto

¹ EUROSTAT: ufficio statistico dell'Unione europea, che raccoglie ed elabora i dati provenienti dagli Stati membri dell'Unione europea a fini statistici.

alle principali economie europee, dopo la Germania e la Spagna.

Al fine di approfondire maggiormente il tema, risulta interessante mettere in evidenza le principali norme di regolamentazione dei rifiuti.

Nel 1975 è entrata in vigore la direttiva della Comunità Economica Europea (CEE), al fine di ottenere unitarietà fra i vari Stati membri circa lo smaltimento dei rifiuti, a scopo economico, e di impedire che costi differenti legati alla gestione dei rifiuti creassero disuguaglianze nel mercato alterando la concorrenza.

Nel 1997, in Italia, con il D.Lgs. 22 del 1997, legge quadro, anticipatore della successiva direttiva europea riguardante l'applicazione di una gerarchia nella gestione dei rifiuti, viene regolamentata la gestione di questi, prendendo in considerazione anche i rifiuti pericolosi, gli imballaggi e i rifiuti di imballaggi, fatte salve disposizioni specifiche particolari o complementari.

Inoltre, nel 2008, viene attuata la direttiva 98, che aveva come obiettivo quello di ridurre al minimo le conseguenze sulla salute umana e sull'ambiente dei rifiuti, puntando a ridurre l'uso di risorse e incentivando una reale applicazione della gerarchia dei rifiuti, spostando, in questo modo, il problema della gestione dei rifiuti alla loro produzione. Con questa direttiva, 2008/98/CE, si incentiva non solo una gestione controllata e sicura dei rifiuti, ma anche e soprattutto un modello di sostenibilità, introducendo il concetto di prevenzione e cessazione della qualifica di rifiuto.

Sebbene sia il riuso che il riciclo abbiano lo stesso scopo, quello di una corretta gestione dei rifiuti, limitando l'utilizzo delle discariche, è possibile leggere la distinzione all'interno della direttiva europea 2008/98, in cui si parla del recupero. Infatti, con il termine riutilizzo/riuso si fa riferimento ad un'azione immediata, che permette di riutilizzare per uno stesso scopo prodotti che non sono ancora diventati rifiuti, mentre con la parola riciclaggio si intendono quelle operazioni di recupero che consentono di ritrattare i materiali di cui siamo detentori e ci disfiamo come rifiuto, in maniera da ottenere nuovi prodotti, sostanze o materiali da usare sia per nuovi fini, che per gli stessi per cui sono stati concepiti. Per sottoprodotti, invece, si intendono, per definizione nella normativa vigente all'art. 5, "quegli scarti di produzione che possono essere gestiti come beni e non come rifiuti, se soddisfano tutte le condizioni previste dalla legge (art. 184-bis del D.L.vo 152/2006) con grandi vantaggi economici e gestionali".

In Italia, attualmente, si fa riferimento al Decreto Legislativo 205/2010, per quanto riguarda la gestione dei rifiuti, il quale è legato, a sua volta, alla regolamentazione dell'Unione Europea 2008/98/CE e del consiglio del 19 novembre 2008 e al Codice Ambientale (2006/152) in vigore dal 2013.

Per ciò che concerne i rifiuti solidi, la Direttiva Europea n 75/442/CEE, li definisce come: "qualsiasi sostanza od oggetto che rientri nelle categorie riportate nell'allegato I (Catalogo europeo dei rifiuti CER) e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi".

Questi, secondo il Decreto Legislativo 205/2010, che recepisce la Direttiva

Europea 98/2008 sui Rifiuti, sono classificati, nell'articolo 184, secondo la loro origine, rifiuti urbani (RSU) e rifiuti speciali, e secondo la pericolosità, rifiuti non pericolosi e pericolosi.

Sempre nell'art. 184. del Dlgs 205/2010, al posto di materia prima secondaria (MPS) si introduce il concetto di cessazione della qualifica di rifiuto. "Un rifiuto cessa di essere tale quando è stato sottoposto ad un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo soddisfatti i criteri specifici da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni":

- Le sostanze o l'oggetto soddisfano i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispettano la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
- L'utilizzo di queste sostanze o oggetti non porta ad impatti negativi all'ambiente o alla salute umana;
- Esiste un mercato e una domanda per questi oggetti o sostanze.

Le operazioni di recupero possono essere semplicemente un controllo dei rifiuti per verificare se soddisfano i criteri elaborati conformemente alle predette condizioni.

La commissione europea, partendo dal pacchetto del 2 dicembre 2015, denominato "L'anello mancante. Un piano d'azione europeo per l'economia circolare", l'11 marzo 2020 ha adottato un nuovo piano d'azione per quanto riguarda l'economia circolare, uno dei principali elementi del Green Deal europeo², il nuovo programma Europeo per la crescita sostenibile. All'interno di questo pacchetto normativo, attuato in Italia soltanto nel marzo 2017, sono contenute misure che riguardano l'intero ciclo di vita del prodotto, mirando ad un'economia sempre più verde e proteggendo l'ambiente, attraverso l'approvazione di nuovi diritti per i consumatori.

Nel 2018, infine, viene introdotta una riforma legata all'economia circolare, che punta ad un'efficiente e accorta gestione dei materiali, minimizzando l'uso di materie prime e di conseguenza il consumo di energia e di produzione dei rifiuti, con una generale riduzione degli impatti ambientali. Tale norma, inoltre, affronta l'ampliamento dei rifiuti da raccogliere separatamente e gli incentivi economici, per promuovere il passaggio verso un'economia circolare e una ristrutturazione generale dei processi produttivi e delle nuove forme di consumo.

La separazione dei rifiuti risulta fondamentale al fine di aumentare la frazione di riciclato e aumentarne la qualità. Sempre le attuali direttive europee mirano alla riduzione dei rifiuti conferiti in discarica, secondo un'economia lineare che andrebbe ridotta a zero.

Per ridurre la quantità di rifiuti da smaltire, bisogna massimizzare il recupero e, a tal proposito, le norme europee definiscono degli obiettivi. Un esempio riguarda i rifiuti generati dagli imballaggi, in quanto, nel 2001 si aveva un riciclo minimo

2 Il Green Deal Europeo è un insieme di iniziative politiche della Commissione europea che si pongono come obiettivo di raggiungere la neutralità climatica in Europa entro il 2050.

del 25%, per arrivare al 2030 con un riciclo minimo del 70%.

Il trend sul riciclo dei rifiuti degli ultimi anni, in Italia, è considerato positivo, in quanto c'è un continuo aumento delle quantità dei rifiuti trattate e ci sono a disposizione nuove tecnologie, che mettono il paese nelle condizioni di recepire le future direttive in materia, che saranno ancora più stringenti.

Al fine di attuare e diffondere il modello dell'economia circolare, il riciclo dei materiali risulta fondamentale, ma va, inoltre, considerato anche l'impiego della materia prima seconda effettivamente utilizzata nei cicli produttivi, andando a quantificarla all'interno dei prodotti. Si tiene, quindi, conto del "tasso di utilizzo circolare di materia (CMU)" detto anche tasso di circolarità, che consiste nel utilizzo di materiali riciclati nella produzione di un nuovo materiale. Nel 2016, nell'Unione Europea, il tasso di circolarità corrispondeva al 11,7%, mentre, in Italia si attestava al 17,1%, andando così a posizionarsi in quinta posizione rispetto agli altri stati facenti parte dell'Unione europea.

L'economia circolare sarà il nuovo modello verso cui i Paesi europei si orienteranno, viste le direttive del 2018. Il riciclo dei materiali risulta essere il primo passo verso un economia circolare, in quanto permette di ottenere materie prime secondarie che vengono reimmesse all'interno del ciclo produttivo assieme alle materie prime vergini. Un altro aspetto molto importante risulta essere la possibilità di recuperare scarti e residui di lavorazione, in modo tale che possano diventare materie d'input per un'altra azienda, anche di un settore differente da quello di partenza, ottenendo così una simbiosi industriale.

Per conoscere le quantità in gioco di Materia Prima Secondaria (MPS), si analizzano i dati presenti nel Modello Unico di Dichiarazione ambientale (MUD), che le aziende che gestiscono i rifiuti inviano annualmente alla Camera di Commercio. Comunicare questi dati è diventato obbligatorio con l'entrata in vigore nel 2014 dell'articolo 184 del D.Lgs 152/2006, che impone di dichiarare le quantità di materia prima secondaria che si ottengono dai rifiuti.

Da questi dati, si può così comprendere e rappresentare in maniera semplificata il sistema attraverso il quale avviene la trasformazione da rifiuti a materia prima secondaria. Dai dati raccolti dal territorio italiano, riferiti alla produzione del 2017 e dichiarati nel MUD del 2018, si evince che la produzione totale di materiali secondari, quali carta, plastica, gomma, vetro, legno e organico, sia di 12,1 Mt per conto di 1200 imprese.

Rispetto ai dati del 2014, nel 2017 si nota una crescita della materia prima secondaria derivante da legno, plastica, vetro, carta e organico. Infatti, legno e plastica sono cresciuti del 14%, vetro e carta del 10%, mentre per quanto riguarda la frazione organica, si ha un aumento superiore al 40%. Di conseguenza, è aumentato del 17% anche il numero di imprese che gestiscono le materie prime secondarie, passando da 1050 nel 2014 a 1200 nel 2017.

Nella tabella seguente, viene rappresentata la quantità di rifiuti nei recuperatori e la rispettiva distribuzione per provenienza, in relazione alla materia prima

seconda prodotta.³

Materiale secondario	Rifiuti in ingresso ai recuperatori che producono MPS (t)	Imballaggi (%)	Domestici e assimilabili (%)	Tutti gli altri tipici (%)
Carta	5.517.601	55	39	6
Vetro	2.525.694	63	4	33
Plastica	1.125.918	37	<1	63
Legno	3.267.063	13	13	74
Gomma	123.843	-	-	100
Organico	5.381.931	-	84	16

La resa della produzione di MPS, definita come rapporto tra la quantità di materiali secondari in output e quella di rifiuti in input, varia in base al settore merceologico. Per quanto riguarda la carta, la resa si aggira attorno al 90%, per legno, plastica e vetro, invece, oscilla tra il 75 e l'80%, per la gomma risulta del 65%, mentre per il materiale organico si abbassa al 30%. Rispetto ai dati del 2014, si nota anche un leggero aumento della resa, sebbene l'aumento generale sia dovuto alle maggiori quantità di rifiuti trattati.

Dai dati ricavati dal MUD, si evince che la produzione italiana complessiva di rifiuti si aggira attorno a 180 Mt, e che una quantità sempre maggiore venga recuperata con una resa media del circa 67%.

Il valore del materiale riciclato è direttamente correlato alla qualità o purezza del riciclato prodotto dal sistema di riciclaggio, aumentando all'aumentare della purezza del materiale. La soluzione tecnologica deve essere costantemente adattata per ottenere la qualità desiderata in uscita. Se, ad esempio, un cliente richiede un basso valore, come un materiale da incorporare in un cemento, si applica una soluzione tecnologica che permette di produrre materiali di bassa qualità; al contrario, se viene richiesto un materiale di alta qualità, come l'ecopelle, il sistema tecnologico, questa volta, richiederà degli aggiornamenti per adattarsi alla qualità del materiale richiesto.

Al fine di recuperare e trattare questi materiali, vengono impiegate risorse ed energia; risulta quindi fondamentale che questi impatti ambientali non superino quelli dovuti ai metodi di smaltimento alternativi, come la discarica. Inoltre, è indispensabile considerare il valore della pelle riciclata rispetto a materiali riciclati alternativi sul mercato che potrebbero avere gli stessi requisiti e svolgere le stesse funzioni. Risulta quindi fondamentale la progettazione di un modello per lo smaltimento che consideri un approccio in tre categorie: downcycling, riciclaggio e upcycling. Si parla di downcycling quando il valore recuperato è inferiore a quello originale o risulta impossibile recuperare completamente i materiali incorporati o l'energia. Con il termine riciclaggio, invece, si considera un qualsiasi uso secondario della pelle riciclata che raggiungerebbe lo stesso valore economico del materiale originale. Infine, l'upcycling si ottiene quando, attraverso il recupero di un prodotto, si ricava un materiale di valore e qualità superiore.

³ Fonte: elaborazione Ecocerved su dati MUD 2018

Risulta evidente che i sistemi di riciclaggio della pelle sono la soluzione a un problema complesso a più criteri. Nello specifico, tre principi giustificano il sistema circolare; il primo è caratterizzato dalla possibilità di mitigare eventuali effetti dannosi di un inappropriato smaltimento dei rifiuti pericolosi, il secondo ha lo scopo di recuperare alcune delle risorse incorporate nei prodotti o nei materiali, mentre nel terzo, in quanto le risorse sono scarse o non rinnovabili, il riciclaggio aiuta a mantenere costante l'offerta.

RIFIUTI GENERATI DALLA LAVORAZIONE DEI PELLAMI

In base al prodotto finito che si vuole ottenere, le attività di concia variano.

Il ciclo di concia dei pellami è una lavorazione che comporta molti passaggi, ad alto impatto ambientale, in quanto genera scarichi, rifiuti solidi, inquinamento atmosferico ed eventuale inquinamento del terreno.

Il grafico sottostante riporta la produzione di rifiuti generati durante il ciclo di lavorazione delle pelli.

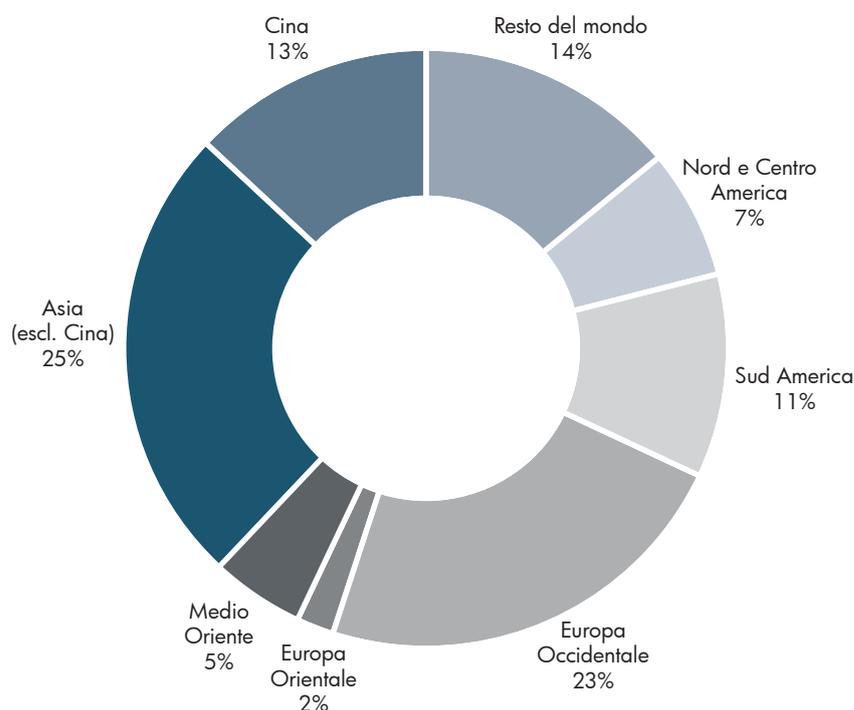


Fig. 1. Rifiuti generati dalla produzione di cuoio in % delle aree del mondo 2000⁴.

Durante il processo di trasformazione delle pelli, solo una ridotta percentuale, circa il 20-25%, del peso del materiale grezzo, viene trasformato in prodotti finiti, mentre la restante parte risulta essere un rifiuto o un sottoprodotto.

Per produrre una tonnellata di pelle grezza si generano 500-600 kg di rifiuti solidi e 15-50 m³ di scarichi di acque. Durante il processo di concia vengono aggiunti circa 500 kg di vari prodotti chimici per tonnellata di pellame grezzo lavorato. Inoltre tali valori variano in base al tipo di animale utilizzato, in quanto ad esempio dalla pelle bovina grezza, circa il 40-50% del peso di pellame, viene trasformato in pelle durante la concia, invece per altre specie, come gli ovini, la percentuale si riduce al 12-15%.

⁴ UNIDO - United Nations Industrial Development Organization, *Wastes generated in the leather products industry*, Dicembre 2000, p. 7.

Secondo la Normativa Europea 91/271/CEE, riguardante il trattamento delle acque reflue urbane, la quale è stata recepita in Italia prima dal D.Lgs. 152/99 e successivamente dal D.Lgs 152/06, si definiscono delle linee guida in relazione ai fanghi prodotti durante i processi di concia. In particolare, viene stabilito che essi possono essere:

- Smaltiti in discarica;
- Inceneriti;
- Utilizzati come aggregati fini per la produzione di laterizi, calcestruzzi e asfalti;
- Riutilizzati in agricoltura, tali quali o previo compostaggio.

Ad oggi, nel nostro paese i fanghi sono considerati ancora come un rifiuto e non come una risorsa riutilizzabile.

In generale, esiste una serie di buone prassi per la gestione dei rifiuti di qualsiasi provenienza. A tal proposito, come si evince dallo schema sottostante, è stata stabilita una gerarchia di procedimenti, a partire dalla riduzione, per arrivare, nel peggiore dei casi, allo smaltimento in discarica.

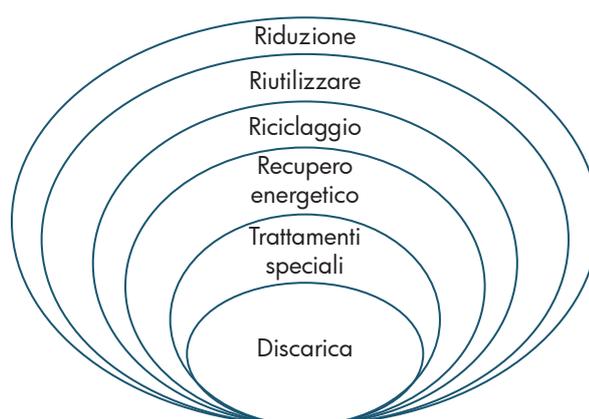


Fig. 2. Priorità nella gestione dei rifiuti.

RIFIUTI DI CUIOIO: UNA NUOVA TECNOLOGIA DEL SUO TRATTAMENTO

Con gli scarti di cuoio, si possono generare rifiuti primari e secondari. Quelli primari derivano dal processo di concia in stabilimento, mentre quelli secondari sono prodotti dalla manipolazione, oppure dagli scarti dei prodotti di cuoio, ad esempio vecchie scarpe non più utilizzate, che compongono circa il 15-20% del cuoio di ingresso.

Ad oggi ci sono più soluzioni per il trattamento di questi rifiuti. Una prima soluzione risulta essere lo stoccaggio in discarica, facendo particolare attenzione alla percolazione dei sali di cromo, mentre la seconda risulta essere la combustione. Essendo alto il contenuto organico, durante tale procedimento si ha una buona produzione di calore, ma, di contro, si ha l'ossidazione del cromo trivalente in esavalente, generando un composto cancerogeno. Diventa quindi necessaria una

perfetta separazione tra gas di combustione e ceneri, nonché uno smaltimento sicuro delle stesse, come rifiuto altamente pericoloso. Risulta altresì necessario prestare attenzione all'aumento del contenuto di ossidi di azoto, che si creano durante la combustione delle proteine e del collagene. Un'altra alternativa per lo smaltimento è quella della pirolisi, o carbonatazione, che consiste nella decomposizione ad alta temperatura di rifiuti conciati al cromo, producendo pigmenti di cromo verde di alta qualità. Tuttavia, tale processo si basa su ricerche e non c'è stata una implementazione industriale. Un'altra possibilità consiste, infine, nel trattamento chimico, per cui i trucioli di cromo vengono trattati per ossidazione o idrolisi, oppure attraverso la digestione enzimatica dello stesso.

I rifiuti generati dalle industrie di lavorazione delle pelli, variano in base alla produzioni degli articoli, quali calzature, indumenti, tappezzeria, mobilia e guanti, nonostante il processo, e persino alcune macchine, prevedano fasi e tecnologie molto simili. La qualità della pelle, il tipo, le dimensioni e il prodotto che si vuole ottenere influenzano, inoltre, significativamente le quantità di rifiuti che si ottengono durante la lavorazione.

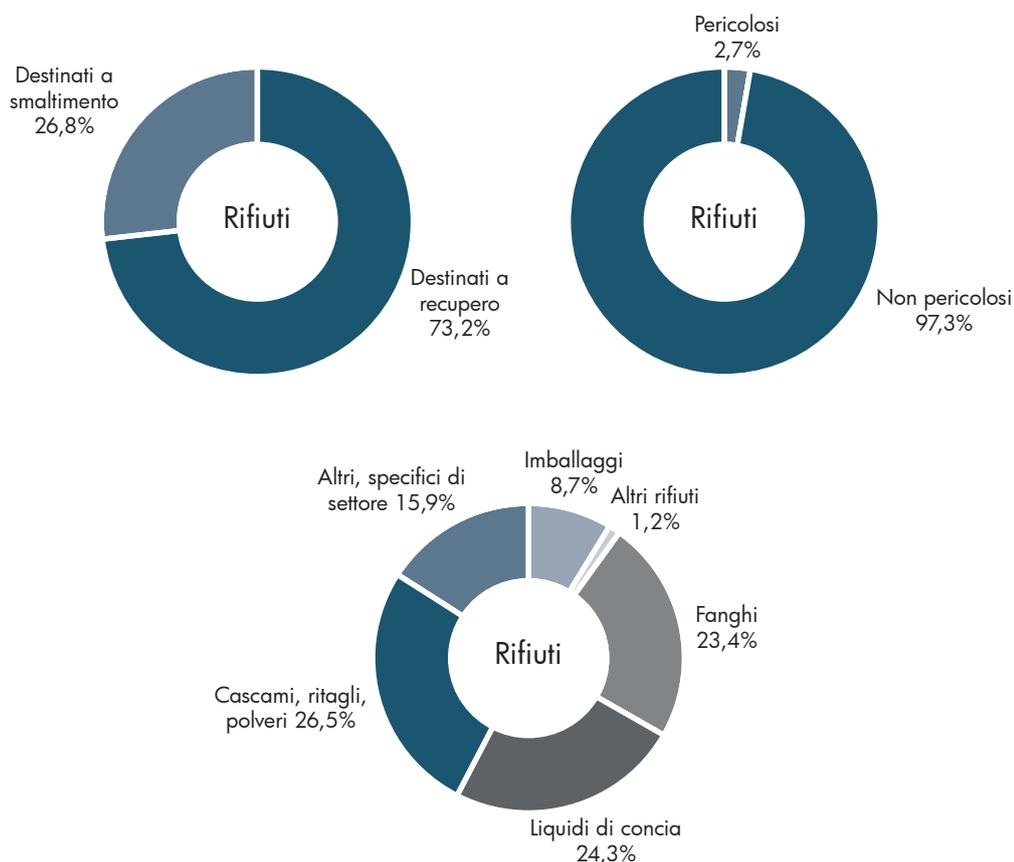


Fig. 3. Produzione e suddivisione dei rifiuti prodotti nel 2018⁵.

5 UNIC (a cura di) *La pelle italiana è benessere crescita responsabilità impegno rispetto futuro sinergia*, Rapporto di sostenibilità 2019, pp. 48-49

Infatti, la prima soluzione per ridurre questi rifiuti è quella di utilizzare una pelle di buona qualità. La più grande percentuale di rifiuti viene generata nella fase di taglio variando dal 25 al 60%.

In generale, la quantità dei rifiuti prodotti può essere ridotta, in termini di scarti di materiale, riducendo gli imballaggi troppo piccoli, e questi a loro volta, come scatole di cartone, coni di filo vuoti e lattine, possono essere riciclati. Altri rifiuti, come pelli, composti che non possono essere riciclati, tessuti spalmati come materiali multistrato, possono essere inceneriti, recuperandone il calore e trasformandolo in energia. Inoltre, per i rifiuti pericolosi, come i residui di adesivi essiccati, fondi di prodotti chimici, vasetti, barattoli e bidoni contenenti prodotti, per i quali non esistono altre soluzioni, bisogna effettuare un trattamento speciale. Infine quando non sono perseguibili altre soluzioni, per il rifiuto il produttore deve considerare la messa in discarica. Nei paesi sviluppati, la discarica è considerata l'ultima soluzione e dovrebbe essere applicata soltanto per piccole quantità di rifiuti.

Un pelle derivante dagli sfridi del prodotto finito, ha già inevitabilmente e irreversibilmente subito le fasi di concia ed è già stata tinta, perciò, a causa del contenuto di cromo e delle problematiche ambientali ad esso connesse, le soluzioni per il riutilizzo si riducono a:

- Incenerimento in forno. I rifiuti vengono macinati prima di essere introdotti in modo graduale all'interno del forno. Dentro il forno ci sono flussi d'aria che mantengono in sospensione i granuli di pelle macinati. Successivamente, i grani passano in una camera di post combustione, per bruciare completamente i gas organici e il cromo III, che in questo modo non viene convertito in cromo VI così da poterlo isolare. Inoltre, gli scarti di pelle possono essere bruciati assieme ad altri materiali. Tale processo risulta tecnologicamente sofisticato, in quanto gli scarti devono essere preparati con cura, ma permette di recuperare energia;
- Produzione di fertilizzanti. Questi si possono ottenere principalmente secondo due processi, digestione acida e denaturazione termica. A causa del contenuto di cromo, il fertilizzante ottenuto deve essere usato con particolare attenzione, in funzione della composizione del terreno;
- Fibra e riempitivo. Il principio risulta essere quello di mescolare la pelle macinata con un legante, che può essere termoplastico (PVC, PE) o gomma. La pelle svolge entrambi i ruoli di riempitivo e rinforzante. A seconda della proporzione di pelle, legante e plastificante, il composto può fornire la sensazione di vera pelle o plastica. Tale processo, tuttavia, ha come contro il fatto di richiedere un'ottima preparazione degli scarti, pur risultando un processo semplice. La miscela, può arrivare fino al 95% di pelle macinata⁶;
- Estrazione di gelatina-cromo. Attraverso un trattamento fisico-chimico, è

6 Wilford A., Environmental aspects of footwear and leather products manufacture, UNIDO document for the Thirteenth Session of the Leather and leather products Industry Panel, 24 Ottobre 1997.

possibile produrre gelatine, in quanto la pelle contiene circa il 30-35% di collagene. Dopo la macinazione, gli scarti di cuoio vengono digeriti in una soluzione acida o alcalina con enzimi. L'ultimo passo del processo è quello di separare la gelatina dal cromo. Tale processo viene considerato rispettoso per l'ambiente poiché è possibile separare e concentrare i residui di cromo e trattarli, in questo modo, separatamente;

- Non tessuto. Dopo una fase di macinazione accurata è possibile separare le fibre di collagene, risultando quindi fattibile produrre materiali, come il non tessuto, ottenendo così un prodotto con alta capacità di traspirazione e assorbimento ma andando in contro, tuttavia, a un processo costoso.
- Composto di carta. Le fibre di cuoio non rivestite possono essere utilizzate come materiale grezzo nella fabbricazione della carta, ed è possibile miscelarne fino ad un 10%. Le fibre di cellulosa miscelate con il cuoio macinato guadagnano in coesione grazie alle fibre di cuoio e la carta così ottenuta ha un'alta capacità assorbente. Tale processo, tuttavia, risulta costoso.
- Materiale assorbente. A causa della natura igroscopica della pelle, risulta possibile utilizzarla come materiale assorbente.

Tra le tecniche appena descritte, l'unica fattibile dal punto di vista economico, è quella che riguarda i fertilizzanti.

PRATICHE DI ECONOMIA CIRCOLARE NELL'INDUSTRIA DELLA PELLE: UN PASSO PRATICO VERSO LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Il continuo uso delle risorse naturali limitate, dovuto alle richieste sempre più crescenti dell'industrializzazione, sta portando all'eccessivo sfruttamento delle risorse ambientali e ad un innalzamento dell'inquinamento. I principali problemi ambientali, inclusi la perdita della biodiversità, l'inquinamento dell'aria e dell'acqua e l'esaurimento delle risorse, sono dannosi per il sistema vitale della Terra. Di conseguenza, risulta quasi obbligatorio ripensare alcune nostre attività, e introdurre il concetto di economia circolare, andando a ridurre la quantità di rifiuti prodotti e facilitandone il riuso. L'industria della pelle necessita di complesse operazioni chimiche per convertire le pelli grezze in pelle finita e durante questo processo si producono molti agenti inquinanti.

L'economia circolare, per definizione, è il processo in cui i prodotti di scarti vengono riutilizzati e possono essere riciclati per un ulteriore consumo, minimizzando le materie prime e gli sprechi. Si parla, perciò, del principio delle 3R: riduzione, riutilizzo e riciclo, dei consumi di energia e dei materiali. Attualmente, tali principi sono integrati da ulteriori tre concetti, recupero, riprogettazione e rigenerazione, introducendo, in questo modo, la politica delle 6R⁷.

Attuando un sistema di produzione e smaltimento dei rifiuti aperto, si hanno degli impatti ambientali e degli sprechi molto alti. Viceversa, con un sistema circolare

7 Ghisellini, P., Ulgiati, S., "Circular economy transition in Italy", *Achievements, perspectives and constraints. J. Clean*, vol. 243, 2020.

chiuso, si andrebbero a ridurre considerevolmente gli effetti ambientali negativi. Il sistema di produzione lineare aperto, infatti, considera lo smaltimento dei rifiuti come un'opportunità per un riutilizzo degli stessi, mentre, nel sistema chiuso questi si riducono al minimo e si protegge l'ambiente. Convertire le fabbriche da un processo lineare ad uno circolare, aiuta a raggiungere l'efficienza delle risorse e minimizzare gli sprechi, garantendo che tutti i rifiuti vengano raccolti adeguatamente e possano essere rigenerati per, infine, essere riutilizzati.

In linea con il principio di economia circolare, attualmente, una parte degli scarti di lavorazione della pelle viene trasformata in piccoli oggetti e portachiavi mentre un'altra parte viene convertita in cuoio rigenerato, secondo il Comitato Europeo di Normazione (CEN), viene chiamato second life, al fine di non essere confuso con il cuoio non prodotto dagli scarti. Il cuoio rigenerato si ottiene dalla macinazione degli scarti di questo, attraverso l'ausilio di appositi macchinari che lo trituran e lo miscelano con acqua, collanti, coloranti e ingrassanti, i quali permettono alle fibre di legarsi, per ottenere un materiale flessibile ed omogeneo. Successivamente, l'impasto viene trasformato in un foglio, con spessori che variano in base all'utilizzo, poi essiccato per favorire l'eliminazione dell'acqua. Ad oggi, questo tipo di cuoio rigenerato presenta caratteristiche molto simili a quelle delle pelli animali tradizionali.

L'industria conciaria può essere considerata come una delle prime industrie a riciclare materie prime secondarie, utilizzando un sottoprodotto della macellazione.

Nella tabella che segue, vengono illustrate le fasi del processo di lavorazione delle pelli, con i relativi ingressi di materiale, gli scarichi, i rifiuti e le emissioni in aria:⁸

Fase del processo	Ingresso	Scarichi	Rifiuti	Emissioni in aria
Immagazzinamento e fase di Pre-concia				
Rifilatura			Parti di pellame grezzo (Ritagli)	
Conservazione	Sale Energia di raffreddamento Pesticidi	Vd. rinverdimento	Sale	
Rinverdimento	Acqua Alcali Ipoclorito di sodio Tensioattivi, enzimi Pesticidi	BOD, COD, SS da proteine solubili, sangue ecc. Sali Azoto Alogeni organici Emulsionati, tensioattivi, pesticidi		

8 A.R.R.R. – Agenzia Regione Recupero Risorse SpA, *Indagine tecnica su specifici comparti produttivi finalizzata all'elaborazione di accordi volontari per la riduzione e il recupero dei rifiuti speciali.*

Scarnatura	Acqua	Solfuri - BOD, COD, SS, grasso emulsionato e saponificato, proteine, prodotti di degradazione dei peli Calce Alto pH N, NH ₄ Pesticidi	Peli Fango degli scarichi di calcinazione	Solfuri Odori
Calcinazione e Depilazione	Acqua Calce, solfuri alcalini Enzimi Tensioattivi	Solfuri BOD, COD, SS, grasso emulsionato e saponificato, proteine, prodotti di degradazione dei peli Calce Alto pH N, NH ₄ Pesticidi	Peli Fango degli scarichi di calcinazione	Solfuri Odori
Lavaggio	Acqua	Vd. Calcinazione e Depilazione		
Spaccatura	Acqua	Vd. Calcinazione	Spaccature calcinate (lato carne) Ritagli	
Operazioni di Concia e Post-Concia				
Decalcinazione Macerazione	Sali di ammonio Acidi organici e inorganici, e loro sali CO ₂ Enzimi Acqua	BOD, COD, SS dalla pelle, residui di pigmenti, prodotti di degradazione N, NH ₄ Solfuri Sali di calcio (solfati)		NH ₃ H ₂ S Polvere
Lavaggio	Acqua	Vd. Decalcinazione		
Sgrassaggio	Tensioattivi Solventi organici	BOD, COD, SS Grasso, solventi Tensioattivi	Residui di distillazione Residui dal trattamento degli scarichi	
Picalggio	Acqua Acidi organici e inorganici, Sali Fungicidi	BOD, COD, SS Sale Basso pH Fungicidi		H ₂ S Fumi acidi
Concia	Acqua Acidi organici e inorganici, Sali Fungicidi Agenti complessanti	BOD, COD, SS Basso pH Agenti complessati Fungicidi	Pellame di scarto Liquori di concia Fango dal trattamento degli scarichi	
Lavaggio	Acqua	Vd. Concia		
Drenaggio, riduzione dell'umidità		Vd. Concia		
Spaccatura e rasatura			Spaccatura e rasatura Ritagli	
Lavaggio		Fibre della rasatura		

Neutralizzazione	Acqua Acidi organici e inorganici, Sali alcalini Agenti vari	BOD, COD, SS Residui di concianti		NH ₄ e SO ₂
Lavaggio	Acqua	Vd. neutralizzazione		
Ri-Concia	Vd. concia			
Candeggio	Acqua Acidi organici e inorganici, Sali alcalini	Carico organico Altri in funzione degli agenti usati		-H ₂ S
Tintura	Coloranti NH ₄ Solventi organici, Tensioattivi, composti organici clorurati Acqua	Alta colorazione Solventi organici Agenti di colorazione ALOGENI ORGANICI	Residui chimici Agenti di colorazione	NH ₃ Fenoli formaldeide
Lavaggio	Acqua	Vd. tintura		
Ingrassaggio	Oli a base sintetica o minerale Solfurati, oli naturali Composti organici clorurati Tensioattivi Altri ausiliari Acqua	Alto contenuto di oli ALOGENI ORGANICI tensioattivi		
Rifinizione				
Operazioni meccaniche			Polvere	
Asciugatura	Energia pesticidi			Calce Fumi acidi
Rivestimento	Resine (a base solvente) Resine (a base acquosa) Leganti e reticolanti Ausiliari Acqua	Agenti di rifinizione nelle soluzioni acquose (solventi organici, metalli pesanti) Ausiliari	Residui di composti chimici Fanghi di abbattimento	Vapori di solventi organici; aerosol formaldeide
Rifilatura			Ritagli finali	
Trattamento				
Abbattimento delle emissioni in aria	Matrici dei filtri Acqua, agenti acidi e basici per scrubber	Acque reflue da scrubber	Fanghi da scrubber Matrici dei filtri Polvere	Emissioni non abbattute
Abbattimento degli scarichi	Energia Agenti di precipitazione Altri agenti di trattamento (flocculanti, ecc.)		Fanghi Scarti grossolani	A seconda del trattamento: solfuri, ammoniacca, odori, ecc.
Trattamento dei rifiuti	Energia Altri agenti di trattamento in funzione del processo	In funzione del rifiuto trattato e del processo	In funzione del rifiuto trattato e del processo	In funzione del rifiuto trattato e del processo

La maggior parte dei rifiuti derivanti dagli scarti di pelle, purtroppo, viene attualmente smaltita attraverso discariche e processi di incenerimento. Il recupero della pelle può essere svolto tramite tre aree chiave di elaborazione: meccanica, chimica e termica. L'elaborazione chimica consiste nella fermentazione microbica, processo attraverso il quale i batteri usano i rifiuti come mezzo per crescere e produrre sottoprodotti utili nei processi pre-concia. L'elaborazione meccanica, invece, consiste nella frammentazione meccanica dei rifiuti in piccole particelle per l'incorporazione in altri materiali come riempitivo. Attraverso l'elaborazione termica, infine, che si concretizza in incenerimento, pirolisi e gassificazione, è possibile produrre energia, riducendo anche notevolmente il volume dei rifiuti. Nel seguente schema vengono evidenziati i principali metodi.



Fig. 4. Suddivisione della provenienza degli scarti della pelle

RIFIUTI PRE CONSUMO

SI TRATTA DI SOTTOPRODOTTI DI LAVORAZIONE CHE DERIVANO DAI NORMALI CICLI PRODUTTIVI DURANTE IL PROCESSO DI FABBRICAZIONE. NEL TESTO UNICO AMBIENTALE SONO DEFINITI COME OGGETTI O SOSTANZE CHE SODDISFINO LE SEGUENTI CONDIZIONI: DEVONO ESSERE ORIGINATI DA UN PROCESSO DI PRODUZIONE, DEVONO ESSERE UTILIZZATI NELLO STESSO O IN UN ALTRO PROCESSO PRODUTTIVO E POSSONO ESSERE UTILIZZATI DIRETTAMENTE SENZA ULTERIORI TRATTAMENTI.

PRATICHE DI RIUTILIZZO DEGLI SCARTI DELLE CONCERIE

Attualmente, oltre il 90% delle pelli vengono conciate con i sali di Cromo⁹. Le concerie creano enormi quantità di rifiuti, come gli scarti di pelle che si producono durante la rasatura, rifilatura e le operazioni di lucidatura. La maggior parte delle volte, le proteine contenute in questi scarti sono considerate rifiuti e vanno smaltite nelle discariche o incenerite, sprecando, in questo modo, le risorse in essi contenute. Altre volte, invece, vengono estratte, per essere utilizzate come fertilizzanti e cuoio riempitivo. La difficoltà nello smaltimento di questi scarti è l'estrazione delle proteine contenute.

Ad oggi, ci sono state molte sperimentazioni riguardo il riuso degli scarti derivanti dalle industrie conciarie. Principalmente, tali elementi, vengono inglobati in matrici al fine di ridurre il potenziale di tossicità e la mobilità degli agenti inquinanti.

Gli impianti di depurazione delle acque delle concerie generano grandi quantità di fanghi e la loro composizione dipende dal tipo di processo adottato, dai prodotti chimici utilizzati e dalla materia prima. Inoltre, i fanghi contenenti gli inquinanti e le acque reflue impiegano oltre 65 anni per degradarsi, per arrivare fino a 100 anni al degrado completo¹⁰.

Attualmente, ci sono molti studi relativi all'inserimento di questi scarti potenzialmente inquinanti in matrici differenti. In particolare, sono stati svolti studi specifici sull'inserimento di questi all'interno del calcestruzzo, come inerte fine, in quanto presentano una densità inferiore rispetto alla sabbia di fiume, portando ad una riduzione della densità del calcestruzzo stesso. Tale sperimentazione è risultata un'ottima soluzione per ridurre la lisciviazione dei metalli pesanti. Tuttavia, è essenziale non aggiungere oltre il 5% di tale elemento, poiché solo in questo modo è possibile ottenere una buona lavorabilità e un prodotto strutturale

9 S. Swarnalatha, A.G. Kumar, S. Tandaiah, "Efficient and safe disposal of chrome shavings discharged from leather industry using thermal combustion", *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 84 (5), 2009, pp. 751–760, <https://doi.org/10.1002/jctb.2108>.

10 Ganesh R, Ramanujam, R.A., "Biological waste management of leather tannery effluents in India: current options and future research needs", *Int. J. Environmental Engineering*, 1(2), 2009.

con una maggiore resistenza a compressione. Inserendo più del 10% infatti, si va in contro ad un tempo di presa inaccettabile. Tuttavia, la presenza di materiali organici all'interno dei fanghi, generalmente, può ridurre la resistenza meccanica¹¹.

Tali elementi, inoltre, presentano caratteristiche simili, a livello di composizione chimica, all'argilla utilizzata per la realizzazione di mattoni, sebbene la dimensione delle loro particelle, la quale varia in funzione dei processi adottati e dei prodotti chimici, sia generalmente maggiore.

Sono stati svolti, infine, anche degli studi sulla potenziale tossicità del cromo contenuto in questi materiali e si evince che il calcestruzzo miscelato con il 20% di fanghi presenti la più alta concentrazione di cromo e piombo. La lisciviazione del metallo può essere in funzione della modalità con cui questi fanghi sono introdotti nel prodotto. In aggiunta, si è notato che questi metalli risultino più stabili all'interno di fanghi utilizzati per la produzione di laterizi.

Ci sono due grandi categorie di rifiuti e sottoprodotti: quelli pre-consumo e quelli post-consumo. Nello specifico, verranno analizzati quelli derivanti dagli scarti di pelle.

Quelli pre-consumo vengono prodotti durante il normale ciclo di lavorazione e concia delle pelli. Gli scarti così ottenuti risultano più omogenei in quanto sono più facili da separare, in quanto divisibili in base al processo a cui sono sottoposti o alla fase da cui vengono prelevati, in modo da poterli destinare direttamente alla raccolta differenziata e a un successivo riuso, per ottenere nuovi prodotti e materiali.

Con gli scarti pre-consumo, le possibilità di riciclo e riutilizzo sono maggiori. Infatti, talvolta, si parla di sottoprodotti e non di rifiuti. In altri termini, uno scarto riutilizzato in un nuovo processo di produzione, senza necessità di trattamenti diversi da quelli normalmente operati nel settore di riferimento, non sarà considerato un rifiuto, ma un sottoprodotto. Il contenuto di riciclato pre-consumo, materiale sottratto dal flusso dei rifiuti durante un processo di fabbricazione, è definito dalla norma UNI EN ISO 14021.

Di seguito, vengono analizzate diverse sperimentazioni di livello internazionale, riguardanti il riuso e reimpiego degli scarti di pelle cromata prodotti durante il processo di concia, per la realizzazione di materiali e prodotti, come pannelli isolanti, calcestruzzi, laterizi e cementi, analizzandone le proprietà meccaniche e fisiche, e per la produzione di fertilizzanti.

11 Sonia Hassan, "Effect of Using Tannery Sludge in Concrete", A thesis submitted for partial fulfillment of the requirement for the degree of Masters of Engineering in Civil and Environmental, Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka, 2014

UTILIZZO DEGLI SCARTI DI PELLE COME RITARDANTE NEL GESSO

Abstract:

In questo studio vengono analizzate le proteine del collagene estratte dagli scarti di cuoio conciati al cromo, per essere utilizzati come additivi ritardanti nel gesso.

Autori:

Xiaoliang Ding, Zhihua Shan, Zhongzhen Long, Zhijun Chen

Rivista/publicazione:

Construction and Building Materials 237 (2020)

Tipologia di utilizzo:

Utilizzato per le costruzioni, in medicina, nell'arte e nella scultura

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli

Risultati ottenuti:

È emerso che con l'aggiunta di collagene si aumenta efficacemente il tempo di presa gesso causando una diminuzione della resistenza meccanica.

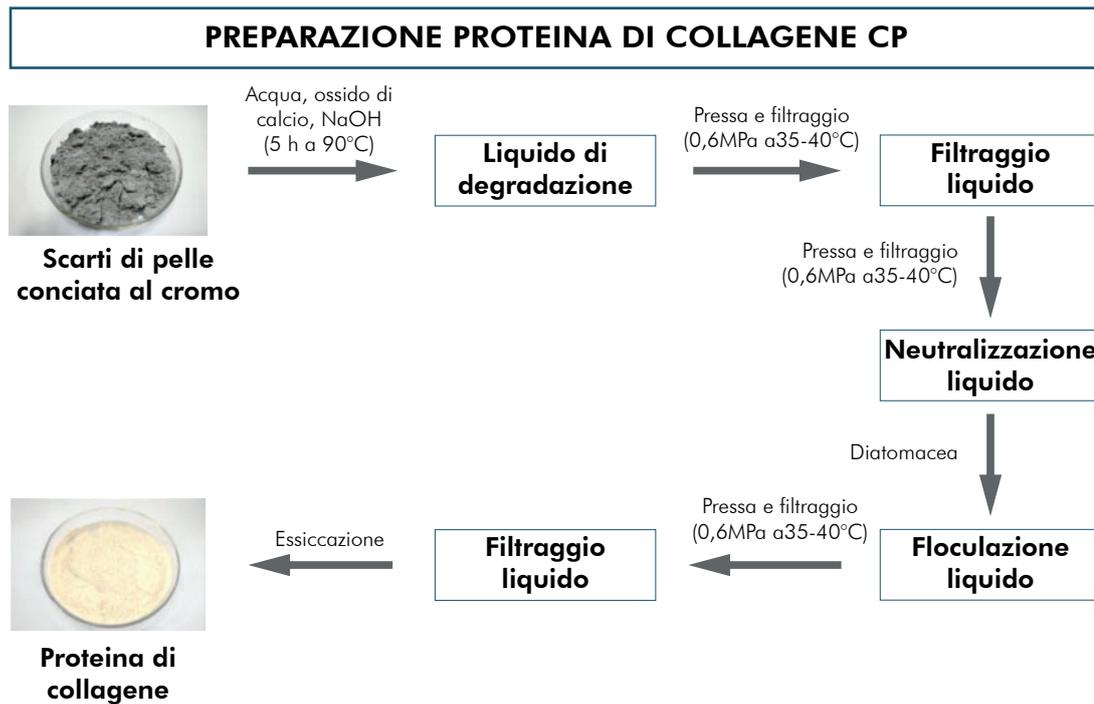
Questo studio si concentra sul gesso, materiale utilizzato per le costruzioni, in medicina, nell'arte e nella scultura. Il principale problema di questo prodotto risulta essere la velocità di reazione, che ne limita l'utilizzo, in quanto, reagendo velocemente, si riducono i tempi di trasporto e le operazioni di messa in opera.

Il gesso, per essere impiegato, viene miscelato con dei ritardanti di presa, come acidi organici, fosfati alcalini, proteine e sali solubili. Questi ritardanti influenzano la resistenza meccanica finale del manufatto, agendo sulle proprietà morfologiche del cristallo di gesso diidrato.

Dal punto di vista ambientale, questi ritardanti sono materiali non rinnovabili, che causano problemi ambientali e numerosi scarti. Per ovviare a queste problematiche, sono state fatte delle ricerche su proteine che abbiano gli stessi effetti dei ritardanti tradizionali, ma con un impatto ambientale inferiore, come ad esempio la colla ossea¹² e le proteine di grano idrolizzato¹³. Sulla base di questa ricerca, sono stati fatti degli studi anche sulla proteina di collagene (CP) contenuta negli scarti delle pelli cromate, ottenuta mediante degradazione del cromo contenuto negli scarti di cuoio, attraverso un riscaldamento alcalino.

12 Peng J.H., Zhang J., Chen M., "Influence of macromolecule-type retarders on the hydration process of building gypsum and its retarding mechanism", *J. China Ceram. Soc.* 36 (7), 2008, pp. 896–900.

13 Ding Y., Fang Y.C., Zhang Q.C., "Study on the retarding mechanism and strength loss of gypsum from hydrolyzed wheat protein retarder", *J. Korean Ceram. Soc.* 52, 2015, pp. 28–32, <https://doi.org/10.4191/kcers.2015.52.1.28>.



Da 1kg di scarti di cuoio cromati si possono ottenere 0,7kg di collagene CP. Attraverso la sperimentazione, è stato dimostrato che la proteina CP prolunga efficacemente il tempo di presa, mantiene la plasticità più a lungo e aumenta la lavorabilità. Per contro, questo additivo comporta la perdita di resistenza meccanica a trazione e a compressione del gesso, in quanto risulta fondamentale il dosaggio di CP. Se questo è troppo alto, infatti, il gesso perde i requisiti minimi di resistenza.

Per concludere, questa proteina CP è abbondante negli scarti di pelle cromata, ha un ottimo effetto ritardante e aumenta la plasticità dell'impasto, ma va dosata, altrimenti si ha una perdita delle caratteristiche meccaniche. Inoltre tale proteina modifica la morfologia del cristallo di gesso¹⁴.

14 Xiaoliang D., Zhihua S., Zhongzhen L., Zhijun C., "Utilization of collagen protein extracted from chrome leather scraps as a set retarders in gypsum", *Construction and Building Materials*, vol. 237, 2020, pp. 1-10.

UTILIZZO DEGLI SCARTI DI PELLE NELLA PRODUZIONE DI CLINKER DI CEMENTO PORTLAND

Abstract:

In questo studio si vogliono incorporare nel cemento Portland gli scarti di pelle conciata al cromo, al fine di inglobare i metalli pesanti presenti, ridurre l'energia termica richiesta durante il processo di cottura e valutare i cambiamenti del comportamento termico di questa nuova miscela.

Autori:

M.A. Trezza, A.N. Scian

Rivista/pubblicazione:

Journal of Hazardous Materials 147 (2007)

Tipologia di utilizzo:

Utilizzato per le costruzioni

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli con cromo trivalente

Risultati ottenuti:

È emerso che, con l'aggiunta di una determinata percentuale di questi scarti, si ha un miglioramento delle proprietà meccaniche, un aumento della velocità di idratazione e di conseguenza del tempo di presa.

Questa analisi si concentra sugli scarti di pelle con cromo trivalente. Queste sostanze creano un impatto ambientale notevole, infatti, sono state sviluppate tecniche di solidificazione/stabilizzazione, al fine di ridurre la mobilità dei composti tossici, per minimizzare il potenziale di tossicità, diminuendo la solubilità e rendendo il materiale meno tossico.

La matrice del cemento Portland e di altri materiali pozzolanici risulta essere adatta ad inglobare metalli pesanti, sostanze inorganiche e composti organici. L'incorporazione nella matrice di cemento dei trucioli contaminati con Cr_2O_3 , durante il processo di concia, non solo ingloba questo contaminante, ma contribuisce anche all'energia termica richiesta durante il processo di cottura, generando la combustione della parte organica del truciolo.

Dallo studio è emerso che il clinker con cromo ha strutture con una maggiore percentuale di fasi amorfe e richiede meno energia per la macinazione. Aumentando in piccole quantità la percentuale di questi scarti, si ha un aumento di resistenza, fino ad arrivare alla percentuale massima, dove invece si ha l'effetto inverso. Un altro beneficio riscontrato è quello di avere una superficie specifica maggiore, fenomeno che aiuta i primi processi di idratazione.

A causa dell'alta percentuale di cromo e della tossicità dei trucioli, questi sono stati incorporati con basse percentuali al cemento, rispettivamente, per il primo

provino dello 0%, per il secondo dello 0,4%, per il terzo dello 0,6%, per il quarto dello 0,8% e per il quinto e ultimo del 6%, il quale equivale ad un 0,4% di ceneri.

I risultati dei test a compressione, con le varie percentuali di trucioli su 100 g di materia prima, a 7, 14 e 28 giorni, sono rappresentati nella seguente tabella¹⁵:

Giorni	0%	0,4%	0,6%	0,8%	6%*
7	28,6	23,2	25,4	26,0	23,2
14	33,1	27,2	27,6	27,1	25,0
28	33,8	33,7	37,5	43,2	34,2

Come si evince dalla tabella, l'aggiunta di una certa percentuale di impurità genera un effetto mineralizzante, che migliora le proprietà dello stesso. Tuttavia, inserendo una maggiore quantità si va in contro al processo inverso, con una diminuzione generalizzata delle resistenze a compressione. Dai test è emerso, inoltre, l'assenza di macro-porosità all'interno della matrice del cemento.

In aggiunta, l'inserimento di trucioli di pelle con cromo, provenienti dagli scarti del processo conciario, nel clinker, risulta essere adatto per l'S/S di questo inquinante. Nel clinker, il Cromo III si ossida in Cromo VI, con il conseguente aumento di mobilità di questo ione, mantenendo, tuttavia, ugualmente, valori al sotto dei limiti massimi consentiti. L'aggiunta di questi scarti modifica, inoltre, i parametri delle principali fasi cristalline, entrando così nella molecola, con conseguente stabilizzazione dell'inquinante. L'aggiunta di trucioli con cromo, infine, velocizza l'idratazione iniziale, influenzando così il tempo di presa.¹⁶

15 Trezza M.A., Scian A.N., "Waste with chrome in the Portland cement clinker production", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 147, 2007, p. 191.

16 Trezza M.A., Scian A.N., *ivi*, pp. 188-196.

INCORPORAZIONE DI RIFIUTI DI CUOIO FINITI CON FIBRE VEGETALI

Abstract:

Questo studio si pone come obiettivo quello di preparare fogli compositi, incorporando fibre vegetali in varie proporzioni negli scarti di pelle. Come materiale legante, è stata usata la resina e il lattice di gomma naturale. Le fibre vegetali utilizzate sono servite ad aumentare le prestazioni meccaniche dei pannelli, sempre e comunque subordinate dalla quantità e dalla natura del legante.

Autori:

A. Teklay, G. Gebeyehu, T. Getachew, T. Yaynshet, T.P. Sastry

Rivista/pubblicazione:

Waste Management 68 (2017)

Tipologia di utilizzo:

Pannelli di rivestimento

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli e fibre vegetali

Risultati ottenuti:

È emerso che con l'aggiunta di fibre vegetali nell'impasto con gli scarti delle lavorazioni delle pelli si ha un miglioramento delle proprietà meccaniche, fisiche e chimiche.

La soluzione presa in considerazione in questo caso, è stata studiata per il mercato dell'Etiopia, essendo al primo posto in Africa e al decimo nel mondo per il numero di capi di bestiame. Questa enorme risorsa è alla base dello sviluppo dell'industria della pelle. A causa dell'aumento della popolazione e dell'inquinamento, si stanno cercando di riutilizzare gli scarti derivanti da questa produzione per sfruttare risorse naturali, come fibre naturali, in alternativa a materiali sintetici, e per il rinforzo di quelli compositi.

In questo studio, è stata analizzata la preparazione di fogli compositi in cuoio, da scarti di questo, in combinazione con fibre vegetali di ibisco, juta, enset (banana etiopica) e palma, utilizzando come leganti resine e lattice di gomma naturale.

Per questo utilizzo, gli scarti delle pelli vengono tagliati in piccoli pezzi, per essere inseriti nella polverizzatrice, mentre le fibre vegetali vengono ugualmente tagliate in piccoli pezzi, al fine di ottenere fibre lisce e corte. La fibra media così ottenuta ha le seguenti dimensioni: 1,5-2,5 cm di lunghezza e 0,2-0,7 mm in larghezza.

I fogli di cuoio sono stati preparati usando fibre di questo e due leganti diversi: legante di resina (RB) e lattice di gomma naturale (NRL) in diverse concentrazioni,

per ottenere buone caratteristiche di resistenza a trazione.

Nel caso in cui venga utilizzato come legante il lattice di gomma naturale (NRL), gli scarti di cuoio vengono ridotti in fibre e immersi in acqua, per poi essere tritati al fine di ottenere un impasto a pasta fine, al quale viene aggiunto, successivamente, lattice di gomma naturale come legante. Una volta miscelato accuratamente, l'impasto liquido viene, infine, colato in uno stampo e pressato per poi essere essiccato all'aria.

Per quanto concerne la seconda sperimentazione, invece, questa si presenta in modo simile a quella precedentemente descritta, sebbene vengano utilizzate resine leganti anziché lattice di gomma naturale.

I fogli ricavati da entrambe le sperimentazioni, vengono presi come campione per lo studio delle caratteristiche fisiche e meccaniche e per effettuare una comparazione con ulteriori fogli contenenti fibre vegetali. Tra questi, gli unici ad avere un aumento della resistenza risultano essere quelli miscelati con 30% di fibra vegetale di juta, utilizzando come collante il lattice di gomma naturale.

Per quanto riguarda i campioni in cui è stato usato come collante la resina, come quelli con il 10% di fibra vegetale di ibisco, quelli con il 20% di fibre vegetali di palma e quelli con il 40% di fibre vegetali di sisal, invece, si è riscontrato un aumento delle caratteristiche fisiche e meccaniche.

Le prove effettuate hanno riguardato le resistenze meccaniche, come quella a trazione, a rottura, a lacerazione, a flessione e l'assorbimento d'acqua¹⁷.

17 K. Kolomaznik, M. Adamek, I. Andel, M. Uhlirova, "Leather waste-Potential threat to human health, and a new technology of its treatment", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 160, 2008, pp. 514-520.

UTILIZZO DI TRUCIOLI DI PELLE NELLA PREPARAZIONE DI CEMENTI PER POZZI PETROLIFERI

Abstract:

In questo studio vengono utilizzati gli scarti, sotto forma di trucioli, della lavorazione delle pelli, come agente indurente del cemento che viene utilizzato durante la perforazione dei pozzi petroliferi.

Autori:

Guo Limei, Cheng Baozhen, Geng Guowei, Cao Shan

Rivista/pubblicazione:

The 9th Asian International Conference on Leather Science and Technology

Tipologia di utilizzo:

Rivestimento dei pozzi petroliferi

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli conciate al cromo

Risultati ottenuti:

Risulta essenziale un dosaggio corretto di scarti della lavorazione delle pelli. Con una concentrazione dello 0,3% di questi scarti si ha una resistenza a compressione maggiore e una riduzione della fluidità del 10%.

Per ciò che concerne i pozzi petroliferi, al fine di supportarli orizzontalmente e per supportarne l'involucro, viene utilizzato cemento per la cementazione degli stessi¹⁸. La qualità di questo cemento è in funzione della longevità e della produttività di un pozzo. Talvolta, il cemento viene migliorato attraverso l'utilizzo di materiali fibrosi, come ad esempio la pelle di scarto della concia, la quale è costituita principalmente da fibre di collagene con generali caratteristiche. La presenza delle fibre consente al materiale di sviluppare una maggior polarità e compatibilità con il cemento e di essere utilizzato come agente indurente.

Tuttavia, risulta essenziale un dosaggio corretto di questi scarti poiché contenenti cromo. Infatti, il pH influenza il contenuto di Cr (VI), soprattutto in condizioni di alta temperatura. Con un pH neutro, ad esempio, la percentuale di cromo è inferiore ai limiti e non provoca inquinamento ambientale. Con una concentrazione dello 0,3% di trucioli di pelle concia al cromo, si ha una resistenza a compressione maggiore, con una riduzione della fluidità del 10%, essendo queste molecole polari che aumentano l'assorbimento d'acqua nel cemento¹⁹.

18 K.J. Goodwin, *SPE, Mobil Technology Co. Oil well/gas well cement-sheath evaluation*, 1997

19 Murali S., Balaraman M., Jonnalagadda R. R., "Leather solid waste: An eco-benign raw material for leather chemical preparation – A circular economy example", *Waste Management*, vol. 87, 2019, pp. 357-367.

RIUSO DI SCARTI DELLA LAVORAZIONE DELLE PELLI E DI CARPENTERIA PER OTTENERE MATERIALI ISOLANTI

Abstract:

In questo progetto vengono utilizzati rifiuti solidi industriali come segatura e scarti della lavorazione delle pelli come materiali di riempimento per provini cavi e come materiale di separazione per pannelli in cartongesso.

Autori:

H. Lakraflı, S. Tahiri, A. Albizane, M. Bouhria, M.E. El Otman

Rivista/pubblicazione:

Construction and Building Materials 48 (2013)

Tipologia di utilizzo:

Pannelli isolanti

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli come trucioli e polvere di lucidatura e rifiuti di falegnameria come segatura e trucioli di legno

Risultati ottenuti:

È emerso che, con l'aggiunta di questi rifiuti industriali, si ha una diminuzione della conducibilità termica simile ad altri materiali isolanti attualmente in commercio.

Questa ricerca si concentra sull'utilizzo di scarti di cuoio e di carpenteria come materiali alternativi per l'isolamento termico degli edifici, nella continua ricerca di un migliore sviluppo sostenibile ed economico, di nuove tecniche e di materiali isolanti.

Anche in questo caso vengono utilizzati i trucioli di pelle conciata al cromo e polveri di lucidatura generate dal processo di concia delle pelli.

I trucioli di pelle conciata al cromo sono piccoli pezzi di pelle rasata che si formano quando lo spessore del wet-blue bagnato viene reso uniforme da un cilindro a lame. Le polveri lucidanti vengono, invece, generate dopo aver trattato la superficie delle pelle mediante abrasione. I rifiuti di cuoio conciati al cromo, come già detto, sono costituiti principalmente da cromo e proteine, sono durevoli, stabili, e non soggetti a putrefazione.

Per quanto riguarda i rifiuti da carpenteria come trucioli di legno e segatura, prodotti durante la lavorazione del legno, la polvere di legno e di segatura risulta essere un sottoprodotto derivante dal taglio, dalla molatura e dalla levigatura, ed è composta da particelle fini di legno.

Questi rifiuti utilizzati come materiali di riempimento e separazione riducono notevolmente il calore specifico e la conducibilità di campioni a forma cava e di pannelli piani. Hanno una bassa conducibilità termica, soprattutto quando

sono usati allo stato secco, mentre questa diventa maggiore con l'aumento del contenuto di umidità.

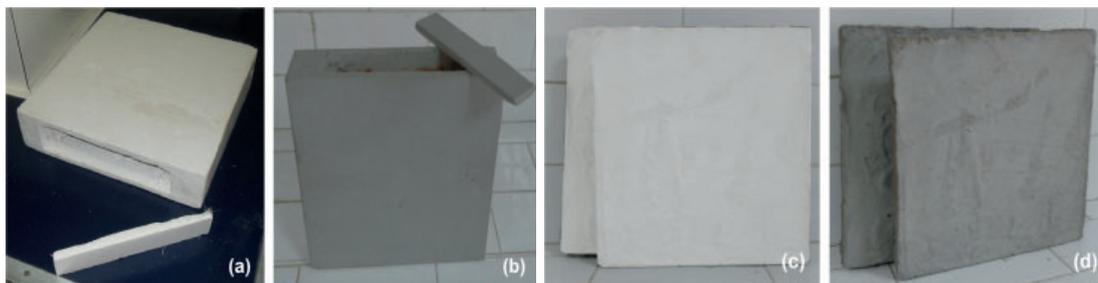


Fig. 5. Foto dei campioni cavi e pannelli separati: (a) campioni cavi, (b) campioni cavi di cemento e sabbia, (c) cemento e cartongesso, (d) sabbia e cemento²⁰.

Confrontando la loro efficienza di isolamento termico con quella di materiali isolanti convenzionali, risulta simile e competitiva rispetto ai comuni materiali isolanti porosi. Per la loro disponibilità e le loro proprietà i rifiuti di cuoio e di carpenteria possono essere considerati entrambi come valide alternative ai materiali isolanti a basso costo²¹.

RIUTILIZZO DI SCARTI DI PELLE PER OTTENERE PANNELLI ISOLANTI: VALUTAZIONE DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE

Abstract:

Questo studio mette in evidenza una comparazione tra due analisi di fattibilità tecnica preliminare, Life Cycle Assessment (LCA), effettuate su due pannelli isolanti che hanno lo stesso flusso di calore: un pannello standard in poliuretano e un pannello innovativo con anima in scarti di pelle.

Autori:

Marco Marconi, Marco Barbanera, Giuseppe Calabrò, Ilaria Baffo

Rivista/publicazione:

Procedia CIRP 90 (2020)

Tipologia di utilizzo:

Materiali isolati

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli e colla vinilica

Risultati ottenuti:

Ha dimostrato la fattibilità tecnica nel riutilizzo di questi scarti per ottenere pannelli isolanti.

20 Lakrafi H., Tahiri S., Albizane A., Bouhria M., "Experimental study of thermal conductivity of leather and carpentry wastes", *Construction and Building Materials*, vol. 48, 2013, pp. 567

21 Lakrafi H., Tahiri S., Albizane A., Bouhria M., *ivi* pp 566-574

Viene considerata l'eventuale realizzazione di pannelli per l'isolamento termico innovativi e sostenibili, in cui come materiale di input, vengono utilizzati gli scarti delle concerie. La ricerca è stata eseguita basandosi sul metodo LCA, che ha consentito di quantificare gli impatti generati dal materiale, dalla fase di estrazione fino a quella di produzione del pannello.

Il primo passo per la preparazione del pannello consiste nella triturazione degli scarti mediante un trituratore, che ha permesso di ottenere ritagli di pelli della dimensione massima di 3 cm, per essere successivamente miscelati con una colla vinilica, nella dose di 0,05 kg per ogni kg di pelle, e con acqua, nella dose di 0,12 kg per ogni kg di pelle, a temperatura ambiente. I campioni sono stati realizzati mediante un processo di stampaggio a freddo, che ha permesso di mantenerli per 24 ore in pressione, e successivamente asciugati in un forno elettrico a 70°C per 4 ore, al fine di eliminare l'acqua in eccesso.

I campioni così ottenuti sono stati utilizzati per determinare alcuni parametri:

Parametro	Valore
Densità	650 kg/m ³
Conducibilità termica	0,105 W/mK
Coefficiente d'assorbimento dell'incidenza normale	0,31 a 1200 Hz (spessore 18 mm) 0,60 a 600 Hz (spessore 28 mm)
Perdita di trasmissione	25-33 dB (spessore 18 mm)
Coefficiente di riduzione del rumore	25-42 dB (spessore 28 mm)
Stabilità termica	5% degradazione a 249 °C 50% degradazione a 373°C
Fattore di resistenza al vapore acqueo	27-30
Prestazioni ignifughe	Classe E (standard ISO 13501-1)

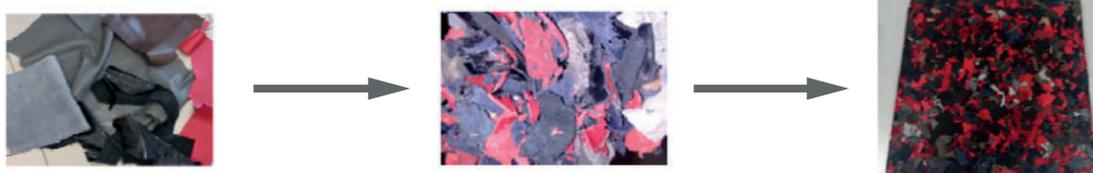


Fig. 6. Scarti di pelle, scarti di pelle triturati, pannello con gli scarti di pelle²²

Il pannello così realizzato è contenuto all'interno di una struttura in lamiera metallica, che ne permette un montaggio più agevole e, allo stesso tempo, permette la penetrazione dell'aria, in quanto influisce positivamente sul comportamento finale del pannello.

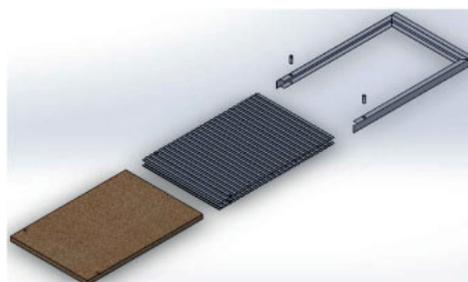


Fig. 7. Vista esplosa del pannello con scarti di pelle²²

22 Marconi M., Barbanera M., Calabrò G., Baffo I., "Reuse of leather scraps for insulation panels: technical and environmental feasibility evaluation", *Procedia CIRP*, vol. 90, 2020, pp. 56

Lo studio LCA condotto fa riferimento alle normative ISO 14040 e 14044, imponendosi come obiettivo quello di confrontare gli impatti ambientali del pannello innovativo, descritto in precedenza, e di uno in poliuretano con caratteristiche termiche analoghe.

L'unità funzionale è stata definita come un pannello isolante per edifici di 1,2x0,8m, che garantisce un flusso di calore di 16 W/m², con un ΔT di 20°C.

Per quanto riguarda l'analisi LCA sul pannello in poliuretano, i dati del processo di fabbricazione sono stati estrapolati dall'associazione nazionale poliuretano espanso rigido del 2019.

L'analisi LCA effettuata sul pannello che utilizza gli scarti di conceria, invece, si basa sul processo di sperimentazione che comprende tutti i passaggi per la realizzazione del prodotto (dalla culla al cancello), escludendo le fasi finali, come trasporto e fine vita, e i processi produttivi associati alla produzione della pelle e, di conseguenza, degli scarti.

Nell'analisi del pannello con gli scarti in pelle, la colla vinilica contribuisce con un impatto non trascurabile, facendo emergere quindi la necessità di testare colle alternative. Un altro impatto, non trascurabile rilevato è, inoltre, la fase di asciugatura.

In conclusione, la differenza maggiormente riscontrata tra i due pannelli considerati, in relazione all'impatto ambientale provocato, è relativa al nucleo. Infatti, il pannello con scarti conciari, utilizzando una quantità inferiore di materie prime, produce circa 10 kgCO₂ eq, che pesano per il 24% sul totale del pannello, mentre, nel caso del poliuretano, si hanno circa 18 kgCO₂eq, che rappresenta, invece, il 25%.

Il pannello in pelle, infine, rispetto al pannello in poliuretano, porta ad un risparmio di circa il 15%.

Questo studio, pur non consentendo di dimostrare chiaramente quale sia il pannello più ecologico, ha permesso di ricavare informazioni importanti al fine di guidare un eventuale strategia volta allo sviluppo di questi pannelli, mettendo in luce la fattibilità tecnica di realizzare, attraverso l'uso di scarti di conceria, un pannello dalle prestazioni isolanti accettabili²³.

23 Marconi M., Barbanera M., Calabrò G., Baffo I., "Reuse of leather scraps for insulation panels: technical and environmental feasibility evaluation", *Procedia CIRP*, vol. 90, 2020, pp. 55-60

INFLUENZA DELLA CONDUCIBILITÀ TERMICA CON L'UTILIZZO DI SCARTI DI RASATURA DELLE PELLI CON MATERIALI A BASE DI CEMENTO E GESSO

Abstract:

In questo studio sperimentale si analizza l'effetto dell'aggiunta di residui di pelle sulle proprietà meccaniche e termiche di provini di cemento e gesso composito.

Autori:

H. Lakrafi, S. Tahiri, A. Albizane, M.E. El Otman

Rivista/publicazione:

Construction and Building Materials 30 (2012)

Tipologia di utilizzo:

Materiali isolati

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli come trucioli e polvere di lucidatura

Risultati ottenuti:

È emerso che le polveri di lucidatura sono più efficaci come isolamento termico, rispetto ai trucioli di pelle conciata al cromo, e che entrambi, miscelati con cemento e sabbia o intonaco, migliorano le proprietà termiche del cemento e gesso.

Anche questo studio sperimentale si sofferma sul riutilizzo, tra i vari scarti della lavorazione della pelle, dei trucioli di cromo e della polvere di lucidatura per la realizzazione di composti di gesso e cemento, analizzandone gli effetti sulle proprietà meccaniche e termiche dei campioni presi in esame.

Tali campioni sono stati realizzati mescolando diverse quantità di trucioli di pelle conciata al cromo e polvere di lucidatura, in un primo momento, con cemento e sabbia e, in secondo luogo, con intonaco, per poi essere successivamente impastati con acqua. La miscela così ottenuta, dopo essere stata colata all'interno di stampi ed essere fatta essiccare, viene analizzata per effettuare misurazione meccaniche. Da questi test è emerso che la resistenza meccanica diminuisce con l'aumento del contenuto di fibre, il fenomeno è dovuto all'aumento di porosità indotto dalle fibre. Inoltre sono state effettuate anche misurazioni sulla densità e sulla conducibilità termica. La variazione di densità passa da 2,2 g/cm³, senza l'aggiunta di questi scarti, a 1,31-1,39 g/cm³, in quanto i trucioli di pelle conciata al cromo e la polvere lucidante hanno una densità inferiore a quella dei materiali da costruzione tradizionali. Anche per quanto riguarda la conducibilità termica, si ha una diminuzione, passando da 0,63 a 0,28 W/m°C. Si nota, inoltre, che le polveri di lucidatura sono più efficaci come isolante termico rispetto ai trucioli di pelle conciata al cromo. Infine, i risultati, indicano

una chiara riduzione della conduttività termica²⁴.

STUDIO DI FATTIBILITÀ NELL'INCORPORAZIONE DI RESIDUI DI CUIOIO NEI MATTONI

Abstract:

In questo studio viene analizzata la fattibilità di incorporare residui di cromo derivanti dalla lavorazione delle pelli all'interno di mattoni.

Autori:

J.B. Aguir, A. Valente, M.J. Pires, T. Tavares

Rivista/pubblicazione:

Key Engineering Materials Vols. 206-213 (2002)

Tipologia di utilizzo:

Mattoni isolanti

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli e una miscela di argilla

Risultati ottenuti:

È emerso che, con l'aggiunta di questi rifiuti, si ha una diminuzione della resistenza meccanica e una diminuzione della conducibilità.

Si analizza in questo ulteriore caso l'incorporazione dei residui di pelle conciata al cromo all'interno di prodotti ceramici.

Come già noto, i residui di pelle, a causa del loro alto contenuto di cromo, possono essere considerati una minaccia per l'ambiente, in particolare se non si presta particolare attenzione al loro smaltimento. Tuttavia, è possibile neutralizzare l'eventuale tossicità del cromo, all'interno dei prodotti ceramici costituiti da tale tipo di residui, attraverso la triturazione e l'incorporazione nel prodotto ceramico.

Si effettua ora l'analisi di un campione prismatico prodotto in laboratorio usando argilla e scarti di pelle per circa il 20-60% del volume totale, realizzando una miscela di argilla, residui di pelle e una quantità d'acqua tale da ottenere una plasticità ottimale della stessa, colata poi in uno stampo metallico ed essiccata. L'essiccazione è avvenuta in 5 step, della durata di 48 ore, a temperature programmate da 30 a 100 °C.

I mattoni così ottenuti, con una forma prismatica di dimensioni di 4x4x16 cm, sono stati poi messi in un forno a 1000°C per circa un ora. Specialmente per i mattoni con una concentrazione di scarti maggiore di pelle, si sono notati, dopo

24 H. Lakraflı, S. Tahiri, A. Albizane, M.E. El Otmani, "Effect of wet blue chrome shaving and buffing dust of leather industry on the thermal conductivity of cement and plaster based materials", *Construction and Building Materials*, vol. 30, 2012, pp. 590-596.

la cottura in forno, pori esterni e residui di carbonizzazione.

Su tali mattoni sono stati svolti poi i test meccanici. Con l'1% di materiali di scarto incorporato il modulo a rottura è diminuito del 30% e quello a compressione del 22%. Aumentando gli scarti a 3-5%, il modulo a compressione si riduce, invece, del 45% circa. Queste resistenze variano in funzione della quantità di rifiuti incorporati, mentre la diminuzione delle resistenze meccaniche è influenzata dai pori che si creano nei mattoni dopo la cottura, a causa della carbonizzazione di alcuni residui degli scarti incorporati.

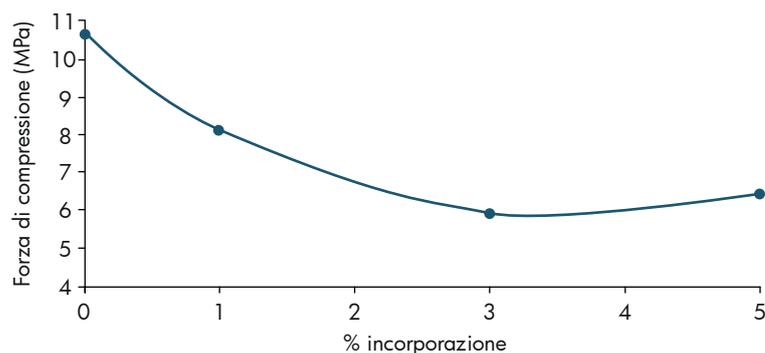


Fig. 8. Variazione della resistenza a compressione al variare della percentuale di incorporazione degli scarti di pelle²⁵.

Per quanto riguarda i test di lisciviazione, il materiale è stato macinato in modo da passare attraverso una griglia con fori di 9,5 mm. I campioni così ottenuti sono stati analizzati per verificare la quantità di cromo esavalente contenuto, la quale è risultata molto bassa, inferiore ai valori che ci si aspettava, ed era incorporata nella matrice di argilla.

In conclusione, è possibile incorporare residui di pelle nella produzione dei mattoni, tenendo presente però che se non si limita la quantità di questi a circa l'1%, si va incontro a una riduzione delle proprietà meccaniche sul prodotto finito²⁶.

25 J.B. Aguir, A. Valente, M.J. Pires, T. Tavares, "Incorporation Feasibility of Leather Residues in Bricks", *Key Engineering Materials*, vol. 206-213, 2002, p. 2008.

26 J.B. Aguir, A. Valente, M.J. Pires, T. Tavares, *ivi*, pp. 2005-2008.

UTILIZZO DI RIFIUTI DI CONCIERIA TRITURATI COME AGGREGATO FINE DEL CALCESTRUZZO

Abstract:

In questo studio vengono utilizzati gli scarti triturati derivanti dal processo di concia come parziale sostituzione dell'aggregato fine nel calcestruzzo. Una corretta sostituzione degli aggregati fini con questi scarti potrebbe ridurre l'estrazione di questo materiale e diminuire la quota di rifiuti da smaltire delle aziende conciarie.

Autori:

Sathish Kumar V, Vijayaravind S

Rivista/publicazione:

International Journal of Engineering Research & Technology Aprile (2015)

Tipologia di utilizzo:

Aggregato fine per il confezionamento del calcestruzzo

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli e calcestruzzo

Risultati ottenuti:

È emerso che, con l'aggiunta di questi rifiuti, sotto forma di aggregato fine, il calcestruzzo risulta avere una densità inferiore e di conseguenza è più leggero.

Questo studio vuole dimostrare la possibilità di utilizzare rifiuti di conceria triturati in sostituzione parziale degli aggregati al interno dell'impasto di calcestruzzo, per determinare le proprietà meccaniche del prodotto finito.

A causa dell'aumento delle attività di costruzione, la quantità di aggregato fine è aumentato notevolmente. Il cemento prodotto con questi aggregati riciclati avrà peso ridotto e una resistenza maggiore rispetto al calcestruzzo convenzionale.

Durante la sperimentazione sono stati realizzati cinque provini con presenza di rifiuti di 0%, 5%, 10%, 15% e 20%.

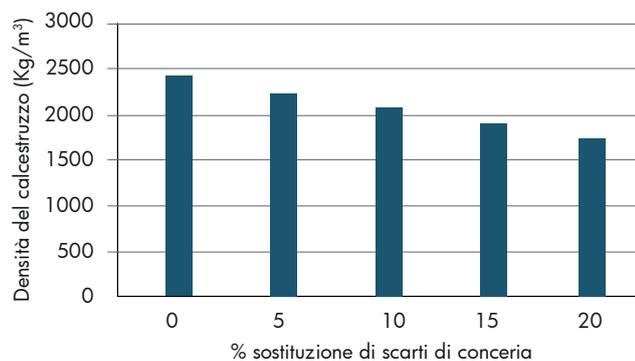


Fig. 9. Grafico densità del calcestruzzo

Con l'aggiunta dei rifiuti da conceria il calcestruzzo risulta avere una densità inferiore al normale, risultando quindi più leggero.

Si rivela che la sostituzione che porta a prestazioni migliori è quella con il 15% di rifiuti, in quanto un'ulteriore aggiunta di questi scarti diminuisce la resistenza a compressione del materiale. In particolare la resistenza a compressione del calcestruzzo aumenta del 24% e la resistenza a trazione del 88%.

In generale, in tutti e quattro i casi analizzati si è notata una notevole diminuzione della densità, con una sostituzione del 20%, ad esempio, si ha una riduzione della densità da 2419 kg/m³ a 1738 K.

Un ulteriore vantaggio risulta essere l'inferiore uso di sabbia fluviale con una riduzione dei costi.

Emerge, quindi, che i rifiuti da conceria possono essere utilizzati efficientemente nel campo dell'edilizia, ottenendo così uno smaltimento dei rifiuti di conceria in sicurezza senza causare inquinamento ambientale²⁷.

USO DEGLI SCARTI DI CONCIERIA PER LA PRODUZIONE DI CONCIMI

Abstract:

Durante il processo di concia della pelle, i tannini e il cromo si legano alle proteine della pelle, questi residui possono essere utilizzati per la produzione di concimi tramite idrolisi. Per produrre questi concimi, gli scarti vengono omogenizzati per poi passare all'idrolisi ed essere essiccati vagliati e raffreddati.

Autori:

Filiberto Loreti, Paolo Sequi

Rivista/pubblicazione:

Quaderni 2013 - VIII Sezione Centro Ovest

Tipologia di utilizzo:

Produzione di concimi

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli

Risultati ottenuti:

È emerso che l'utilizzo di questi concimi non rappresenta pericolo per l'ambiente, ma è l'occasione per utilizzare un sottoprodotto che altrimenti sarebbe destinato alla discarica.

27 Sathish Kumar V, Vijayaravind S, "Utilization of Tannery Shredded Waste as Fine Aggregate in Concrete", *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 4, Aprile 2015, pp. 484-486

Durante la concia alcuni composti come i tannini o il cromo si legano alle proteine della pelle. I residui possono essere utilizzati per produrre concimi tramite idrolisi. Il cromo contenuto in questi scarti non risulta un problema per l'ambiente in quanto si lega a componenti organici e non del terreno, che ne rendono impossibile l'ossidazione da cromo trivalente a esavalente.

Le pelli animali sono costituite da sostanza organica azotata, ma l'azoto viene stabilizzato durante il processo di concia per evitare la putrefazione e di conseguenza la biodegradabilità. I primi brevetti, legati alla produzione di questi concimi consistevano nel rompere i legami che si creano tra l'agente conciante, spesso il cromo, e le catene polipeptidiche del collagene.

Nella produzione di concime, gli scarti, vengono omogeneizzati, per poi passare all'idrolisi ed essere essiccati, vagliati e raffreddati.

Il parametro più importante è la massimizzazione del contatto tra matrice solida proteica e agente idrolizzante. La matrice organica ottenuta dagli scarti di lavorazione delle pelli, identificata dall'attuale Normativa Nazionale dei Fertilizzanti (D.Lgs 75/2010), come "Gelatina idrolizzata per uso agricolo", risulta essere tutt'oggi una delle matrici azotate più ambite²⁸.

Il cuoio è composto da collagene, una miscela di proteine presenti nelle pelli animali con alto contenuto di amminoacidi con rapporto C/N inferiore a 5. I concimi derivanti da questi prodotti hanno un alto contenuto di carbonio e azoto organico, ma hanno al loro interno anche altri elementi utili per la nutrizione delle piante, come potassio, magnesio, calcio, zolfo, fosforo e altri microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn). Il contenuto di metalli pesanti è molto basso, inferiore ai limiti, ad eccezione del Cromo (III) presente a causa del processo di concia²⁹.

Dagli studi è emerso che il cromo trivalente contenuto nei fertilizzanti organici, derivanti da fanghi e prodotti conciari, non si ossida a cromo esavalente. Da una tonnellata di pelle bagnata e salata, solo circa 200 kg vengono convertiti in pelle finita e il resto viene scartato come rifiuto.

Utilizzare concimi contenenti Cr (III), come quelli derivanti dai sottoprodotti della concia, non rappresenta un pericolo per l'ambiente, ma è l'occasione per utilizzare un sottoprodotto che altrimenti sarebbe destinato alla discarica³⁰.

28 Franco Cavazza, *Tecnologie avanzate di produzione dei concimi da residui di lavorazione del cuoio e delle pelli conciate*

29 Ciavatta C., Manoli C., Cavani L., Franceschi C., Sequoi P., Chromium-Containing Organic Fertilizers from Tanned Hides and Skins: A Review on Chemical, Environmental, Agronomical and Legislative Aspects, *Journal of Environmental Protection*, 3 (11), 2012, pp. 1532-1541.

30 Filiberto Loreti, *I concimi derivanti dal recupero dei residui di lavorazione del cuoio e delle pelli conciate*, Pisa, Felici Editore, 2013, pp. 77-84.

SCHIUME POLIURETANICHE RINFORZATE CON RIFIUTI GENERATI DALLE INDUSTRIE DELLA PELLE

Abstract:

In questo studio viene utilizzata polvere di lucidatura proveniente dagli scarti della lavorazione delle pelli come riempitivo naturale della schiuma poliuretanic.

Autori:

Sylwia Członkaa, Massimo F. Bertinob, Krzysztof Strzeleca, Anna Strąkowskaa, Marcin Masłowska

Rivista/pubblicazione:

Polymer Testing 69 (2018)

Tipologia di utilizzo:

Riempitivo di materiali isolanti

Materiali utilizzati:

Polvere di lucidatura del processo di concia

Risultati ottenuti:

L'integrazione di questi scarti, fino ad una determinata percentuale, porta ad un miglioramento dal punto di vista tecnologico, economico e ambientale.

Le schiume poliuretaniche, oggi altamente diffuse, grazie alle loro proprietà termoisolanti, all'elevata resistenza agli agenti atmosferici, alle buone proprietà meccaniche e alle bassa densità apparente, vengono comunemente utilizzate nel settore dell'arredamento, dell'industria automobilistica o nella produzione di materiali per l'isolamento termico³¹.

Con un continuo aumento delle richieste di schiume poliuretaniche e una legislazione sempre più stringente, dal punto di vista ambientale, questa ha costretto le industrie a sviluppare materiali basati su materie prime rinnovabili e a basso costo. Una soluzione ottimale, sotto questo punto di vista, risulta essere l'utilizzo di riempitivi naturali, in quanto questi aumentano la biodegradazione e riducono il costo del materiale finale.

Questo studio analizza la possibilità di utilizzare polvere di lucidatura proveniente dagli scarti della lavorazione delle pelli, come riempitivo naturale nella schiuma poliuretanic. I risultati ottenuti dalla sperimentazione dimostrano che l'aggiunta di polveri di lucidatura della pelle, nella percentuale tra lo 0,1 e il 5% in peso, influenzano la morfologia delle schiume e conseguentemente le loro proprietà meccaniche e termiche. A seconda della percentuale incorporata, il materiale

31 Yang C., Fischer L., Maranda S., Worlitschek J., "Rigid polyurethane foams in-corporated with phase change materials: a state-of-the-art review and future re-search pathways", *Energy Build*, 87, 2015, pp. 25-36, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.075>.

così ottenuto presenta miglioramenti o deterioramenti delle proprietà. Si evince che, con una concentrazione dello 0,1%, si ha un miglioramento generale delle proprietà, rispetto alla schiuma senza riempitivi, con un aumento di questi materiali; inoltre, si è notato che la distribuzione di questi all'interno della schiuma risulta non uniforme. Altresì, con un corretto dosaggio, si può ampliare la gamma di utilizzo di questo materiale, producendo benefici sia da un punto di vista tecnologico, che economico e ambientale³².

RIUTILIZZO DEGLI SCARTI DI PELLE PER OTTENERE MATERIALI PER MICROINCAPSULAZIONE

Abstract:

In questo studio vengono utilizzati i rifiuti delle conerie non conciate, per ottenere gelatine impiegate come materiale per microcapsulazione di sostanze attive.

Autori:

María José Escoto Palacios, María Ángeles Pérez Limiñana, Francisca Arán Ais

Rivista/publicazione:

INESCOP, Instituto Tecnológico del Calzado y Conexas

Tipologia di utilizzo:

Gelatine per microincapsulazioni

Materiali utilizzati:

Rifiuti di coneria non conciate

Risultati ottenuti:

Risulta un progetto ambientale per il recupero degli scarti del processo di concia in un'ottica di un'economia circolare.

L'Unione Europea promuove il recupero e la valorizzazione dei rifiuti, trasformandoli in prodotti con un valore aggiunto e contribuendo, così, a generare un modello di economia circolare. Un esempio è il progetto LIFE microTAN, ricerca italiana e spagnola, che mira a recuperare i rifiuti delle conerie, per riutilizzarli in altre industrie. Nel dettaglio, è stato studiato come i rifiuti non conciate possano essere utilizzati per ottenere gelatine impiegate come materiale per microincapsulazione di sostanze attive. Risulta, quindi, un progetto ambientale che prevede il recupero dei rifiuti ricchi di collagene, contribuendo a un modello di economia circolare³³.

32 Sylwia C., Bertino M. F., Krzysztof S., Strakowska A., Maslowski M., "Rigid polyurethane foams reinforced with solid waste generated in leather industry", *Polymer Testing*, 69, 2018, pp 225-237

33 Escoto M.J., Perez M.A., *From leather waste to functional leather*, Inescop, Elda, 2016



Fig. 10. Schema della procedura proposta, in scala di laboratorio, per il pre-trattamento di sottoprodotti non conciati e l'estrazione di gelatina³⁴.

INTEGRAZIONE DEGLI SCARTI DI PELLE CON LA PASTA DI CELLULOSA PER LA FABBRICAZIONE DEL CARTONE

Abstract:

In questo studio vengono utilizzati i rifiuti delle concerie per la produzione di cartone riciclato non per usi alimentari. Questo utilizzo è possibile solo dopo un'attenta separazione e selezione dei rifiuti.

Autori:

Gennaro Bufalo, Claudia Florio, Giuseppe Cinelli, Francesco Lopez, Francesca Cuomo, Luigi Ambrosone

Rivista/publicazione:

Journal of Cleaner Production 174 (2018)

Tipologia di utilizzo:

Cartone riciclato

Materiali utilizzati:

Rifiuti del processo di concia

Risultati ottenuti:

Il cartone ottenuto ha una resistenza a rottura inferiore dovuta alle caratteristiche delle fibre di collagene contenute negli scarti di pelle.

La massima efficienza nel riciclaggio può essere raggiunta con la separazione dei rifiuti, in modo da ottenere un sistema omogeneo, ovvero materia prima per una nuova produzione. A tal proposito, le fibre di collagene derivanti dai

34 Escoto M.J., Perez M.A., *ivi* p. 31

rifiuti di cuoio possono essere classificate in base alla lunghezza e alla loro compatibilità con la cellulosa.

I rifiuti di cuoio sono sensibili all'attacco batterico, che, penetrando la superficie esposta, causa complesse reazioni di putrefazione³⁵. Di conseguenza, il materiale deve essere stabilizzato e quindi protetto da qualsiasi degrado. Infatti, gli scarti vengono opportunamente trattati con composti chimici, per poi essere miscelati con carta straccia derivante da giornali e carta mista, in modo da ottenere un materiale classificabile come cartone, senza adesivi e con matrice fibrosa mista. Questo cartone così ottenuto viene impiegato per imballi non alimentari, con caratteristiche con proprietà simili al cartone riciclato in modo tradizionale.

La pelle, materiale composito, naturale e altamente strutturato, è costituito da una matrice in cui sono immesse le fibre di collagene. Grazie a questa struttura naturale, qualsiasi processo, volto a distruggerla, deve spendere molto in termini sia energetici che economici. Risulterebbe vantaggioso, invece, se si potesse utilizzare la struttura come materia prima, per un nuovo ciclo di produzione, massimizzando così l'efficienza dei costi e del processo, grazie anche a un'attenta separazione dei rifiuti. I rifiuti generati dalla lavorazione delle pelli possono essere raggruppati in due macro categorie, rifiuti conciati e non, i quali sono a loro volta ulteriormente suddivisi in base alla fase di produzione. Analizzando questi scarti, si evince che la quantità di rifiuti conciati risulta predominante, in termini di quantità, rispetto a quelli non conciati.

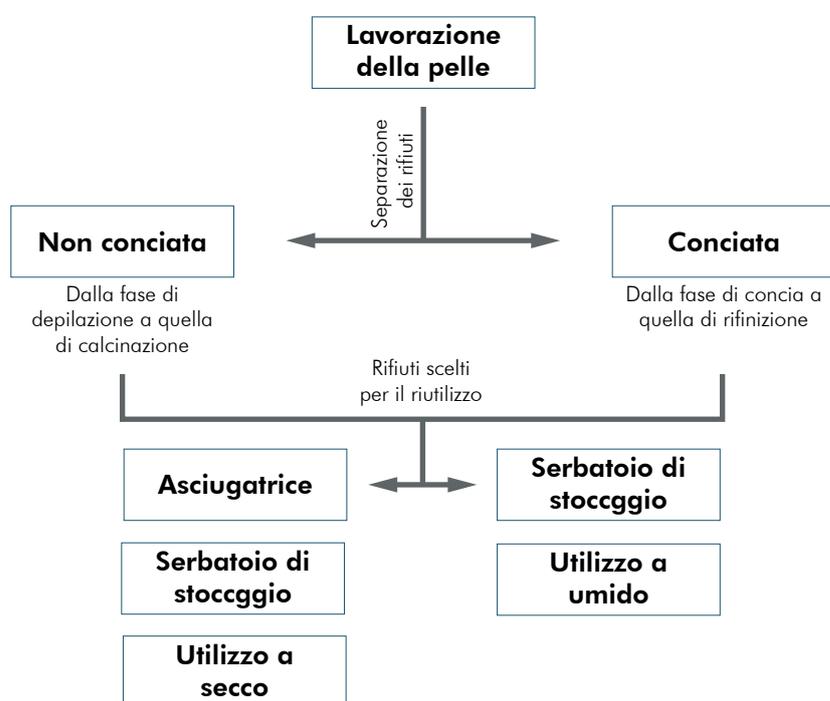


Fig. 11. Possibile suddivisione e trattamenti da effettuare agli scarti di lavorazione della pelle.

Rispetto al cartone riciclato senza l'aggiunta degli scarti della lavorazione della

35 Bufalo G., Ambrosone L., "Method for determining the activation energy distribution function of complex reactions by sieving and thermogravimetric measurements", *J. Phys. Chem. B* 120, 2016, pp. 244 e 249.

pelle, questo materiale, così ottenuto, ha una resistenza a rottura inferiore, dovuta alle caratteristiche delle fibre di collagene, derivanti dagli scarti di pelle, che hanno una resistenza e una flessibilità inferiore. Inoltre, questo materiale risulta meno cristallino e ne consegue, quindi, che sono necessarie fibre più lunghe per supportare le stesse deformazioni.

L'utilizzo di questi rifiuti, grazie anche ad una separazione accurata ed omogenea, permette il loro impiego senza un'alterazione della loro struttura, massimizzandone le caratteristiche e ottenendo così ottimi materiali grezzi di partenza per una nuova produzione. I rifiuti sono stati così suddivisi in categorie in maniera molto accurata, in modo tale da renderli sottoprodotti per una nuova produzione senza pretrattamenti chimici. In particolare, i rifiuti classificati come post-concia tinti, una volta defibrati, possono essere miscelati con carta riciclata (pasta di cellulosa), per fabbricare del cartone.

Questo materiale, per poter essere utilizzato come imballo non alimentare, deve rispettare gli standard ISO. Infatti, sono stati eseguiti dei test per verificare se vengono rispettati i requisiti di imballaggio comune. Come campione di confronto è stato utilizzato un cartone riciclato tradizionalmente, senza l'aggiunta di scarti della lavorazione della pelle.

Il cartone così fabbricato è stato testato meccanicamente e i risultati delle misurazioni hanno permesso di valutare le prestazioni del materiale. I test sulla densità hanno mostrato che le lunghe fibre di collagene si integrano molto meglio con la cellulosa rispetto alle fibre corte, mentre altri test hanno messo in evidenza che, con una composizione percentuale tra il 15 e 70%, si ottengono caratteristiche comparabili a quelle del cartone di riferimento³⁶.

36 Bufalo G., Florio C., Cinelli G., Lopez F., Cuomo F., Ambrosone L., "Principles of minimal wrecking and maximum separation of solid waste to innovate tanning industries and reduce their environmental impact: The case of paperboard manufacture", *Journal of Cleaner Production*, 174, 2018, pp. 324-332.

RIFIUTI PRE CONSUMO: AZIENDE MANIFATTURIERE

OLTRE AI RIFIUTI OTTENUTI DIRETTAMENTE DURANTE IL PROCESSO DI CONCIA, ESISTE UN'ALTRA CATEGORIA DI QUESTI SCARTI. SI TRATTA DEGLI SCARTI DI LAVORAZIONE DELLE AZIENDE CHE DALLA PELLE REALIZZANO IL PRODOTTO FINITO.

Sempre facendo riferimento ai rifiuti/sottoprodotti pre-consumo, si possono individuare altre tipologie di questi scarti; quelli derivanti dalla lavorazione delle aziende che, dalla pelle precedentemente ottenuta, realizzano il prodotto finito. Questi sottoprodotti sono quindi quei materiali derivanti dal flusso dei rifiuti generati durante il processo di fabbricazione di un prodotto, come ad esempio quello del settore calzaturiero. Anche in questo caso, la quantità di riciclato pre-consumo è definita dalla norma UNI EN ISO 14021. Tuttavia, a differenza di quelli analizzati precedentemente, in questi prodotti subentrano anche altri materiali, in quanto le aziende che li producono non trattano solo la pelle. Anche questi sottoprodotti risultano facilmente riutilizzabili e riciclabili, in quanto anche in questo caso risulta più facile, rispetto ai rifiuti post-produzione, un'attenta separazione.

RIFIUTI MANIFATTURIERI NELLA PRODUZIONE DI CALZATURE

Abstract:

In questo studio sono stati analizzati i rifiuti relativi al settore manifatturiero delle calzature in pelle, per una possibile trasformazione in fertilizzanti, oppure per uno scenario alternativo legato alla produzione di energia, attraverso la bioenergia proveniente dalla biomassa.

Autori:

Fabio Tatàno, Nadia Acerbi, Chiara Monterubbiano, Silvia Pretelli, Lucia Tombari, Filippo Mangani

Rivista/pubblicazione:

Resources, Conservation and Recycling 66 (2012)

Tipologia di utilizzo:

Utilizzato per la produzione di fertilizzanti ed energia

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle aziende calzaturiere

Risultati ottenuti:

È emerso che l'umidità presente in questi scarti varia notevolmente e di conseguenza anche l'energia che si può ottenere.

Durante la produzione di calzature, si ha un flusso significativo di rifiuti, sia dal punto di vista qualitativo, che quantitativo. Vari tipi di materiali, tra cui pelli, gomme, tessuti naturali, sintetici e a base di cellulosa e materiali in legno, costituiscono i componenti di base comunemente utilizzati nella produzione di scarpe³⁷. Di conseguenza, l'utilizzo di tutti questi materiali si porta dietro innumerevoli problemi ambientali. Da un punto di vista quantitativo, la produzione, e di conseguenza il consumo di scarpe, è aumentato a livello mondiale. Infatti, nel 1950 se ne producevano circa 2,5 miliardi, per passare a 20 miliardi nel 2005 e arrivare alla quota di 25 miliardi nel 2015³⁸.

In Italia, si ha una produzione annua di circa 8.500 t di rifiuti di scarpe in media, dati ottenuti sulla base delle dichiarazioni obbligatorie sui rifiuti raccolte nel periodo 2002-2003³⁹. Questi numeri dovrebbero portare a delineare un piano integrato e affidabile per i rifiuti relativi alla produzione calzaturiera, a una determinata scala territoriale, in quanto queste aziende sono concentrate in distretti come, ad esempio, a livello italiano, quello marchigiano e quello toscano. Un possibile riutilizzo risulta essere quello della trasformazione in fertilizzanti a base di azoto organico; un altro possibile scenario, potrebbe essere, invece, legato alla produzione di energia, che si può attuare attraverso la generazione di bioenergia proveniente dalla biomassa e dai rifiuti organici, risultando una valida alternativa a favore della riduzione dei cambiamenti climatici⁴⁰.

I rifiuti delle manifatture calzaturiere sollevano la necessità di caratterizzare i tipi di rifiuti generati e le implicazioni ambientali correlate, e le relative opzioni, che possono essere proposte per il recupero dei materiali e dell'energia.

Di seguito, si elencano i materiali di scarto presi in considerazione, in quanto costituiscono vari rifiuti prodotti durante le varie fasi di produzione delle scarpe:

- Cuoio conciato al vegetale, utilizzato per le soles e pelli pesanti;
- Pelli conciate al cromo, utilizzate nella parte superiore delle scarpe;
- Polvere di cuoio;
- Materiale specifico, costituito da strisce a base di fibra di cellulosa impregnate di un legante copolimerico, solitamente utilizzato per la soletta delle scarpe;

37 Staikos T, Heath R, Haworth B, Rahimifard S. *End-of-life management of shoes and the role of biodegradable materials*. In: Proceedings of "LCE2006, 13th CIRP international conference on life cycle engineering". Leuven, Belgium: Katholieke Universiteit Leuven; 2006. pp. 497–502

38 Staikos T, Rahimifard S. "An end-of-life decision support tool for product recovery considerations in the footwear industry", *International Journal of Computer Integrated Manufacture*, 20:602–15, 2007

39 Tatano F, Acerbi N, Monterubbiano C, Pretelli S, Tombari L, Mangani F. *Shoe manufacturing wastes: energy characterisation and emissions from combustion tests*. In: Cossu R, Diaz LF, Stegmann R, editors. Proceedings "Venice 2008, 2nd international symposium on energy from biomass and waste". Italy: CISA (Environmental Sanitary Engineering Centre) Publisher; 2008

40 Scheffran J, Battaglini A, Weber M. *Energie aus Biomass und Bioabfällen: Brennstoff der Zukunft?* In: Johnke B, Scheffran J, Soyez K, (Hrsg.), *Abfall, Energie und Klima, Beiträge zur Umwelt-gestaltung*, Band A. 157. Berlin, Germany: Erich Schmidt Verlag; 2004, pp. 160–85

- Masonite, legno composito di solito utilizzato per la produzione dei tacchi;
- Infine, la gommapiuma, contenente etilene vinil acetato, utilizzata per la suola delle scarpe.

In riferimento al settore manifatturiero delle calzature in pelle, attraverso lo studio della sostanza chimica e fisica che compone questi rifiuti e di alcuni possibili riutilizzi di questi, si è potuto notare che l'umidità al loro interno varia notevolmente e, di conseguenza, che i contenuti energetici mostrano un'ampia gamma di valori significativi, il che suggerisce la possibilità di utilizzare i rifiuti della produzione di scarpe per il recupero di energia, tramite incenerimento. Infine, un altro aspetto importante è quello relativo al recupero degli scarti di pelle, specialmente quelli conciati al vegetale, che, opportunamente separati dagli altri, possono essere utilizzati per la produzione di fertilizzanti a base di azoto⁴¹.

SCARTI DI PELLE NELL'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA

Abstract:

Questo studio si concentra nel ridurre gli scarti provenienti dalla lavorazione delle pelli per il settore automotive e quello degli arredamenti, in quanto utilizzano pezzature di grandi dimensioni.

Autori:

Pedro Brás, Cláudio Alves, José Valério de Carvalho, Telmo Pinto

Rivista/publicazione:

Resources, Conservation and Recycling 66 (2012)

Tipologia di utilizzo:

Settore automotive e arredamento

Materiali utilizzati:

Scarti della lavorazione delle pelli

Risultati ottenuti:

È emerso che, implementando sistemi che trovano il migliore layout per una serie di forme irregolari, all'interno di grandi pelli di cuoio naturale, è possibile ridurre gli scarti dei ritagli.

Uno dei più grandi problemi dell'industria manifatturiera della pelle è quello relativo al taglio, definito anche come "Leather Nesting Problem". Questo consiste nel trovare il migliore layout per una serie di forme irregolari all'interno di grandi pelli di cuoio naturale, con contorni anche essi altamente irregolari e con

41 Tatano F., Acerbi N., Monterubbiano C., Pretelli S., Tombari L., Mangani F., "Shoe manufacturing wastes: characterisation of properties and recovery options", *Resource, Conservation and Recycling*, 66, 2012, pp. 66-75.

l'eventuale presenza di buchi e di zone di qualità differente. La rilevanza pratica di questo problema risulta essere la riduzione della materia prima utilizzata, con conseguente riduzione dei costi e degli scarti.

Questo problema si presenta maggiormente nel settore automobilistico e in quello degli arredamenti, in quanto utilizzano pezzature di pelle di grandi dimensioni. Inoltre, gli oggetti da rivestire, come sedili e seggiolini, presentano forme irregolari e complesse e talvolta difetti, come buchi e zone di qualità inferiore, che rendono più difficile la riduzione degli scarti derivanti dal taglio. Il problema risulta quindi essere quello di trovare un layout ottimale per queste forme all'interno di una forma più grande, andando a ridurre al minimo gli sprechi. Tale procedimento, che prende il nome di nidificazione, è stato studiato da Heistermann e Langauer e da Crispin⁴², che hanno proposto un algoritmo che utilizza una rappresentazione approssimata delle parti da ottenere e del pellame di cuoio. Ad ogni interazione dell'algoritmo, il contorno dell'area di pelle disponibile viene esaminata per selezionare la parte di pelle su cui collocare le forme da ottenere, attraverso un'analisi delle irregolarità del contorno, della presenza dei difetti e di altri ostacoli. Inoltre, vengono testate diverse pelli, al fine di scegliere quella che si adatta meglio ai pezzi da ottenere. Il posizionamento di ciascun pezzo selezionato viene, quindi, valutato usando criteri diversi, come l'area del pezzo e la distanza tra il suo contorno e i bordi della pelle e il layout⁴³.

42 Crispin A., Clay P. and Taylor G., Bayes T., Reedman D., "Genetic Algorithm Coding Methods for Leather Nesting", *Applied Intelligence*, 23: 9-20, 2005.

43 Alves C., Bras P., Valerio de Carvalho J., Pinto T., "New constructive algorithms for leather nesting in the automotive industry", *Computers & Operations Research*, 39, 2012, pp. 1487-1505.

RIFIUTI POST CONSUMO

LA FASE FINALE DEL CICLO DI VITA DEGLI SCARTI DI PELLE È LA FASE POST CONSUMO, DOVE IL CONSUMATORE NON HA PIÙ BISOGNO O DESIDERA DISFARSI DI QUESTI PRODOTTI. UNA VOLTA RACCOLTI, QUESTI RIFIUTI IN PELLE COMPRENDONO UN ALTO LIVELLO DI MATERIALE MISTO E, TUTTAVIA, LA QUALITÀ E LE CONDIZIONI SONO SPESSO MOLTO SCARSE. IN QUESTO MODO, ATTRAVERSO LA FASE FINALE DEL CICLO DI VITA, IL FLUSSO DEI RIFIUTI DIVENTA PIÙ DIVERSIFICATO E COMPLESSO, PASSANDO DAGLI SCARTI DI PELLE “PURA”, OTTENUTI DIRETTAMENTE DALLE CONCIERIE, AI RIFIUTI POST CONSUMO, DOVE LA SEPARAZIONE DELLA PELLE DA ALTRI MATERIALI È SEMPRE PIÙ COMPLESSA.

Il settore della moda, ogni anno, produce tonnellate di scarti che non vengono valorizzati attraverso il riciclo, ma finiscono nelle discariche.

Ad oggi, in Italia, i rifiuti tessili, quali abbigliamento, scarpe e accessori, vengono raccolti e trattati separatamente per circa il 65-68% del totale. La maggior parte di questi viene riutilizzata, un'altra parte viene riciclata, per ottenere pezzame e sfilacciate industriali, e la restante parte, quantitativamente inferiore rispetto alle altre due, viene smaltita.

Inoltre, gli abiti usati raccolti vengono in parte gestiti in Italia nei due poli maggiori, quello di Napoli e quello di Prato, mentre la maggior parte viene esportata verso Nord Africa, Est Europa e l'Africa Subsahariana. L'Italia esporta circa 100.000-150.000 t di questo materiale, quantità decisamente inferiori rispetto ad altri stati europei, come ad esempio la Germania, che ne esporta circa il triplo, o la Gran Bretagna, che ne esporta circa il doppio. Il sistema di produzione maggiormente utilizzato fino ad oggi può essere definito di tipo “lineare”, atto alla realizzazione di prodotti per una continua crescita, producendo innumerevoli scarti e spreco risorse. Vista l'attuale crisi di questo modello produttivo, diventa indispensabile sviluppare soluzioni tecniche e materiali, che possano facilitare un eventuale riuso e prolungarne la vita utile degli stessi e, allo stesso tempo, utilizzare tecnologie e materiali che permettano il riciclo a fine vita.

Attualmente, la raccolta della frazione tessile all'interno dei comuni non è obbligatoria e l'Associazione Nazionale Abiti e Accessori Usati (CONAU) lavora a tal proposito, al fine di migliorare la raccolta e definire degli standard minimi. Non sono presenti, infatti, regolamentazioni riguardanti la raccolta e, ad oggi, questa viene effettuata presso isole ecologiche, o con contenitori siti in zone pubbliche, o tramite organizzazioni o enti religiosi che talvolta possono effettuare delle raccolte saltuarie. Questo materiale così raccolto è regolamentato dal Decreto Legislativo 152/06 e viene catalogato con il codice CER 200110 e 200111. Non essendo regolamentata la raccolta differenziata dei prodotti tessili in Italia, la media degli scarti pro-capite all'anno raccolti è di circa 2 kg, quantitativo inferiore rispetto alla media Europea che corrisponde a 4 kg. Lo

stato europeo più virtuoso risulta la Germania, che ne raccoglie 7 kg.

Per ottimizzare e riuscire a raccogliere al meglio questi rifiuti, bisognerebbe diffondere, in tutti i comuni, un servizio di raccolta tramite contenitori stradali, posti in luoghi pubblici ad alta frequentazione. Con l'entrata in vigore del "Pacchetto Rifiuti Europeo" sull'economia circolare, si imporrà a tutti gli Stati membri di rendere obbligatoria la raccolta differenziata degli scarti tessili entro il 2025⁴⁴.

Storicamente, il riciclaggio dei rifiuti tessili avveniva tramite un modello basato sulla beneficenza e la donazione, grandi organizzazioni no-profit che raccoglievano e gestivano i prodotti tessili usati, al fine di donarli ai più bisognosi e non conferirli in discarica.

Un corretto riutilizzo e smaltimento di questi rifiuti porta alla riduzione della quantità totale di rifiuti conferita in discarica, con tutti i benefici annessi: minor utilizzo delle risorse naturali vergini e conseguente riduzione del trasporto connesso, riduzione delle risorse idriche utilizzate per la lavorazione, riduzione dell'utilizzo di prodotti chimici e risparmio dal punto di vista economico dovuto al minor utilizzo di prodotti e materiali. Infatti, una volta recuperati, i prodotti tessili, attraverso queste raccolte differenziate, vengono inviati presso impianti di trattamento che li suddividono in riutilizzabili, circa il 68%, riciclabili, circa il 25%, e da smaltire, circa il 7%. Talvolta, gli scarti tessili possono anche essere reimpiegati in altri settori produttivi come, ad esempio, in quello nautico, automobilistico, dell'arredamento o ancora per ottenere pannelli isolanti con possibilità di riciclo quasi illimitate. Invece, per quanto riguarda i rifiuti tessili post-industriali, oltre alle ipotesi di riciclo, una volta raccolti, possono anche essere trattati per essere riutilizzati. Un altro scenario plausibile risulta essere anche quello di utilizzare gli scarti di produzione dei capi di abbigliamento per comporne altri, anche se, ad oggi, questa soluzione viene praticata in scala ridotta.

Una volta raccolti e stoccati, questi rifiuti vengono preparati per essere suddivisi e selezionati, per valutare se riutilizzarli e re-immetterli direttamente nei cicli di consumo o se riciclarli per ottenere materie prime secondarie, materiali fonoassorbenti, imbottiture o pezzame industriale o smaltirli. In queste percentuali non vengono considerati i rifiuti tessili ingombranti, come i materassi, che di solito vengono smaltiti e non riciclati o riutilizzati.

La selezione degli indumenti si può dividere in due fasi. Nella prima, si sceglie la tipologia di capo, separando quelli riutilizzabili da quelli riciclabili; nella seconda, invece, si separano per qualità gli indumenti, al fine di ottenere lotti omogenei di prodotti. In questa fase, come scarto, si hanno i contenitori, generalmente sacchetti, che i cittadini usano per confezionare questi capi e conferirli nei cassonetti. Successiva alla fase di selezione, avviene l'igienizzazione per poi reimmettere nel mercato i prodotti riutilizzabili.

44 Tartaglione C., Corradini S., *Il "Fine vita" dei prodotti nel sistema moda*, Roma, 2013, pp. 9-12.

Invece, per quanto riguarda la frazione non più riutilizzabile, che viene scartata nella fase precedente e avviata a riciclo, questa viene utilizzata principalmente in due modi: per la produzione di pezzame per le industrie, come ad esempio stracci e strofinacci e per la cardatura, la rifilatura e lo sfilacciamento delle fibre, che possono essere reimpiegate come isolanti termici e acustici.

Infine, un prodotto di origine tessile a fine vita può essere reinserito nel mercato secondo due macrocategorie. La prima prevede interventi distruttivi attraverso i quali vengono separati i materiali per essere rivenduti riutilizzati o riciclati. La seconda prevede, invece, interventi non distruttivi, che si operano tramite uno smontaggio e una sostituzione delle parti non più utilizzabili.

Secondo Hollins⁴⁵, il riciclaggio del settore tessile si basa su quattro principali possibilità:

- La prima consiste nel riutilizzo e nella rivendita, che si può attuare quando lo scarto ha caratteristiche tali per cui può essere riutilizzato direttamente;
- La seconda prevede la rigenerazione, che viene attuata quando i prodotti possono essere trasformati in altri, come ad esempio stracci e panni;
- La terza consiste nella cannibalizzazione. Nello specifico, c'è un recupero di alcune parti da elementi che non sono più utilizzati per essere reinseriti in un nuovo ciclo produttivo;
- La quarta possibilità è il riciclaggio, dove i prodotti vengono trasformati in altri.

Nella tabella seguente, invece, vengono riassunti i risultati di uno studio, dell'Università di Copenaghen, che ha evidenziato i vantaggi ambientali ottenibili tramite la raccolta differenziata degli abiti⁴⁶.

Un kg di abiti usati raccolti riduce di:	La raccolta su "scala italiana" ridurrebbe di:
- 3,6 kg l'emissione di CO ²	- 864.000 t/anno le emissioni di CO ²
- 6.000 litri il consumo d'acqua	- 1.440 milioni di m/anno i consumi d'acqua
- 0,3 kg l'uso di fertilizzanti	- 72.000 t/anno l'uso di fertilizzanti
- 0,2 kg l'utilizzo di pesticidi	- 48.000 t/anno l'uso di pesticidi

Nel caso dei rifiuti post-consumo, generati da insediamenti domestici, o da installazioni commerciali e definiti dalla UNI EN ISO 14021, si hanno prospettive di riciclabilità inferiori, in quanto spesso i prodotti vengono progettati senza tenere conto del loro futuro fine vita e, inoltre, non esiste una raccolta differenziata efficiente che ne faciliterebbe il riuso e riciclo.

45 Hollins O., *Maximising Reuse and Recycling of UK Clothing and Textiles*, 2006

46 Tartaglione C., Corradini S., *Il "Fine vita" dei prodotti nel sistema moda*, Roma, 2013, p. 13.

POTENZIALE MINACCIA PER LA SALUTE UMANA E UNA NUOVA TECNOLOGIA PER IL SUO TRATTAMENTO

Abstract:

Studio per una procedura chimica per i rifiuti di cuoio post produzione per ottenere fertilizzanti.

Autori:

K. Kolomaznik, M. Adamek, I. Andel, M. Uhlirova

Rivista/publicazione:

Journal of Hazardous Materials 160 (2008)

Tipologia di utilizzo:

Fertilizzanti

Materiali utilizzati:

Rifiuti in pelle

Risultati ottenuti:

Possibile procedura per uno smaltimento più sostenibile dei rifiuti post produzione in pelle.

La Nike Company, multinazionale statunitense che produce calzature, abbigliamento e accessori sportivi, ha elaborato una tecnologia ibrida in tre fasi, atta a trattare i rifiuti secondari. Tuttavia, questa procedura chimica testata per i rifiuti secondari, non risulta applicabile a quelli primari. Il processo di trattamento di questi scarti si può così suddividere:

1. Nel primo passaggio, la resina sintetica (poliuretano e poliacrilato) viene decomposta in modo alcalino in idrossido di potassio con pH~12 in un'emulsione stabile;
2. Nel secondo passaggio, il pH viene portato a ~9 mediante acido fosforico, effettuando l'idrolisi enzimatica e andando così a ridurre il peso molecolare.
3. Nel terzo e ultimo passaggio, il pH viene nuovamente regolato sul livello neutro 7 e, filtrando l'emulsione e facendola evaporare, si ottiene una soluzione solida NK (azoto-potassio) e NPK (azoto-fosforo-potassio) che viene utilizzata come fertilizzante organico.

Attualmente, la maggior parte di questi rifiuti vengono portati in discarica e bruciati, anche se la soluzione migliore a livello ambientale, consiste nella raccolta differenziata di questi prodotti, come oggi già avviene per la carta e la plastica, rendendo così possibile uno smaltimento più sostenibile⁴⁷.

47 K. Kolomaznik, M. Adamek, I. Andel, M. Uhlirova, "Leather waste-Potential threat to human health, and a new technology of its treatment", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 160, 2008, pp. 517-519.

MATERIALI ATTUALMENTE COMMERCIALIZZATI CHE RIUSANO GLI SCARTI DELLA PELLE

Si vogliono analizzare ed elencare alcuni materiali sostenibili e innovativi che imprese, centri di Ricerca, Università, studi di architettura e di design offrono nel mercato. I criteri, su cui si basano questi prototipi di materiale, riguardano la sostenibilità, il fatto di essere innovativi e che siano realizzati con materiali derivanti da un'economia circolare.

Nello specifico, la ricerca si è concentrata sui materiali che derivano dagli scarti della lavorazione delle pelli.

La maggior parte di questi materiali analizzati vengono utilizzati per pavimentazioni, come il caso di "Ribbed Low", ottenuto da cuoio rigenerato proveniente dal settore calzaturiero; rivestimenti murari, quali ad esempio "Echelon", piastrelle realizzate in pelle riciclata dall'industria automobilistica; oggetti d'arredamento, come "Remake", in pelle riciclata e lattice naturale; e poi ancora elementi di design e di moda, come "Bitleather", materiale composito dall'aspetto simile alla pietra, utilizzato per la realizzazione di occhiali, borse e calzature.

I materiali scelti vengono analizzati secondo uno schema che prevede il rispetto di un formato nella comunicazione dei dati che faciliti il confronto tra prodotti diversi. Nello specifico, è presente una iniziale breve descrizione del materiale in cui viene evidenziata l'origine di tale elemento e la destinazione d'uso finale, viene messa in evidenza la sua composizione e altre caratteristiche quali il formato e l'azienda produttrice. Infine, si esplicitano altri valori intrinseci legati, nello specifico, all'impronta ecologica⁴⁸ che il prodotto genera durante il suo intero ciclo di vita; in particolare vengono messi in evidenza i consumi energetici e le emissioni climalteranti.

Ogni materiale scelto proviene da una diversa azienda produttrice. Tuttavia le schede tecniche da cui sono state ricavate le informazioni sono state estrapolate dalla banca dati Matrec⁴⁹, società che si occupa di ricerca e raccolta di materiali sostenibili e innovativi e di sviluppo di nuovi prodotti sostenibili. Inoltre, è specializzata in innovazione e ricerca per la sostenibilità ambientale e l'economia circolare, offrendo un supporto alle imprese nella ricerca di materiali circolari, trend e scenari di mercato.

48 Per impronta ecologica si intende un indicatore che misura il consumo da parte degli esseri umani delle risorse naturali che produce la Terra, introdotto per la prima volta da Mathis Wackernagel e William Rees, nel libro Wackernagel M., Rees W., *"Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth"*, New Society Pub, 1996.

49 La società Matrec nasce nel 2002, diventando subito protagonista del design sostenibile e dell'economia circolare a livello internazionale. A sede operativa e centro di ricerca in Italia, ad Ancona e centro espositivo a Firenze. Sito web: <https://www.matrec.com/>

ALPHENBERG LEATHER

Descrizione:

Materiale ottenuto da pelle di bufalo riciclata, proveniente dai prodotti di scarto del settore della lavorazione della carne. Viene utilizzato nella realizzazione di rivestimenti e pavimentazioni in ambienti residenziali e commerciali.



Composizione:

Materiale riciclato pre-consumo: pelle

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: pavimentazioni, rivestimenti murali e tappeti

Formato: piastrelle

Azienda: Waalwijk

Footprint:

Consumi energetici CED: 5,97 kWh/kg

Emissioni climalteranti: 0,96 kg CO₂ eq/kg

RIBBED LOW

Descrizione:

Materiale ottenuto da cuoio rigenerato proveniente da residui di pelle del settore calzaturiero mescolati a lattice naturale e pigmenti. Montato su supporto di juta, trova impiego nella realizzazione di pavimenti.



Composizione:

Materiale rinnovabile: juta lattice

Materiale riciclato pre-consumo: pelle

Altri materiali presenti: pigmenti

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: pavimentazioni

Formato: rotoli

Azienda: Buxkin BV

Footprint:

Consumi energetici CED: 10,10 kWh/kg

Emissioni climalteranti: 1,60 kg CO₂ eq/kg

BUXKIN RIBBED

Descrizione:

Materiale realizzato in cuoio rigenerato composto al 60% da ritagli di pelle, residui provenienti dal settore calzaturiero, mescolati a lattice naturale e pigmenti. Dopo un processo di pressatura e riscaldamento il materiale, piatto e flessibile, trova impiego come pavimentazione e rivestimento naturale.



Composizione:

Materiale rinnovabile: lattice
Materiale riciclato: 60% pelle
Altri materiali presenti: pigmenti

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: pavimentazioni e rivestimenti murali

Formato: fogli, profili e rotoli

Azienda: Buxkin BV

Footprint:

Consumi energetici CED: 13,47 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 1,60 kg CO₂ eq/kg

ECOLEATHER

Descrizione:

Materiale realizzato in cuoio rigenerato derivante dalle fibre di cuoio provenienti da scarti di lavorazione delle aziende calzaturiere. Trova impiego in svariate applicazioni per la realizzazione di accessori d'abbigliamento, pavimentazioni e rivestimenti.



Composizione:

Materiale riciclato pre-consumo: fibre di cuoio
Altri materiali presenti: resine in lattice naturale

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: pavimentazioni, rivestimenti, cinte, borse, portafogli e soles.

Formato: fogli e rotoli

Azienda: Ecoleather

Footprint:

Consumi energetici CED: /
Emissioni climalteranti: /

RAINFOREST

Descrizione:

Piastrelle flottanti realizzate in pelle riciclata montata su un'anima di HDF con supporto in sughero. Trovano impiego sia in ambienti residenziali che commerciali, come pavimentazioni e rivestimento per pareti, scale, porte e ascensori o mobili.



Composizione:

Materiale riciclato pre-consumo: 65% pelle
Materiale rinnovabile: legno e sughero

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: pavimentazioni e rivestimenti
Formato: lastre e piastrelle
Azienda: EcoDomo LLC

Footprint:

Consumi energetici CED: 4,69 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 0,78 kg CO₂ eq/kg

ECHELON

Descrizione:

Piastrelle realizzate in pelle riciclata proveniente dagli scarti dell'industria automobilistica. Trovano impiego sia in ambienti residenziali che commerciali, come pavimentazione e rivestimento per pareti, scale porte ascensori e mobili.



Composizione:

Materiale riciclato pre-consumo: 65% pelle

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: pavimentazioni e rivestimenti
Formato: fogli piastrelle
Azienda: EcoDomoLLC

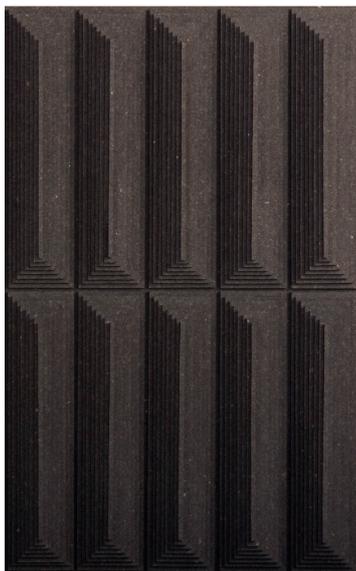
Footprint:

Consumi energetici CED: 3,88 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 0,62 kg CO₂ eq/kg

WALL PANEL 069

Descrizione:

Materiale ottenuto da pelle riciclata, proveniente da scarti derivanti dalla fabbricazione di calzature. Monta su un supporto di compensato certificato, e viene usato come pannello decorativo.



Composizione:

Materiale rinnovabile: legno
Materiale riciclato: scarti di pelle

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: rivestimenti murali
Formato: pannelli
Azienda: Submaterial

Footprint:

Consumi energetici CED: 4,14 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 0,71 kg CO₂ eq/kg

ELeather

Descrizione:

Materiale che combina le tradizionali fibre di cuoio riciclato solo attraverso la forza dell'acqua, senza adesivi o prodotti chimici aggiunti. Il processo prevede la fusione con un nucleo tessile ad alte prestazioni. Torva impiego nella realizzazione di rivestimenti per sedili di autobus, treni e aerei.



Composizione:

Materiale riciclato: fibre di cuoio

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: interni aeromobile e rivestimento sedili
Formato: rotoli
Azienda: ELeather

Footprint:

Consumi energetici CED: /
Emissioni climalteranti: /

RECYC LEATHER

Descrizione:

Materiale ottenuto per il 60% da fibre di pelle riciclata, ottenute attraverso un processo di recupero e raccolta delle fibre di cuoio naturale, da rifiuti tracciabili pre-consumo ed il 30% da lattice naturale. Caratterizzato da un potenziale illimitato, con applicazioni come decorazioni per la casa e accessori moda.



Composizione:

Materiale rinnovabile: 30% lattice
Materiale riciclato pre-consumo: 60% fibre di pelle

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: borse, scarpe e cinture
Formato: rotoli
Azienda: Recycleather

Footprint:

Consumi energetici CED: 11,05 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 1,35 kg CO₂ eq/kg

WINTAN

Descrizione:

Materiale realizzato in pelle rigenerata con l'85% di pelle riciclata derivante dai rifiuti dei processi di concia. Viene impiegata come sostituto della pelle tradizionale nella produzione di prodotti di cartotecnica.



Composizione:

Materiale vergine: poliuretano
Materiale riciclato pre-consumo: 85% fibre di pelle

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: legatoria, imballaggi etichette
Formato: rotoli
Azienda: Winter & Company AG

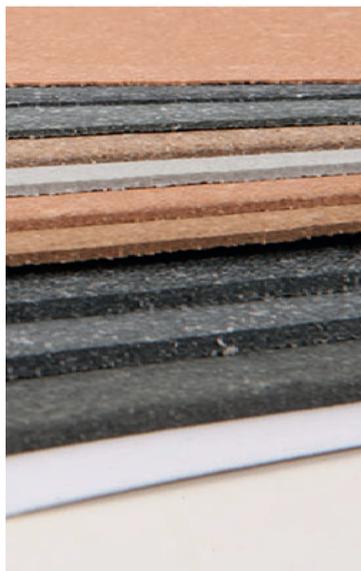
Footprint:

Consumi energetici CED: 5,07 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 0,82 kg CO₂ eq/kg

REMAKE

Descrizione:

Materiale realizzato in pelle riciclata e lattice naturale. Conciato al naturale, trova impiego come sostituto della pelle nella realizzazione di accessori moda ed imballaggi.



Composizione:

Materiale riciclato: 55% pelle
Materiale rinnovabile: 25% lattice

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: scarpe, borse, cinture, articoli regalo, pelletteria e arredamento
Formato: rotoli
Azienda: Prodotti Alfa S.p.A

Footprint:

Consumi energetici CED: /
Emissioni climalteranti: /

CORIUM

Descrizione:

Materiale realizzato in pelle riciclata e lattice naturale. Conciato al naturale, trova impiego come sostituto della pelle nella realizzazione di accessori moda ed imballaggi.



Composizione:

Materiale rinnovabile: 25% lattice
Materiale riciclato: 55% pelle
Altri materiali presenti: 12% ingrassi e concianti
9% umidità residua

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: scarpe, borse, cinture, arredamento e pelletteria
Formato: rotoli
Azienda: Prodotti Alfa S.p.A.

Footprint:

Consumi energetici CED: /
Emissioni climalteranti: /

REMAKE

Descrizione:

Carta che si compone per il 25% di sotto-prodotti della lavorazione del cuoio e della pelletteria, per il 40% di cellulosa certificata e riciclata post-consumo e per il 35% di fibre di cellulosa certificata. Trova impiego nella realizzazione di stampa di pregio e packaging di lusso.



Composizione:

Materiale rinnovabile: 35% fibre di cellulosa
Materiale riciclato pre-consumo: 25% di cuoio
Materiale riciclato post-consumo: 40% di cellulosa

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: brochure, shopper, cartellini e imballaggi
Formato: fogli
Azienda: Favini Srl

Footprint:

Consumi energetici CED: 5,81 kWh/kg
Emissioni climalteranti: 0,70 kg CO₂ eq/kg

BITLEATHER

Descrizione:

Materiale composito realizzato in pelle riciclata dagli sfridi di lavorazione e leganti, dall'aspetto simile alla pietra. Si presenta in due varianti: duro con finitura lucida o satinata e morbido e flessibile. Prodotto in lastre o colato in forme complesse, impiegato nella realizzazione di accessori di moda.



Composizione:

Materiale riciclato: pelle
Altri materiali presenti: leganti

Altre caratteristiche:

Principali applicazioni: occhiali, borse e calzature
Formato: lastre e manufatti
Azienda: Ellis Bianco

Footprint:

Consumi energetici CED: /
Emissioni climalteranti: /

Oltre ai prodotti precedentemente descritti, che ad oggi hanno un mercato molto ridotto, trattandosi perlopiù di studi o ricerche, esistono, nel commercio, articoli che riutilizzano gli scarti di conceria, ampiamente diffusi, usati per la produzione di biostimolanti da impiegare in agricoltura e ritardanti da impiegare, invece, nel gesso da costruzione.

Di seguito, verranno analizzati due prodotti utilizzati come ritardanti nell'industria del gesso, prodotti dall'azienda SICIT.

Sicit, fondata nel 1960 a Chiampo (VI), è stata una delle prime aziende al mondo ad introdurre biostimolanti idrolizzati proteici di origine animale. Questa azienda, attraverso un processo di idrolisi dei residui dell'industria conciaria, realizza prodotti ad alto valore aggiunto per l'agricoltura (biostimolanti) e per l'industria del gesso (ritardanti).

Si classifica come eccellenza italiana all'interno della filiera dell'economia circolare green, offrendo un servizio strategico per il distretto conciario vicentino, raccogliendo e trasformando i residui in prodotti ad alto valore aggiunto, totalmente biodegradabili, senza rischi per la salute e l'ambiente, limitando quasi a zero la produzione dei rifiuti.

La degradazione e l'impovertimento dei suoli rende questi difficilmente utilizzabili dal punto di vista agricolo. Attraverso il recupero degli scarti di lavorazione della pelle, si possono ottenere biostimolanti e fertilizzanti che possono coadiuvare il ripristino dei suoli al fine agricolo, agevolando così la crescita vegetale e favorendo la riduzione dell'utilizzo di agrofarmaci e fertilizzanti chimici, che, utilizzati impropriamente, possono causare fenomeni di eutrofizzazione delle acque. Inoltre, l'utilizzo dei biostimolanti migliora l'assorbimento dei nutrienti contenuti nei fertilizzanti e aiuta a superare le condizioni sempre più frequenti di stress abiotico, come siccità, forti piogge, gelo, ecc.

Per quanto riguarda, invece, i ritardanti, questi si classificano come additivi necessari nell'industria del gesso che, ritardandone la presa di questo, ne migliorano la lavorabilità. Vengono utilizzati sia per la produzione di cartongesso negli stabilimenti, che nel settore edile, soprattutto in relazione alle strutture interne degli edifici, che stanno mutando sempre più verso un'edilizia leggera, flessibile ed ecosostenibile.

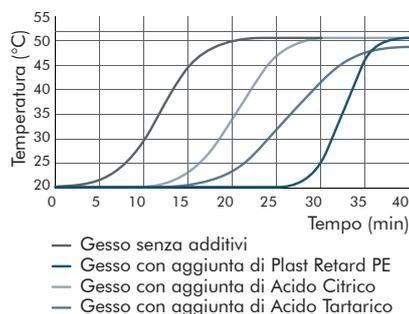
PlastRetard, additivo multifunzionale, prodotto dall'azienda SICIT e utilizzato nella produzione di gesso e cartongesso, è un prodotto naturale e biodegradabile, che garantisce ai lavoratori e ai clienti finali un risultato sicuro e di qualità. È uno degli additivi multifunzionali più utilizzato nell'industria del gesso a livello mondiale, in quanto agisce come ritardante nella miscela di acqua/gesso, rallentando lo sviluppo della formazione dei cristalli. La sua attività è caratterizzata dalla correlazione tra tempo di presa e dosaggio e fornisce ottime prestazioni anche a dosaggi molto bassi.

PLAST RETARDPE

Descrizione:

Prodotto in polvere, viene usato direttamente in cantiere dagli operatori, al fine di allungare il tempo di lavorabilità. Questo additivo non modifica la capacità di adesione delle formulazioni in cui viene utilizzato. È una polvere di colore avorio, facilmente dissolvibile, grazie alla sua granulometria, e totalmente solubile in acqua. Agisce ritardando la formazione dei cristalli del gesso, andando a regolare in modo vantaggioso il processo di indurimento. La sua efficacia è in funzione del tempo di presa e del dosaggio.

Il grafico rappresenta i vari tempi di presa di un intonaco in funzione dell'uso di additivi.



Caratteristiche:

Natura chimica: miscela di poliammidi salificate con calcio

Colore: bianco avorio

Forma fisica: solido, polvere

Sostanza attiva: >95% p/p

Umidità: <5% p/p

Solubilità in acqua: totale

Ph in soluzione al 10% p/p: 7,0-8,5

Densità apparente: 300 ÷ 400 g/l

Materiali utilizzati:

Plast Retard PE è prodotto utilizzando materiali di origine naturale, attraverso un processo di idrolisi dei residui dell'industria conciaria ed è totalmente biodegradabile.

Stoccaggio:

Plast Retard PE è disponibile in sacchi da 20 kg su pallet da 600 Kg o big bag da 300 kg.

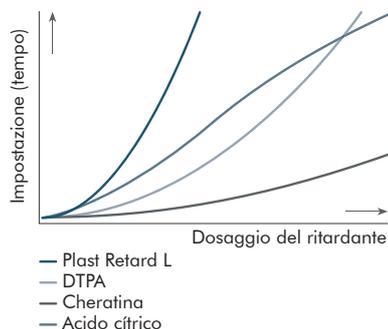
PLAST RETARDL

Descrizione:

Additivo liquido utilizzato come ritardante nello stampaggio di prodotti prefabbricati, come blocchi di cartongesso.

Questo additivo risulta molto efficiente, in quanto può essere facilmente dosato, può ridurre la richiesta d'acqua, non presenta rischi per la salute o altri inconvenienti, è completamente solubile in acqua e non modifica l'adesione della carta sull'anima di gesso. Infine, è compatibile con gli additivi solitamente utilizzati nella produzione delle pareti di gesso.

Il grafico rappresenta il ritardo di inizio presa iniziale in funzione del dosaggio di differenti ritardanti.



Caratteristiche:

Colore: marrone

Forma fisica: liquido

Sostanza attivo: 43-45% p/p

Umidità: 55-57% p/p

Solubilità in acqua: totale

Ph in soluzione al 10% p/p: 7,0-8,5

Densità: 1,22 ÷ 1,25 g/ml

Viscosità: 21 cPoise

Materiali utilizzati:

Plast Retard PE è prodotto utilizzando materiali di origine naturale, attraverso un processo di idrolisi dei residui dell'industria conciaria ed è totalmente biodegradabile.

04

SPERIMENTAZIONE

DAGLI SCARTI AL PANNELLO

- 4.1 MATERIE PRIME
- 4.2 MATRICE, RICERCA DEL MATERIALE
- 4.3 MIX DESIGN
- 4.4 PROVINI SERIE A
- 4.5 PROVINI SERIE B
- 4.6 PROVINI SERIE C
- 4.7 PROVINI SERIE D
- 4.8 PROVINI SERIE E
- 4.9 PROVINI SERIE F
- 4.10 PROVINI SERIE G
- 4.11 CONCLUSIONE DELLA FASE DI IDENTIFICAZIONE DEL MIX DESIGN

MATERIE PRIME

ORIGINI, PRODUZIONE E FORNITURA DEGLI SCARTI

GLI SCARTI DELL'INDUSTRIA CONCIARIA

Come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, durante i vari processi di concia, si ottengono molteplici scarti, che sono in funzione della materia prima utilizzata e del prodotto finito che si vuole ottenere. Il ciclo di concia è una lavorazione con molteplici passaggi ad alto impatto ambientale, che genera scarichi, inquinamento atmosferico ed eventuale inquinamento del terreno.

Di seguito, si evidenzia la ripartizione delle varie tipologie di rifiuti, che vengono prodotte dalle industrie conciarie¹.

Tipologia di rifiuto	% sul totale prodotto
Carniccio	31,2%
Pelo e pezzami da calcinazione	1,3%
Rasature, cascami e ritagli	17,5%
Liquidi di concia	19,1%
Bagni di sgrassatura	0,1%
Fanghi non contenenti cromo	1,8%
Fanghi contenenti cromo	22,1%
Rifiuti indifferenziati	6,9%

Attraverso la quantificazione di input e output, si percepisce l'entità dell'impatto ambientale che le concerie provocano; infatti, solo il 20% del peso della materia prima, viene convertito in pelle finita².

Utilizzando questi scarti, questi entrerebbero appieno all'interno del sistema dell'economia circolare, in quanto questo processo, già per sua natura, risulta un anello dell'economia circolare, in quanto gli animali da cui si ottengono le pelli, circa il 90%, sono destinati all'alimentazione umana e, di conseguenza, gli scarti della macellazione diventano il materiale di ingresso dell'industria conciaria.

1 Dati estrapolati dal Rapporto Ambientale 2003 UNIC

2 Cfr. supra, § "Principali criticità ambientali" p.33

Questi scarti possono diventare risorse, in quanto presentano un elevato potenziale da più punti di vista, incontrando una logica di riduzione dell'impatto ambientale, aspetti di tipo economici e aspetti legati alla sostenibilità, nelle sue diverse declinazioni.

Questo studio di tesi mira a promuovere l'economia circolare, instaurando un sistema economico che si possa rigenerare da solo, reimmettendosi in nuovi cicli produttivi, al fine di ottenere un prodotto diverso, per un eventuale nuovo impiego, nel rispetto dei principi di sostenibilità e attraverso una simbiosi industriale.

Si vuole immaginare, infatti, tramite il reimpiego degli scarti derivanti dalla industria della pelle, la realizzazione di un pannello dalle proprietà isolanti e acustiche, da utilizzare in ambito edilizio ed architettonico. Questo processo prenderà come ispirazione una corretta visione di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

CARATTERISTICHE DEGLI SCARTI DI CONCIERIA

Da alcuni studi, è emerso che questi rifiuti possiedano una bassa conducibilità termica, che indica un elevato potenziale di sviluppo, soprattutto quando utilizzati allo stato secco, in quanto questa aumenta all'aumentare dell'umidità al loro interno. Confrontando la loro efficienza con quella di altri materiali tradizionali presenti nel mercato, si nota come i valori siano tra loro molto simili, perciò, grazie anche alla loro ampia disponibilità, si pongono come validi elementi da utilizzare come isolanti, in grado di competere con materiali più comuni, collocandosi, inoltre, come alternativa più economica.

Materiale	Conducibilità termica (W / m °C)	Riferimento
Polveri di lucidatura*	0,034-0,043	**
Trucioli di pelle conciata al cromo*	0,024-0,026	**
Trucioli di legno*	0,046-0,051	**
Segatura*	0,076-0,083	**
Polistirene estruso	0,034	***
Polistirene grafite	0,031	***
Poliuretano	0,024	***
Fibra di cellulosa sfusa	0,039-0,042	***
Lana minerale	0,033-0,040	***

*Rapporto peso/volume: 0,2g di materiale secco/cm³

**H. Lakraflı, S. Tahiri, A. Albizane, M. Bouhria, M.E. El Otmani, "Experimental study of thermal conductivity of leather and carpentry wastes", Construction and Building Materials, vol. 48, 2013, pp. 566-574.

***Berge A, Johansson P. Literature review of high performance thermal insulation. Chalmers University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, Report 2012:2. ISSN 1652-9162.

Proprio in relazione a queste proprietà, si è pensato di ragionare su possibili scenari che riutilizzino questi scarti per ottenere materiali isolanti da impiegare in ambito edilizio.

Negli ultimi anni, grazie alla continua evoluzione del comfort acustico e termico e in conseguenza alla continua diminuzione delle risorse non rinnovabili, risulta

necessario pensare di produrre nuovi materiali più preformanti e sostenibili, sia dal punto di vista ambientale, che economico. La possibilità di riutilizzare queste enormi quantità di rifiuti, che si generano ogni anno, porterebbe, da un lato, a sgravare i centri di smaltimento e, dall'altro, a ridurre l'estrazione di materie prime per la produzione di questi materiali.

GLI SCARTI SELEZIONATI

L'obiettivo principale di questo lavoro di ricerca è analizzare e sfruttare appieno il potenziale offerto dall'utilizzo di scarti derivanti dal processo di concia, quali polveri di lucidatura e sfridi di cuoio, che come già detto, risultano essere ottimi componenti da utilizzare come isolamento termico, costituendo un'alternativa ai tradizionali materiali commercializzati.

Gli sfridi di cuoio sono piccoli pezzi di pelle, derivanti dalla rasatura del Wet Blue, procedura attraverso la quale, tramite l'utilizzo di una macchina con cilindro a lame, lo spessore di questo viene livellato e reso uniforme. Le polveri di lucidatura, invece, vengono generate attraverso il trattamento della superficie della pelle, mediante abrasione. Questi rifiuti sono costituiti principalmente da cromo e proteine, risultano essere durevoli, stabili e non soggetti a putrefazione.

Il primo elemento fondamentale che andrà a comporre questo nuovo materiale è l'insieme di scarti della lavorazione delle concerie, con l'obiettivo di ridurli e risolvere perciò un problema legato allo smaltimento, con i suoi relativi risvolti economici e ambientali, che affligge la maggior parte delle industrie conciarie. Infatti, ad oggi, nella maggior parte dei casi, questi rifiuti non hanno potenzialità e sono per lo più un costo.

Poiché il pannello che verrà studiato sarà basato sul riutilizzo di vari scarti di conceria, uniti ad altre sostanze, si otterrà un prodotto composito.

GLI SCARTI DEL PROCESSO DI CONCIA DELL'AZIENDA B.P

L'azienda B.P. SAS di Benetti Pierino & C., nata nel 1978, si occupa della lavorazione delle pelli e delle croste in Wet Blue e ha sede all'interno del distretto conciario Veneto, nella valle di Chiampo (Vicenza), ad Arzignano.

Questo distretto si compone sia di molteplici imprese medio-piccole, sia di grandi gruppi industriali all'avanguardia, che generano una produzione pari a oltre la metà del totale nazionale. Le pelli lavorate sono quelle bovine medio-grandi, destinate, principalmente, a ulteriori aziende che si occupano della realizzazione di prodotti, quali interni d'auto, manufatti d'arredamento, opere di calzatura o, ancora, di pelletteria.

L'esperienza che l'azienda ha maturato, in oltre 25 anni, le ha permesso di sviluppare una notevole conoscenza di tutti i tipi di pelle e di specializzarsi, soprattutto, nella lavorazione di croste in Wet Blue, riuscendo ad inserirsi in svariati mercati e a soddisfare molteplici esigenze dei loro clienti³.

3 Informazioni tratte dal sito aziendale: <http://www.bpbenetti.com/azienda.html>

IL CICLO PRODUTTIVO DELL'AZIENDA B.P.

Nello specifico, l'azienda B.P. SAS di Benetti Pierino & C. si occupa di alcune lavorazioni che si svolgono dopo il processo di concia vero e proprio. A partire dal Wet Blue, pelli conciate al cromo allo stato umido, perciò, l'azienda svolge la fase del lavaggio e successiva rullatura, della spaccatura e della rasatura, per poi occuparsi del controllo del prodotto così lavorato, attraverso la misurazione e la successiva scelta.

Per completezza dell'intero ciclo di concia, ampiamente descritto nei capitoli precedenti, molto complesso e costituito da un alternarsi di operazioni chimiche e meccaniche, si vogliono riassumere le fasi per ottenere il Wet Blue, da cui partono le successive lavorazioni, che avvengono all'interno dell'azienda.

Il processo per ottenere il Wet Blue può essere riassunto nelle operazioni preliminari di concia, che consistono nella decalcificazione, macerazione e sgrassaggio. La fase di decalcificazione, eseguita a completamento della depilazione, serve a rimuovere i residui di calce dalla pelle, per prepararla alla fase successiva di macerazione, la quale ha, invece, come scopo, quello di rimuovere i residui di cheratina e di sostanze grasse non ancora rimosse. Durante lo sgrassaggio, infine, vengono sgrassate le pelli.

L'ultima fase prima della concia vera e propria è il piclaggio, che serve a ridurre il pH della pelle. Da questa fase in poi, la pelle è pronta per il vero e proprio processo di concia, che serve a far penetrare e fissare il materiale conciante, al fine di stabilizzarne il tessuto dermico e renderla indeteriorabile. La pelle, una volta che ha subito la concia, risulta più grande e presenta una maggiore resistenza alle azioni meccaniche, al calore e agli agenti chimici. Da queste prime fasi, si ottiene il cosiddetto Wet Blue, per le pelli conciate al cromo, e il Wet White, per le pelli conciate al vegetale. Da questo punto in poi, l'azienda presa in esame compie le successive fasi.

La pelle, una volta conciata, dopo il periodo di maturazione, viene lavata e pressata a caldo, con pressioni variabili, attraverso una pressa rotativa a feltri, per spremere il liquido, riducendone così l'umidità in essa contenuta, al fine di migliorare l'ancoraggio e l'adesione delle sostanze chimiche applicate nei passaggi precedenti, per poi passare alla rasatura.



Fig. 1. Lavaggio pelli, <http://www.bpbenetti.com/>



Fig. 2. Pressatura pelli, <http://www.bpbenetti.com/>

La spaccatura, invece, processo che consiste nel dividere in due o più strati la pelle, per ridurne lo spessore, si effettua solo per le pelli spesse, come quelle bovine. Durante il processo di spaccatura, si ottengono due parti della pelle, il lato fiore e lo strato inferiore, la cosiddetta crosta. La macchina spaccatrice è composta da due cilindri, fra i quali, parallelamente, si trova una lama rotante, che effettua la spaccatura, in modo da ottenere lo spessore desiderato⁴.

La rasatura, inoltre, è una operazione attraverso la quale si uniforma lo spessore su tutta la pelle e tra le pelli della partita, portandolo allo spessore desiderato, attraverso un apposito macchinario a rasare. Questo è costituito da un cilindro a lame disposte in modo elicoidale, il numero delle quali è in funzione del tipo di pelle che si vuole lavorare. Queste pelli vengono generalmente rasate due volte, la prima lungo la linea dorsale e la seconda nel senso laterale.



Fig. 3. Fase di spaccatura, <http://www.bpbenetti.com/>



Fig. 4. Fase di rasatura, <http://www.bpbenetti.com/>

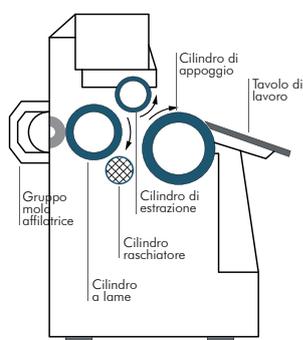


Fig. 5. Schema macchina a rasare



Fig. 6. Raccolta scarti con nastro trasportatore, azienda BpBenetti

La misurazione e la scelta, infine, sono operazioni in cui vengono catalogate e misurate le pelli e selezionate in base alla qualità.

4 Informazioni tratte dal sito: <http://www.itcgfermi.it/AreaProgettoLavori/pelletteriavaldera/P1CAP1/>



Fig. 7. Fase di rifilatura e scelta, <http://www.bpbenetti.com/>



Fig. 8. Fase di misurazione, <http://www.bpbenetti.com/>

L'azienda non compie le operazioni di rifinitura, come la tintura, l'ingrassaggio, processo che rende morbide le pelli, l'asciugatura, la palissonatura e il follonaggio.

Gli scarti presi in esame provengono dalla fase di rasatura avvenuta attraverso l'utilizzo delle macchine a rasare e dalle operazioni di scelta e compongono circa 17,5% del totale dei rifiuti prodotti e circa il 35% dei rifiuti solidi prodotti. A questi scarti, costituiti da cascami, ritagli e polveri di lucidatura, viene attribuito il codice rifiuto CER 040108.

Attualmente, gli scarti di questa azienda vengono dati in gestione ad apposte aziende che li trasportano, li trattano e li smaltiscono in apposite discariche.

Gli scarti oggetto di studio, forniti dall'azienda B.P. SAS di Benetti Pierino & C., possono essere suddivisi in due tipologie. La prima è costituita da quegli scarti che derivano dal processo di rasatura e risulta più importante per quantità prodotta; la seconda tipologia, invece, è composta dai ritagli e cascami che si ottengono durante la fase di controllo e misurazione. Questi scarti sono simili per composizione chimica del materiale, ma differenti per pezzatura, in quanto gli scarti di rasatura si presentano già sminuzzati in modo abbastanza omogeneo, mentre i ritagli e cascami sono costituiti da ritagli e scarti di pelli che hanno imperfezioni estetiche che le rendono inutilizzabili, variando in questo modo, per dimensioni, da qualche centimetro a diversi centimetri.



Fig. 9. Scarti del processo di rasatura dell'azienda BpBenetti



Fig. 10. Ritagli e cascami del processo di controllo e misurazione dell'azienda BpBenetti

GLI SCARTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO

Questa sperimentazione ha come obiettivo primario lo sviluppo di un modello economico circolare, capace di permettere, all'interno delle aziende conciarie, la riduzione della quantità di materiale da smaltire che, ad oggi, è destinato alla discarica o all'incenerimento. Al fine di ciò, si intende recuperare questi materiali, attraverso l'upcycling, convertendoli da scarto a prodotti di migliore qualità e migliore valore ambientale. In questo campo si può individuare, oltre agli scarti delle concerie, la segatura, materiale composito costituito da schegge, fibre e trucioli, che vengono prodotti durante la lavorazione attraverso apposite macchine, come quelle per il taglio o la finitura del legno.



Fig. 11. Scarti di segatura prodotti durante la fase di taglio

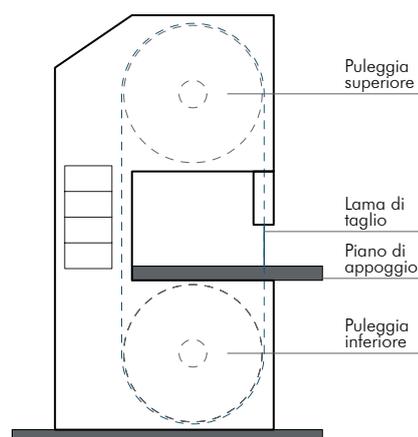


Fig. 12. Schema macchina per il taglio, sega a nastro

Questo rappresenta uno scarto molto diffuso, che ad oggi viene riutilizzato in diversi ambiti, come quello della zootecnica o dell'industria. Esistono, tuttavia, anche altri usi, grazie alle sue qualità e proprietà, come per sistemi di filtraggio industriale o per la produzione di materiali da costruzione, come isolanti, o per la combustione previa compressione, per formare pannelli composti da segatura pressata oppure per ottenere legni pressati.

Spesso, questo materiale, composto da scarti di corteccia, segatura e trucioli, nonostante le molteplici possibilità di riutilizzo, viene smaltito come rifiuto e catalogato con il codice CER 030101, numero europeo identificativo che permette di classificare e definire le modalità di smaltimento dei vari tipi di rifiuti.

In linea di massima, il costo di smaltimento per questo materiale, proveniente da lavorazioni di carpenteria o di falegnameria, si aggira intorno a 0,21€ per kg⁵, da sommare ai costi di trasporto e ad eventuali extracosti, nel caso contengano sostanze pericolose.

In questo lavoro di ricerca, si vuole utilizzare questo materiale, opportunamente miscelato con gli scarti della lavorazione della pelle, al fine di verificare come influisce sul comportamento, termico, acustico e meccanico, dei pannelli ottenuti solo con l'utilizzo degli scarti di conceria.

5 Informazioni tratte dal sito: <https://smaltimentorifiuti.prato.it>

MATRICE. RICERCA DEL MATERIALE LEGANTE

Al fine della realizzazione dei vari provini, risulta indispensabile trovare una matrice, una sostanza collante, un legante, in grado di irrigidire questi scarti.

Il materiale così ottenuto è definito perciò composito, in quanto, per definizione, non è un materiale naturale, ma è frutto di una combinazione tridimensionale di almeno due componenti differenti, gli scarti e il collante. Ciascun componente mantiene la propria identità nel composto finale; i singoli materiali sono chiamati costituenti e sono principalmente di due tipi: il legante, o matrice, e il rinforzo.

Nel caso studiato, il rinforzo è sempre costituito dagli scarti di concerria, mentre la matrice, che assolve la funzione di mantenere in posizione il rinforzo, varia in base alla serie di provini analizzati.

Le sostanze che sono state utilizzate come matrice, facendo sempre riferimento ai limiti di questa sperimentazione, hanno come scopo quello di conferire coesione agli scarti delle lavorazioni conciari. Nello specifico, poiché gli scarti derivano dal processo di rasatura e sono di granulometria fine, risulta necessario generare un pannello rigido, o comunque una struttura che possa contenerli, in quanto, trattandosi di materiale sfuso, in condizioni naturali, non presentano coesione tra loro.

Alcuni dei prodotti più comuni, utilizzati per conferire rigidità, sono quelli di sintesi chimica o costituiti da schiume poliuretatiche; tuttavia, incentrando il lavoro sulla ricerca di una sostenibilità ad ampio raggio e volendo ottenere un prodotto biocompatibile e riciclabile, diventa necessario considerare in modo più marginale questi prodotti; infatti, ne sono stati utilizzati solo due a titolo di esempio, per poi concentrarsi su altri materiali, più inusuali, che fossero naturali, facilmente reperibili, dai costi contenuti, riciclabili e non tossici.

Per i primi campioni di sperimentazione si è utilizzata colla vinilica e gesso, mentre per i successivi ci si è orientati verso collanti derivanti dal processo di riciclo o comunque naturali, prediligendo polimeri biodegradabili, al fine di agevolare lo smaltimento durante il fine vita del prodotto finito.

Per comprendere al meglio le caratteristiche degli scarti di concerria, per i primi campioni, si è scelto di utilizzare una colla sintetica, nello specifico una colla vinilica. È stata scelta, in quanto da scheda tecnica è definita come un collante particolarmente adatto all'incollaggio di materiali porosi, come nel caso in esame degli scarti di rasatura del processo conciario. Nello specifico, è stato utilizzato il collante dal nome commerciale "Vinavil NPC stella bianca", costituito da acetato di polivinile, plastificante e acqua.



Fig. 13. Colla "Vinavil NPC stella bianca"



Fig. 14. Gesso scagliola "Gras Calce S.p.A"

Un'altra serie di provini, invece, è stata prodotta utilizzando come legante il gesso. Questo è costituito da solfato di calcio emi-idrato ottenuto dalla cottura della pietra da gesso, prodotto dall'azienda Gras Calce S.p.A. e venduto con il nome commerciale di "Gesso Scagliola", di solito utilizzato come strato di lisciatura o come intonaco di fondo.

Oltre a questi collanti, appena descritti, nella fase sperimentale di questa ricerca, tra i vari leganti, sono state prese in considerazione le colle che produce l'azienda Menichetti. Questa, fondata negli anni Cinquanta da Vincenzo Menichetti, è specializzata nella produzione di colle di origine animale. Negli anni Novanta, in seguito all'aumento dei costi e al rapido evolversi dei mercati, l'azienda abbandona la produzione della colla, intesa come materia prima, per svilupparsi e spostare la produzione verso colle modificate in pasta e in polvere, che presentano buone caratteristiche tecniche e si basano sul rispetto dell'ambiente.

Le colle Menichetti individuate per questo lavoro di sperimentazione sono collanti organici in polvere, a base di proteine naturali, definite colle animali. Sono integralmente ecologiche e riciclabili, ottenute da cartilagine e collagene di origine bovina, si presentano macinate in perle o granuli e hanno una durata indefinita, se mantenute allo stato secco.

Le colle animali sono costituite dalle catene di proteine, il tessuto connettivo di un animale, che scaldate, vengono rotte e, miscelate con acqua, fungono da adesivo.

Le colle di origine animale a temperatura ambiente si presentano allo stato di gelatina solida, ma se scaldate a 60°C si liquefanno, permettendone l'utilizzo.

Nello specifico, è stata utilizzata la colla Menigel Bone, colla d'osso ottenuta triturando e riducendo in polvere le ossa animali, per poi essere sciolte in acqua e riscaldate, al fine di fare evaporare l'acqua fino ad ottenere una gelatina compatta.

Oltre alla colla d'osso, fra i collanti prodotti dall'Azienda Menichetti, si è scelto di utilizzare, per il lavoro di tesi, anche quelli con nome commerciale MenigelT70, MenigelT80 e MenigelT100. Questi, sempre collanti di origine animale, sono colle di pelle, estratte cioè dai tessuti animali, e sono costituiti da sostanza proteica con funzione di collante. La colla di pelle è considerata uno dei collanti

più antichi, che presenta notevoli proprietà leganti.

La materia prima che compone i suddetti collanti è il tessuto animale come la pelle, i tendini e alcuni sottoprodotti dell'industria conciaria, come il carniccio. Al fine di produrre il collante, pelle, tendini e carniccio vengono fatti bollire in acqua, filtrati e fatti nuovamente bollire, per poi asciugarli e procedere, infine, con la sminuzzatura, al fine di renderli pronti all'utilizzo.

L'utilizzo di queste colle naturali porta innumerevoli vantaggi, quali la possibilità di essere riciclate e la possibilità di biodegradarsi velocemente nell'ambiente. Inoltre, queste possiedono delle caratteristiche ottimali, in quanto sono sane e utilizzano solo ingredienti naturali ed eco-friendly, contribuendo a limitare il consumo di risorse e migliorando l'ambiente.

Le colle utilizzate, oltre alla materia prima da cui sono ottenute, si differenziano tra loro per la viscosità misurata a 60°C. Infatti, questa si classifica come un parametro molto importante per quanto riguarda la formulazione degli adesivi, in quanto aiuta a scegliere il materiale giusto, sia per la progettazione, che per il processo di fabbricazione. Rappresenta l'attrito interno di un liquido ed esprime la maggiore o minore facilità di scorrimento di uno strato di questo rispetto ad un altro adiacente. Inoltre, la viscosità adesiva indica la facilità con cui il prodotto adesivo può essere pompato o distribuito su una superficie.

Rispettivamente, i collanti forniti hanno una viscosità a 60°C di 40 ± 5 mP per Menigelbone, di 70 ± 7 mP per MenigelT70, di 80 ± 8 mP per MenigelT80 e, infine, di 100 ± 10 mP per MenigelT100. Tutti questi si presentano in forma granulare di colorazione marrone.



Fig. 15. Collante "Menigel Bone" azienda Menichetti



Fig. 16. Collante "Menigel T70" azienda Menichetti

L'esigenza di utilizzare questi collanti naturali emerge anche dallo studio intitolato "Riutilizzo di scarti di pelle per ottenere pannelli isolanti: valutazione ambientale di fattibilità", analizzato precedentemente. Tale studio presenta una comparazione tra due analisi di fattibilità tecnica preliminare Life Cycle Assessment (LCA), effettuate su pannello che riutilizza gli scarti di pelle e su uno tradizionale in poliuretano. Dall'analisi LCA relativa al pannello che riutilizza gli scarti di pelle, emerge la fattibilità tecnica e ambientale di questo. Tuttavia, emerge anche che la colla vinilica utilizzata per ottenere il pannello contribuisce ad aumentare l'impatto in modo non trascurabile, mettendo quindi in evidenza la necessità di testare colle alternative. Per questo motivo, in questa sperimentazione, si è scelto di optare per colle perlopiù di origine animale.

INCORPORAZIONE DEGLI SCARTI DEL PROCESSO CONCIARIO NELLA RESINA POLIESTERE

Facendo riferimento ad uno studio precedentemente analizzato⁶, sulle schiume poliuretatiche rinforzate con i rifiuti generati dalle industrie conciarie, si è voluta, infine, realizzare una serie di provini differenti dagli altri, in quanto come materia prima non si sono utilizzati gli scarti dell'industria conciaria, ma questi sono stati solamente inglobati, in percentuali minori, in una resina poliesteri.

Per questa tipologia di provini, si è scelto di coinvolgere l'azienda ELACHEM S.p.a., con sede a Vigevano, nata nel 2001, specializzata nella produzione di sistemi poliuretatici e resine poliesteri sature⁷.

Nello specifico, si è deciso di impiegare una resina poliesteri dal nome commerciale Resina 87190, per maggiori dettagli della quale si rimanda alla scheda tecnica⁸. Nell'ottica di una economia circolare, la scelta della resina è ricaduta su una che ha come base un 30% di poliesteri riciclato dal recupero di PET.



Fig. 17. Resina Elapol 87190



Fig. 18. PET triturato per la realizzazione della resina

Grazie alla disponibilità dell'azienda e alla possibilità di utilizzare i laboratori, in quanto questa serie è stata completamente realizzata e analizzata nei laboratori ELACHEM, e alla fondamentale consulenza da parte di personale specializzato messo a disposizione dall'azienda, è stato possibile eseguire diverse prove che hanno previsto l'incorporazione di scarti del processo di conceria all'interno di questa resina, per l'ottenimento di pannelli isolanti rigidi.

La Resina poliesteri 87190, oltre all'alto livello di materia prima riciclata, presenta una bassa viscosità ed una eccezionale compatibilità in vari sistemi di utilizzo. Inoltre, possiede prestazioni molto elevate per quanto riguarda la resistenza al fuoco.

6 Cfr. supra, § "Rifiuti pre consumo" p.76

7 Informazioni tratte dal sito aziendale: <https://www.elachem.com/it/>

8 Cfr. infra, § "Allegati" p.203

MIX DESIGN

DALLA RICERCA ALLA SPERIMENTAZIONE

Le pagine a seguire vogliono essere un riassunto del lavoro di ricerca effettuato sul tema dei materiali innovativi per l'edilizia sostenibile, attraverso la sperimentazione di pannelli di materiali compositi biocompatibili e riciclabili, in grado di avere proprietà meccaniche e termiche, in quanto il continuo aumento del consumo di energia e dell'inquinamento ambientale risulta essere una delle principali sfide del 21° secolo.

Un possibile approccio per risolvere alcuni di questi problemi è l'aumento dell'uso di materiali riciclati, come gli scarti della pelle, attraverso una produzione rispettosa dell'ambiente, in quanto svolgono un ruolo importante nella riduzione dell'inquinamento ambientale e del risparmio energetico, se impiegati come materiali isolanti termici e acustici all'interno degli edifici.

Lo scopo di questa fase della sperimentazione è stato perciò quello di trovare un mix design ideale, capace di portare alla realizzazione di un pannello performante da un punto di vista acustico e termico.

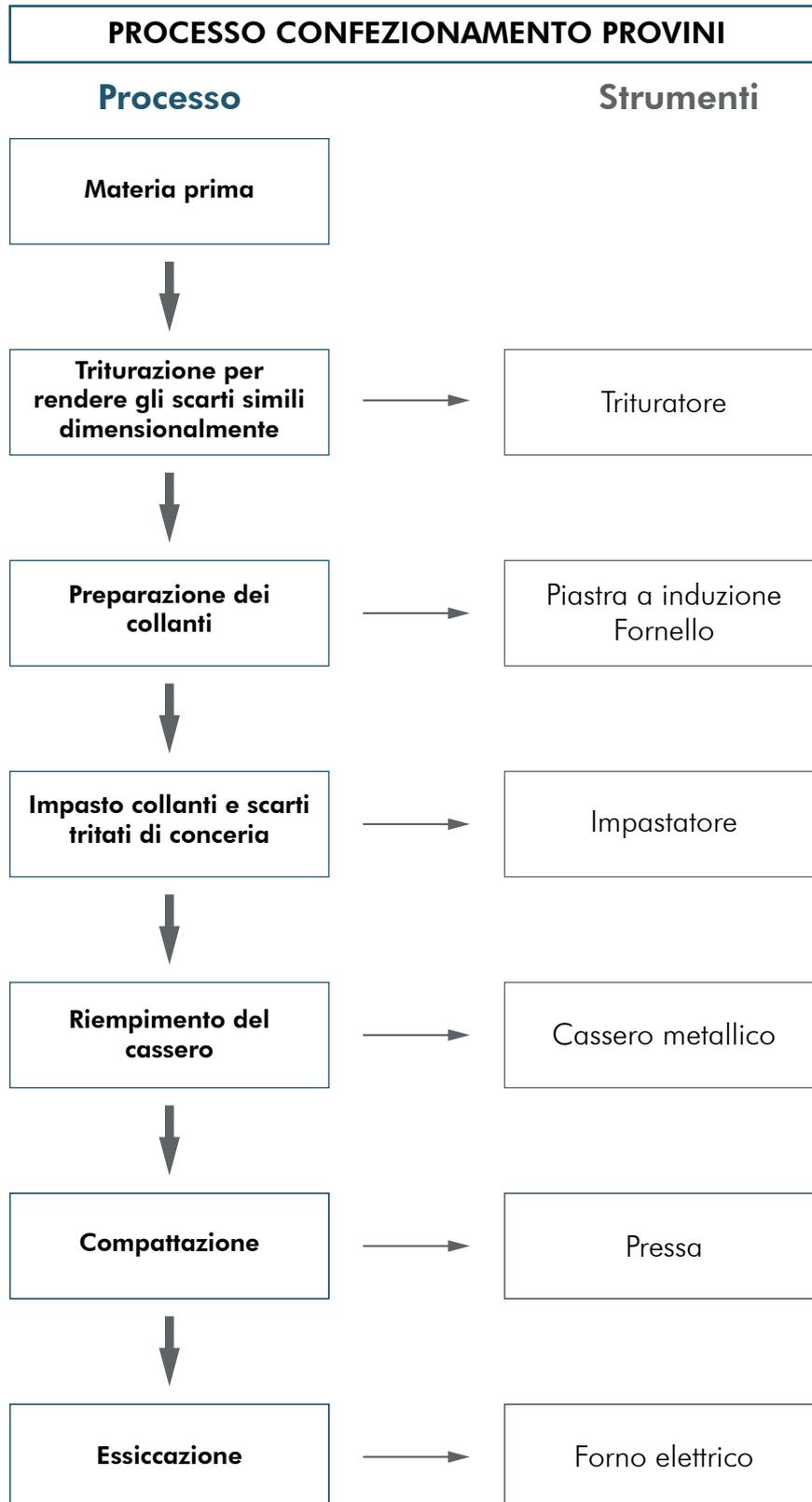
A tal proposito, si è inteso procedere con la preparazione di diversi provini, attraverso l'uso di un materiale principale, l'insieme di scarti derivanti dal processo conciario dell'azienda B.P. SAS di Benetti Pierino & C, e di una matrice secondaria che varia da campione a campione. Questa è costituita da collanti, naturali o di sintesi chimica, per poterne confrontare dosaggi e caratteristiche meccaniche.

Inoltre, per la realizzazione di un'ulteriore serie di provini si è inteso utilizzare come componente aggiuntivo l'insieme di scarti industriali, come quelli ottenuti dalla lavorazione del legno.

Al fine di agevolare un confronto tra i diversi pannelli sperimentati, per il confezionamento dei provini, si è scelto di utilizzare un cassero metallico di 20x20 cm, mentre, per la loro identificazione, si è scelto di codificarli attraverso una serie alfanumerica in cui la lettera indica la serie di appartenenza che caratterizza i collanti o gli scarti utilizzati e i numeri successivi indicano le variazioni del mix, quali i dosaggi dei collanti, la pressatura o i tempi di essiccazione, con le relative temperature.

La preparazione ha subito un graduale sviluppo durante l'intera sperimentazione, che ha permesso di giungere ad un miglioramento e un'ottimizzazione.

Il processo di confezionamento dei provini è riassunto nella seguente tabella.



LA COMPOSIZIONE DEI PROVINI

Di seguito, viene riportato l'elenco con il nome delle serie e le materie utilizzate durante l'intero processo di sperimentazione, quali scarti e collanti, in modo da fornire un riepilogo completo e generale delle sperimentazioni, che verranno successivamente descritte.

- Serie **A**: scarti di rasatura e colla vinilica;
- Serie **B**: scarti di rasatura e gesso;
- Serie **C**: scarti di rasatura e colla "Menigle Bone";
- Serie **D**: scarti di rasatura e colla "Menigle T70";
- Serie **E**: scarti di rasatura e colla "Menigel T80";
- Serie **F**: scarti di rasatura e colla "Menigel T100";
- Serie **G**: scarti di rasatura e carpenteria con colla "Menigel T100";
- Serie **H**: scarti di rasatura e resina poliesteri Elapol 87190

I CASSERI UTILIZZATI PER LA FORMAZIONE DEI PROVINI

Per la realizzazione dei provini, si è deciso di utilizzare due diversi casseri dalle differenti caratteristiche, entrambi appositamente progettati e realizzati in auto costruzione.

Il primo cassero, per una maggiore compressione denominato **α**, dotato di apposito coperchio pressante, è stato realizzato in lamiera metallica dallo spessore di 2 mm, dalle dimensioni 20x20 cm e 8 cm di altezza.

Questo ha permesso di mantenere in pressione il provino al suo interno, anche durante l'asciugatura in forno elettrico. L'esigenza è nata dalla necessità di mantenere sotto una determinata pressione stabilita i campioni realizzati, fino alla completa asciugatura del collante utilizzato.

Il cassero così realizzato presenta, nel fondo, sul lato esterno, due piastre sporgenti ad esso saldate che, tramite filettatura, tengono in posizione quattro tiranti, ai quali può essere fissato il coperchio, avvitandoci quattro dadi da M10. Il coperchio così fissato, anche esso di dimensioni 20x20cm, permette di comprimere l'intero provino, tramite l'ausilio di una pressa precedentemente calibrata, e di mantenerlo compresso. Inoltre, tramite la regolazione di quattro dadi e relativi controdadi, è anche possibile impostare lo spessore minimo che si vuole ottenere per il provino.

Il funzionamento di questo prevede, come prima azione, il suo riempimento, nel caso specifico della presente sperimentazione, attraverso l'aggiunta di scarti di conchiglia e il relativo collante; successivamente, si procede con il posizionamento del coperchio, con relativa regolazione degli otto dadi inferiori, che fungono da

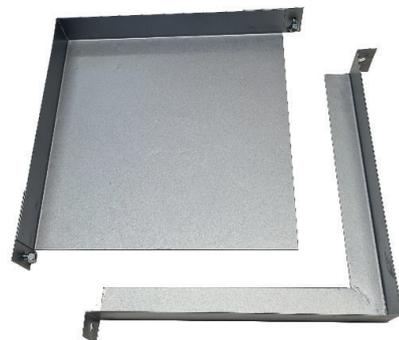
fine corsa, con applicazione di una forza, tramite l'ausilio di una pressa, sulla parte superiore del coperchio e, attraverso il bloccaggio del coperchio, tramite l'utilizzo di ulteriori quattro dadi superiori. Lasciato passare il tempo prestabilito per l'asciugatura della matrice si può procedere, inoltre, con l'estrazione del provino, svitando i quattro dadi superiori ed estraendo il coperchio.

Fig. 19. Cassero α in lamiera metallicaFig. 20. Cassero α in lamiera metallica e relativo coperchio pressante

Il secondo cassero, denominato β , anch'esso realizzato in lamiera metallica di spessore 1 mm, presenta dimensioni 20x20 cm e altezza 3 cm.

La necessità di realizzare un secondo stampo è nata dalla difficoltà di estrarre alcuni particolari provini realizzati con determinati collanti. Questo stampo ha infatti come caratteristica la possibilità di permettere un'agevole e veloce estrazione del campione al suo interno, in quanto, mediante lo svitamento di sole due viti, è possibile l'apertura laterale.

Nel caso sia necessario applicare una pressione sul provino, inoltre, è possibile utilizzare un coperchio, anche questo appositamente realizzato, che si differenzia da quello del cassero α , in quanto non presenta il sistema di bloccaggio, ma va mantenuto in pressione tramite una forza esterna applicata.

Fig. 21. Cassero in lamiera metallica β apribileFig. 22. Cassero in lamiera metallica β smontato

Inoltre è stata costruita una piccola pressa manuale, costituita da un telaio in profilati metallici e azionato da un martinetto oleodinamico manuale, che

permette di applicare la pressione sui due casseri descritti in precedenza.



Fig. 23. Pressa manuale utilizzata per applicare la pressione sui provini



Fig. 24. Apposito coperchio per il provino β per essere utilizzato con la pressa.

Durante la fase di sperimentazione, si è reso necessario quantificare l'umidità presente nei provini.

Per questo motivo, si è deciso di utilizzare un misuratore di umidità, strumento che permette di quantificare l'umidità presente su un materiale, tramite il sensore a "sfera" capace di rilevare l'umidità in profondità, con il principio di misura ad alte frequenze (costante dielettrica), in cui l'aria ha una costante dielettrica di 1 e l'acqua di 80. Il valore misurato dallo strumento, con il nome commerciale "Trotec BM31", si pone come una misura orientativa dell'umidità ed è in una scala digit, da 0 a 100.

Il valore compreso tra 0 e 55 può riferirsi a un materiale asciutto; da 55 a 85 si riferisce, invece, a un materiale in condizioni standard di umidità e un valore da 85 a 100 indica un materiale umido.



Fig. 25. Indicatore di umidità "TROTEC BM31"

Infine, sono state valutate la porosità e la resistenza meccanica.

Tuttavia, non avendo potuto compiere operazioni di laboratorio, come il monitoraggio e la misura di queste grandezze, che avrebbero potuto fornire valori univoci e precisi, si è reso necessario procedere con una classificazione più qualitativa. Si è scelto quindi di applicare per la valutazione di ogni singolo provino un scala di valori che va da 0 a 10, attribuendo il valore più basso, lo 0, al provino che ha presentato le prestazioni peggiori, e il valore più alto, il 10, a quello con le caratteristiche migliori, collocando nel mezzo i provini con i risultati intermedi.

PROVINI SERIE A CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E COLLA VINILICA

MATERIALE UTILIZZATO

Nello specifico, la serie A dei provini ha come materiale predominante gli scarti dell'azienda conciaria, derivanti dal processo di rasatura e ottenuti dalla macchina rasatrice, come descritto in precedenza, e come legante la colla vinilica.



Fig. 26. Scarti conciari della lavorazione di rasatura



Fig. 27. Collante utilizzato

CICLO PRODUTTIVO

La prima fase della preparazione ha interessato la selezione di alcuni scarti conciari della stessa pezzatura, attraverso la determinazione di un primo peso, e la dosatura di una prima quantità di collante.

In secondo luogo, si è proceduto con la miscela della colla, con la rispettiva quantità d'acqua, per poi unirla agli scarti selezionati, attraverso un processo manuale, atto all'ottenimento di una massa uniforme e omogenea.



Fig. 28. Miscela acqua e collante



Fig. 29. Impasto collante e scarti di conceria

La miscela così ottenuta è stata poi inserita all'interno dell'apposito stampo α , con annesso coperchio pressante, di 20x20 cm, al fine di essere compattata con una pressione variabile da provino a provino.



Fig. 30. Riempimento stampo con scarti e collanti prima della pressatura

Infine, si è concluso il procedimento attraverso l'essiccazione del campione, a temperatura ambiente o tramite cottura in forno elettrico, a temperatura prestabilita.

CAMPIONI SERIE A

Il primo provino, **A-01**, è stato realizzato attraverso l'impiego di 230 g di scarti di rasatura, miscelati con una quantità di 69 g di colla, con un rapporto colla scarti di **1:0,3**.

L'acqua utilizzata per diluire il collante, pari a 103,5 g, ha corrisposto al 150% del peso della colla. La miscela acqua colla ha presentato quindi una massa di 172,5 g.

La miscela di colla e scarti ha presentato una buona lavorabilità, ma è risultato difficile mescolarla in modo uniforme, in quanto la colla non è stata assorbita in modo omogeneo dalla pelle.

La carica del cassero ha previsto che il materiale fosse distribuito in modo uniforme, operazione agevolata dalla consistenza della miscela.

Dopo l'inserimento dell'impasto nel cassero metallico, è stata esercitata una pressione di 154,89 kgf/m² sul provino. Dopo un arco di tempo pari a 18 ore, in cui si è lasciato essiccare a temperatura ambiente, il provino così ottenuto è stato estratto dallo stampo.

Da una prima analisi qualitativa, è stato possibile dedurre una notevole inconsistenza del provino.



Per la realizzazione del provino **A-02**, sono stati utilizzati 205 g di scarti di rasatura, miscelati con una quantità di 143,5 g, in un rapporto scarti colla di **1:0,7**.

La colla è stata miscelata con 215,25 g di acqua, pari al 150% del peso della colla. La massa totale di collante e acqua è risultata quindi pari a 358,75 g.

La miscela collante e scarti di pelle ha presentato una buona lavorabilità, anche se la colla è stata assorbita in modo non uniforme dagli scarti di pelle.

L'inserimento uniforme del materiale all'interno del cassero è risultato possibile grazie alla consistenza della miscela.

La pressione esercitata sul cassero α è stata di 304 kgf/m² e il provino è stato fatto essiccare, anche in questo caso a temperatura ambiente, per un tempo di 5 ore, in pressione, e per ulteriori 13 ore, senza il coperchio, al fine di agevolare l'evaporazione dell'acqua, mantenendolo all'interno dello stampo.

Anche per quanto riguarda questo provino, si è riscontrata una certa inconsistenza, seppur meno accentuata rispetto al provino A-01, e ancora una resistenza meccanica nulla.



Nel provino **A-03**, sono stati utilizzati 205 g di sfridi di rasatura di pelle del processo di concia e lo stesso quantitativo di colla, in un rapporto di **1:1**; risulta, quindi, in questo caso impiegata una percentuale maggiore di colla rispetto ai provini precedenti.

La colla è stata miscelata in 307,5 g di acqua, corrispondenti al 150% del peso della colla. La massa totale collante e acqua è risultata pari a 512,5 g.

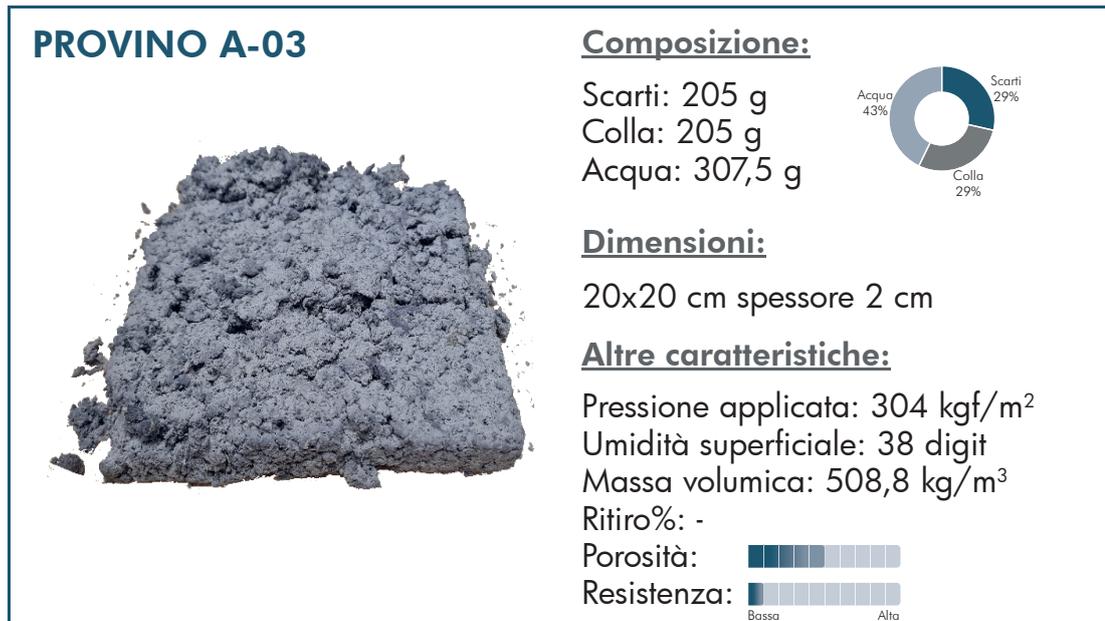
Questa volta la miscela così ottenuta ha presentato una buona lavorabilità e la maggiore quantità di collante ha permesso una distribuzione più uniforme negli scarti di pelle.

Questa miscela ha consentito un'agevole distribuzione all'interno del cassero, al fine di evitare vuoti o concentrazioni non uniformi.

Infine, è stata applicata una forza di 304 kgf/m² al coperchio del cassero a contenente il provino, che è stato successivamente fatto asciugare per 35 min in forno elettrico non pre-riscaldato, a 150°C.

Una volta estratto dall'apposito contenitore, il campione si è presentato completamente privo di coesione, nonostante la percentuale maggiore di colla utilizzata, rispetto ai provini A-01 e A-02, e al tatto la superficie risultava ancora umida. Con il passare del tempo, circa 48 ore dopo l'estrazione dallo stampo, non si è rilevata alcuna alterazione delle condizioni; il campione ha mantenuto umidità e la completa assenza di coesione e resistenza meccanica nulla.

In conclusione, è emerso quindi che l'essiccazione in forno non sia una via perseguibile per questo tipo di collante utilizzato.



La realizzazione del provino **A-04** si è basata sulle considerazioni maturate a partire dalle analisi qualitative precedenti. Sono stati utilizzati 300 g di scarti di conceria e 200 g di collante, nel rapporto scarti collante di **1:0,67**.

Sono stati impiegati 100 g di acqua, corrispondenti al 50% in peso della colla, al fine di rendere impastabile la miscela così ottenuta. La massa totale di collante e acqua è stata pari a 300 g.

La miscela di colla liquida e scarti di pelle ha presentato una buona lavorabilità e la quantità di colla ha permesso un miglior assorbimento da parte della pelle.

La consistenza così ottenuta della miscela ha reso possibile una distribuzione uniforme del materiale all'interno del cassero.

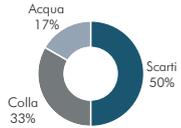
Successivamente, è stata applicata una pressione di 2750 kgf/m², per 24 ore, quasi nove volte superiore alla forza applicata sui provini A-03 e A-02, in quanto l'insufficiente pressione applicata è stata individuata come uno dei problemi principali dell'inconsistenza dei campioni precedenti.

All'estrazione, il provino ha presentato una certa coesione, ma una bassa resistenza meccanica.

PROVINO A-04



Composizione:
 Scarti: 300 g
 Colla: 200 g
 Acqua: 100 g



Dimensioni:
 20x20 cm spessore 2 cm

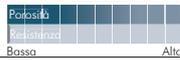
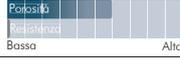
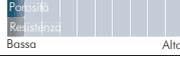
Altre caratteristiche:
 Pressione applicata: 2750 kgf/m²
 Umidità superficiale: 45 digit
 Massa volumica: 716,2 kg/m³
 Ritiro%: 2,5%

Porosità: 

Resistenza: 

RISULTATI CAMPIONI SERIE A

Tramite l'utilizzo del collante, dal nome commerciale "Vinavil NPC stella bianca", sono stati formati alcuni provini. Questi, in generale, non hanno presentato buone caratteristiche meccaniche, in quanto nella maggior parte dei provini, si è verificata assenza di coesione e di rigidità. È stato, inoltre, possibile notare che, con l'aumento della pressione, si è verificato un leggero incremento delle prestazioni meccaniche.

Nome identificativo	Rapporto scarti collante	Acqua rispetto al collante	Risultati
A-01	1:0,3	150%	
A-02	1:0,7	150%	
A-03	1:1	150%	
A-04	1:0,67	50%	

L'utilizzo di questo collante non è risultato una via perseguibile, sia dal punto di vista delle prestazioni meccaniche, in quanto non solidifica e non genera coesione, anche dopo alcuni giorni, che dal punto di vista ambientale.

PROVINI SERIE B CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E GESSO

MATERIALE UTILIZZATO

Nello specifico, per la serie B dei provini, come per la serie A, si è utilizzato come materiale predominante l'insieme degli scarti dell'azienda conciaria, derivanti dal processo di rasatura e ottenuti dalla macchina rasatrice, e come legante il gesso.



Fig. 31. Scarti conciari della lavorazione di rasatura



Fig. 32. Collante utilizzato: polvere di gesso

CICLO PRODUTTIVO

Analogamente alla serie precedente, la prima fase della preparazione ha interessato la selezione di alcuni scarti conciari della stessa pezzatura, attraverso la determinazione di un primo peso e la dosatura di una prima quantità di collante.

Il secondo passaggio ha previsto la miscelazione del gesso con la rispettiva quantità d'acqua. Come da scheda tecnica, si è fatto riferimento al rapporto 25 kg di gesso diluiti in 20 kg d'acqua.

La terza fase, inoltre, ha previsto la miscelazione, anche in questo caso manuale, tra gli scarti precedentemente dosati e il gesso già diluito con l'acqua, al fine di ottenere un impasto omogeneo.



Fig. 33. Miscela acqua e gesso



Fig. 34. Impasto gesso e scarti di conceria

La miscela così ottenuta è stata poi inserita all'interno del cassero β , che ha permesso un'estrazione agevole grazie alla possibilità di disassemblaggio dello stesso. Inoltre, per alcuni provini, è stata applicata una pressione al materiale all'interno del cassero.

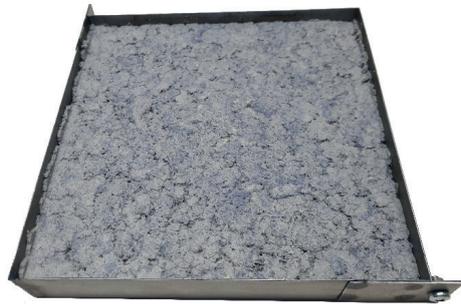


Fig. 35. Compattazione in stampo della miscela

Infine, il procedimento si è concluso lasciando indurire il provino all'interno dello stampo, per poi estrarlo per permettere l'essiccazione completa del campione.

CAMPIONI SERIE B

Il primo provino della serie B, **B-01**, è stato realizzato attraverso l'uso di 210 g di scarti di rasatura, miscelati con una quantità di 420 g di gesso, adottando quindi un rapporto scarti collante di **1:2**.

Prima di arrivare a determinare questa percentuale di matrice inserita nella miscela, sono stati fatti altri tentativi, attraverso l'uso di percentuali di gesso più basse, in particolare prima 63 g e poi di 210 g. Con queste quantità, si è notato che gli scarti assorbivano completamente l'acqua presente nell'impasto, impedendone la miscelazione. Perciò, si è deciso di aumentarne la percentuale utilizzata.

La quantità d'acqua utilizzata è pari a 336 g, facendo riferimento a quanto indicato nella scheda tecnica del gesso. Collante più acqua hanno presentato una massa di 756 g.

La miscelazione del gesso diluito e degli scarti di pelle è risultata difficoltosa, in quanto l'acqua contenuta nell'impasto è stata subito assorbita dagli scarti impedendone una miscelazione ottimale.

Anche la carica del cassero è risultata difficile, vista la consistenza dell'impasto e del rapido tempo di indurimento del gesso, di circa 2 minuti.

All'impasto così ottenuto, è stata applicata una pressione di 304 kgf/m², per poi essere inserito all'interno di un forno elettrico non pre riscaldato, per 15 minuti a 150°C.

Da una prima analisi qualitativa, è emerso che il campione così ottenuto non presenta un'elevata porosità, non presenta coesione e una resistenza meccanica nulla.



Per la realizzazione del provino **B-02**, è stata aumentata ancora la percentuale di gesso utilizzata, fino ad arrivare a un rapporto di **1:6**, con 100 g di scarti di conceria e 600 g di gesso.

Si è utilizzato, inoltre, un quantitativo di acqua pari a 480 g, in riferimento alla scheda tecnica del produttore del gesso. Gesso e acqua hanno presentato in totale una massa di 1080 g.

Con questa diluizione, si è ottenuta una miscela liquida facilmente impastabile, che ha permesso una facile miscelazione tra scarti e collante e un getto all'interno del cassero, che ha consentito, a sua volta, una distribuzione uniforme.

In questo caso, non è stata applicata nessuna pressione allo stampo, in quanto la miscela si è presentata allo stato liquido. Tuttavia, sono state generate delle vibrazioni, al fine di fare uscire l'aria presente all'interno.

Dopo soli 30 minuti, il provino così realizzato è stato estratto dal cassero, in quanto presentava già rigidità, lasciandolo in questo modo completare il processo di asciugatura naturalmente all'aria.

Il provino così conformato non ha presentato porosità, ma una buona coesione e una buona resistenza meccanica.



La realizzazione del provino **B-03** ha seguito un procedimento differente rispetto ai provini B-01 e B-02, in riferimento alle considerazioni maturate durante l'analisi di questi.

Infatti, durante la sperimentazione dei due provini, era emerso che gli scarti di congeria, allo stato secco, assorbissero una grande quantità d'acqua, non permettendo di essere impastati con il legante.

Per questo motivo, al fine della realizzazione del B-03, gli scarti di congeria sono stati preventivamente inumiditi con una quantità di acqua pari a 400 g, corrispondente a quella in peso degli scarti, il che ha reso possibile utilizzare una quantità inferiore di gesso e un più agevole impasto.

Sono stati quindi utilizzati 200 g di scarti a secco, 400 g di gesso, in un rapporto scarti gesso di **1:2**.

La quantità di acqua utilizzata è pari a 320 g, sempre in riferimento alla scheda tecnica del produttore del gesso, al fine di rendere impastabile la miscela così ottenuta.

La miscela gesso e scarti ha presentato una buona lavorabilità, dovuta alla maggior presenza di acqua utilizzata.

La carica del cassero ha previsto una distribuzione uniforme degli scarti, al fine di evitare vuoti o concentrazioni non uniformi.

Una volta inserita la miscela all'interno del cassero, è stata infine applicata una pressione di 2225 kgf/m², di molto superiore a quella applicata al provino B-01.

Rispetto ai provini precedenti, il B-04 ha presentato una maggiore coesione e rigidità tra scarti e collante utilizzato, una buona resistenza meccanica e una bassa porosità.

PROVINO B-03



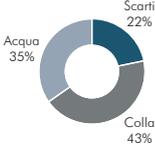
Composizione:
 Scarti: 200 g
 Colla: 400 g
 Acqua: 320 g

Dimensioni:
 20x20 cm spessore 2 cm

Altre caratteristiche:
 Pressione applicata: 2225 kgf/m²
 Umidità superficiale: 38 digit
 Massa volumica: 1163,7 kg/m³
 Ritiro%: 0,3 %

Porosità: 

Resistenza: 



Acqua 35%
 Scarti 22%
 Colla 43%

RISULTATI CAMPIONI SERIE B

Per questa serie di provini, avendo affinato il metodo, è stato possibile ottenere campioni con una buona resistenza meccanica, nonostante questo legante abbia la caratteristica di fare presa in un intervallo di tempo troppo ridotto, circa due minuti, che impedisce un miscelazione e una carica del cassero ottimali.

Nome identificativo	Rapporto scarti collante	Acqua rispetto al collante	Risultati
B-01	1:2	80%	
B-02	1:6	80%	
B-03	1:2	180%	

L'utilizzo di questo collante ha portato ad ottenere provini con caratteristiche notevolmente differenti a quelli che utilizzano collanti differenti e, per questo motivo, la sperimentazione con questo legante non verrà portata avanti.

PROVINI SERIE C CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL BONE

MATERIALE UTILIZZATO

Nello specifico, la serie C dei provini, come le altre due serie analizzate precedentemente, ha utilizzato come materiale predominante l'insieme degli scarti dell'azienda conciaria, derivanti dal processo di rasatura e ottenuti dalla macchina rasatrice, mentre come matrice si è scelta la colla naturale dell'azienda Menichetti Menigel Bone.

CICLO PRODUTTIVO

Per prima cosa, come anche fatto nelle altre serie di provini analizzate, si è proceduto con la preparazione degli scarti di conciaria, selezionando quelli della stessa pezzatura e determinando un primo peso, idoneo alle dimensioni del cassero scelto, per individuare il rapporto di collante da utilizzare.

A differenza dei collanti precedenti, questo, Menigel Bone, ha previsto diverse processi, al fine di essere preparato all'utilizzo, illustrati dall'azienda Menichetti produttrice delle colle.

Come prima cosa, si è determinato il peso a secco di questo materiale, che si presenta in forma solida macinato in grani. Il passo successivo è consistito nel diluirlo con acqua fredda, all'interno di un contenitore in vetro, nel mescolarlo e nel lasciarlo, infine, riposare per almeno un'ora.



Fig. 36. Collante Menigel Bone allo stato secco



Fig. 37. Collante Menigel Bone imbibito con acqua fredda

L'ultima fase di preparazione del collante, ha consistito nel mettere a riscaldare la colla, tramite il processo a bagnomaria alla temperatura stabile di 60°C, su fornello a induzione. Nello specifico, è stato inserito il contenitore in vetro, precedentemente preparato, contenente collante e acqua, all'interno di un recipiente più grande, contenente l'acqua in temperatura, per circa un'ora, fino al completo scioglimento della miscela, che in questo modo è passata dallo stato solido a quello liquido.

Per la realizzazione del provino, si sono miscelati, in modo manuale, gli scarti e il collante così preparato, al fine di ottenere un impasto omogeneo.



Fig. 38. Collante Menigel Bone sciolto a bagnomaria



Fig. 39. Impasto collante (Menigel Bone) e scarti di conceria

Per concludere la realizzazione del campione, si è proceduto con l'inserimento della miscela, descritta in precedenza, all'interno del cassero appositamente predisposto. Per questa serie è stato utilizzato sia il cassero α che quello β , specificando comunque ogni volta quale verrà utilizzato.

La densità di ogni provino, avente sempre dimensioni 20x20 cm, è variata in funzione della quantità di collante utilizzato e della pressione applicata. Infatti, per questa serie di provini è stata utilizzata una piccola pressa manuale, che ha permesso l'applicazione di una forza sul coperchio del cassero. Per questo motivo, per ogni campione, è stato indicato anche lo spessore ottenuto, che è in funzione della forza applicata, permettendo di determinare la massa volumica così raggiunta.

Una volta estratti i provini dopo circa 12 ore, si è proceduto prima con una asciugatura all'aria per qualche ora, per poi concludere in forno ventilato a una temperatura di 50°C, misurando, infine, la densità ed eventuali ritiri. Per permettere l'essiccazione è stato utilizzato un apposito supporto grigliato, che ha limitato la deformazione del provino che avviene durante l'evaporazione dell'acqua contenuta al suo interno.

CAMPIONI SERIE C

Il primo provino, **C-01**, è stato realizzato utilizzando 300 g di scarti di rasatura, miscelati con 150 g di colla Menigel Bone. Per questa miscela è stato quindi adottato un rapporto di **1:0,5** (300 g di scarti e 150 g di colla a secco).

I 150 g d'acqua utilizzati per questo collante sono stati indicati dalla azienda produttrice, Menichetti, che li ha determinati in funzione di vari parametri, tra cui la viscosità. È stato quindi indicato il valore di 100% in peso di colla secco rispetto alla quantità in peso di acqua. La miscela così ottenuta ha una massa totale di 300 g.

Una volta preparato il collante è stato miscelato, manualmente, con gli scarti. La miscela così ottenuta ha presentato una buona lavorabilità nel complesso, ma è stato necessario prestare particolare attenzione al fatto che il collante venisse assorbito in modo uniforme dagli scarti.

Grazie alla consistenza della miscela, è stato possibile ottenere una distribuzione uniforme della miscela nel cassero α .

Il provino è stato pressato con una riduzione dello spessore, rispetto all'altezza di carica iniziale, di circa 2 cm, ottenendo un campione di 2 cm di spessore, che è stato mantenuto in pressione per circa 12 ore.

Dopo l'estrazione, è stato lasciato asciugare naturalmente all'aria per qualche ora e successivamente si è proceduto con l'inserimento in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Da una prima analisi qualitativa, il provino ha presentato una bassa porosità e flessibilità e una discreta resistenza meccanica.



Per quanto riguarda il provino **C-02**, è stato realizzato con un rapporto di **1:0,75**, 300 g di scarti e 225 g di colla a secco.

Il collante utilizzato, Menigel Bone, è stato diluito in 225 g di acqua, mantenendo la stessa proporzione del provino C-01, in quanto l'acqua è pari al 100% del peso del collante a secco. Il collante più l'acqua hanno una massa totale di 450 g.

La miscela collante liquido e scarti di conchiera si è mostrata molto simile a quella del provino C-01, presentando una discreta lavorabilità e facilità di miscelazione, dovuta alla presenza di una quantità maggiore di collante.

La distribuzione della miscela all'interno del cassero è risultata agevole, grazie alla consistenza dell'impasto.

La miscela è stata successivamente inserita all'interno del cassero β , per 12 ore, su cui è stata applicata una forza che ha permesso di ridurre lo spessore di circa 2 cm, rispetto all'altezza di carica iniziale, e di ottenere un provino di 2 cm di altezza.

Una volta estratto, si è iniziata la fase di asciugatura all'aria, per poi completarla

in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Effettuando una prima analisi qualitativa, il provino ha mostrato una buona rigidità e coesione, una bassa porosità e una buona resistenza meccanica.



Il provino **C-03** è stato realizzato con un rapporto di **1:1**, 200 g di scarti e altrettanti di colla a secco.

L'acqua utilizzata per miscelare il collante è stata pari a 200 g, calcolata facendo riferimento al rapporto che considera il peso della colla secco pari al 100% del peso dell'acqua, ottenendo così una miscela in massa pari a 400 g.

Il collante così ottenuto è stato gradualmente miscelato manualmente con gli scarti, ottenendo una miscela che ha presentato una discreta lavorabilità.

Questo ha permesso anche una facile distribuzione del composto all'interno del cassero, evitando concentrazioni non uniformi.

Successivamente, l'impasto così ottenuto è stato inserito all'interno del cassero β , a cui è stata applicata una pressione, che ha ridotto lo spessore del provino di circa 1 cm, rispetto all'altezza di carico iniziale, ed è stato mantenuto in pressione per circa 12 ore.

Una volta estratto, è stato lasciato asciugare naturalmente all'aria per qualche ora e successivamente è stato inserito in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando qualitativamente il provino, è emersa una bassa porosità e una discreta resistenza meccanica.



È stato, inoltre, realizzato il provino **C-04**, con un rapporto di **1:0,66**, rispettivamente con 300 g di pelle e 200 g di collante secco, che in base alla quantità di collante utilizzato si può collocare tra il provino C-01 e C-02.

Sono stati impiegati 200 g di acqua, secondo la proporzione per cui il collante a secco è pari al 100% dell'acqua utilizzata. La miscela collante e acqua ha raggiunto una massa di 400 g.

La miscela collante e scarti di conceria, miscelata manualmente, ha presentato una discreta lavorabilità.

La carica del cassero si è svolta distribuendo in modo uniforme la miscela ed è stato possibile grazie alla sua consistenza.

È stato, infine, applicato un carico al provino collocato all'interno del cassero α , che ha dimezzato l'altezza rispetto a quella della carica iniziale, portando così il provino a uno spessore di 3 cm.

Dopo l'estrazione, è stato lasciato asciugare naturalmente all'aria per qualche ora e successivamente si è proceduto con l'inserimento in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Da una prima analisi qualitativa, il provino si presenta molto poroso, ma ha comunque mantenuto una buona coesione.

PROVINI SERIE D CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL T70

MATERIALE UTILIZZATO

La serie D dei provini ha utilizzato ancora una volta gli scarti di conceria, ma questa volta miscelati con il collante fornito dall'azienda Menichetti, dal nome commerciale Menigel T70.

Questo collante si differenzia dal quello utilizzato nella serie C, in quanto è ricavato dagli scarti della lavorazione della pelle, come carniccio, tendini e scarti in generale. Infatti, viene definita colla di pelle e ha una viscosità misurata a 60°C di 70 ± 7 mP, con una concertazione di colla al 12,5% rispetto all'acqua, in riferimento alla normativa ISO 9665.

CICLO PRODUTTIVO

Inizialmente, per la realizzazione di tutti i provini di questa serie, definita la quantità idonea di pelle da utilizzare, in riferimento alle dimensioni del cassero scelto, si è proceduto con lo stabilire il rapporto tra la quantità, in peso, di colla secca, rispetto alla quantità di scarti di conceria di pelle.

La preparazione del collante, molto simile a quella precedente, ha previsto un primo passaggio in cui è stato dosato sia il collante che l'acqua fredda, in base alle indicazioni ricevute dal produttore. Successivamente, si è proceduto con l'unione di acqua e colla, per poi lasciare riposare la miscela così ottenuta, per circa un'ora, per proseguire successivamente con il riscaldamento a bagnomaria, mescolandola, per circa 40 minuti, fino a farla liquefare e renderla utilizzabile. È stato possibile modificare la densità del collante, variando la quantità d'acqua e di colla.



Fig. 40. Collante Menigel T70 allo stato secco



Fig. 41. Collante Menigel T70 miscelato con acqua

Una volta preparato il collante, si è proceduto alla selezione degli scarti di conceria, aventi pezzatura uniforme, con la pesatura e, infine, con la decisione del rapporto di collante da utilizzare per il confezionamento del provino.

In seguito, è stata versata gradualmente la colla, rimestando gli scarti, per procedere con una miscelazione manuale dell'impasto fino a renderlo omogeneo.



Fig. 42. Collante Menigel T70 allo stato liquido



Fig. 43. Collante Menigel T70 miscelato con acqua

L'impasto così ottenuto è stato inserito all'interno degli appositi casseri predisposti, α e β , per procedere, infine, con la pressatura.

Utilizzando questi stampi, i provini hanno sempre mantenuto la stessa dimensione di 20x20 cm, ma è stato variato lo spessore, in base alla quantità dei materiali inseriti all'interno e alla pressione applicata, mediante l'utilizzo della pressa manuale. È stata, inoltre, anche calcolata la massa volumica.

Una volta estratti i provini, dopo circa 12 ore, si è proceduto con la conclusione dell'asciugatura all'aria e successivamente in forno ventilato, per poi misurare eventuali ritiri e la densità.

CAMPIONI SERIE D

Il primo provino di questa serie, il **D-01**, è stato realizzato attraverso l'impiego di 300 g di scarti di rasatura, miscelati con 150 g di collante Menigel T70. Per questa miscela è stato quindi adottato un rapporto di **1:0,5** (300 g di scarti e 150 g di colla a secco).

La quantità d'acqua utilizzata, pari a 100 g, è stata calcolata secondo il rapporto di colla a secco pari al 150% dell'acqua. Complessivamente, la miscela acqua e collante ha presentato una massa di 250g.

La miscela di colla liquida e scarti di pelle, così ottenuta, ha mostrato una buona lavorabilità nell'impasto, ma, vista l'elevata densità del collante, è risultata comunque difficoltosa la miscelazione, portando a non ottenere un impasto perfettamente uniforme.

La carica del cassero ha previsto che il materiale venisse distribuito con attenzione, al fine di evitare vuoti o concentrazioni non uniformi.

Infine, è stato applicato un carico al coperchio del cassero α , che ha portato a una riduzione di spessore, rispetto all'altezza di carica iniziale, di circa 2 cm.

Il provino è stato mantenuto in pressione per circa 12 ore e, dopo l'estrazione, si è completata la fase di asciugatura all'aria procedendo, infine, con l'inserimento in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Dall'analisi qualitativa finale, è emersa un'elevata porosità, una discreta flessibilità e esistenza meccanica.



Il provino **D-02** è stato realizzato con un rapporto scarti di conceria collante di **1:0,75**, con 300 g di pelle e 225 g di collante secco, Menigel T70.

L'acqua utilizzata è pari a 150 g, calcolata, come per il provino precedente il D-01, secondo il rapporto di colla a secco pari al 150% dell'acqua. Complessivamente, la miscela collante acqua ha mostrato una massa di 375 g.

Mescolando la colla liquida agli scarti, questa miscela ha presentato una bassa lavorabilità, in quanto è risultata molto coesa e difficile da miscelare in modo uniforme, a causa dell'alta densità del collante utilizzato.

L'inserimento del materiale nel cassero è risultato difficoltoso, in quanto non è stato possibile distribuirlo in modo uniforme, manualmente, a causa dell'elevata coesione dell'impasto.

Per completare la preparazione del provino, è stata applicata una pressione al coperchio del cassero β , riducendo lo spessore, rispetto alla carica iniziale, di circa 1 cm, ottenendo così un provino di 1 cm di spessore. Il provino è stato mantenuto in pressione per circa 12 ore prima dell'estrazione.

Estratto dal cassero, il provino è stato lasciato asciugare naturalmente all'aria per qualche ora e, infine, per concludere il processo è stato inserito in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando qualitativamente il provino così ottenuto, è emersa un'assenza di porosità, una discreta flessibilità e una buona resistenza meccanica, fornendo così al provino una buona rigidità globale.



Il provino **D-03** è stato realizzato con un rapporto scarti di conceria collante di **1:0,75**, con rispettivamente 300 g di pelle e 225 g di collante, proporzione uguale al precedente D-02.

Per questo provino è stato utilizzato un rapporto differente collante acqua, rispetto al precedente. Infatti, si è scelto di utilizzare una quantità di collante secco pari al 65% del peso dell'acqua, di 346 g, portando, quindi, la massa totale di acqua più collante a 571 g.

Anche per questo campione, come nel precedente D-02, l'impasto, nonostante la colla apparisse meno densa, è risultato ancora una volta difficoltoso.

È risultata, inoltre, difficoltosa anche la carica del cassero in modo uniforme, per evitare concentrazioni non omogenee.

Per completare la preparazione del provino, è stata applicata una pressione al coperchio del cassero α , che ha portato a una riduzione dello spessore, rispetto all'altezza di carica iniziale, di circa 5 mm, ottenendo così uno spessore finale del provino di 2 cm.

Si è concluso con l'estrazione dopo 12 ore, lasciando asciugare il provino prima all'aria, per poi essere inserito in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando qualitativamente il provino, è emersa un'assenza di porosità, una buona resistenza meccanica e un'alta flessibilità.



Nel provino **D-04**, sono stati impiegati 300 g di scarti di pelle di conceria e 150 g di collante, secondo un rapporto di **1:0,5**, come per il provino D-01.

Per quanto riguarda la quantità d'acqua, si è scelto un peso pari a 231 g, calcolato secondo la relazione per cui il collante secco è pari al 65% del peso dell'acqua. La massa totale acqua più collante è stata pari a 381 g.

Con questi parametri, la miscela ottenuta è risultata ancora difficilmente mescolabile, in quanto ancora troppo densa, anche se si notano dei miglioramenti rispetto ai provini D-02 e D-03.

L'inserimento della miscela all'interno del cassero, come nei provini precedenti, è risultato difficoltoso, in quanto si è reso difficile ottenere uno spessore omogeneo, avendo un impasto molto rigido e coeso.

Per ottenere il provino, è stata applicata una pressione al coperchio del cassero β , ottenendo una riduzione di pochi millimetri, circa 3, rispetto all'altezza di carica iniziale, ottenendo così uno spessore del provino di 2 cm.

Si è concluso con l'estrazione dopo 12 ore, lasciando asciugare il provino all'aria, per poi procedere con l'inserimento in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Osservando il provino, è emersa un'assenza di porosità, una buona resistenza meccanica e un'alta flessibilità.



Il provino **D-05** è stato realizzato con un rapporto scarti collante di **1:0,5**, con rispettivamente 300 g di scarti di conceria e 150 g di collante a secco.

Il rapporto scarti collante secco utilizzato è uguale a quello del provino precedente, ma con un aumento della quantità di acqua. Infatti, sono stati utilizzati 375 g di acqua, secondo la proporzione per cui il collante secco è pari al 40% del peso dell'acqua. La massa totale acqua e collante è pari a 525 g.

Il composto ottenuto, difficile da mescolare, non è risultato poroso, andando a complicare la distribuzione uniforme per la carica del cassero.

Una volta inserito all'interno del cassero α , è stata applicata una pressione che ha permesso di ridurre di circa 3 mm l'altezza, rispetto a quella di carica iniziale, facendo ottenere un provino di 2 cm di spessore.

L'impasto è stato lasciato in pressione per 12 ore, prima di essere estratto per completare la fase di asciugatura prima naturalmente all'aria per qualche ora per poi procedere con l'inserimento in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Da una prima analisi qualitativa, si è evidenziato che il provino non presenta porosità, ma una buona resistenza meccanica.

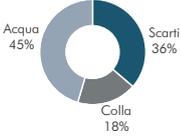
PROVINO D-05



Composizione:
 Scarti: 300 g
 Colla: 150 g
 Acqua: 375 g

Dimensioni:
 20x20 cm spessore 2 cm

Altre caratteristiche:
 Umidità superficiale: 65 digit
 Massa volumica: 1044,1 kg/m³
 Ritiro%: 14,5%
 Porosità: 
 Resistenza: 



Il provino **D-06** è stato realizzato con un rapporto di **1:0,25**, più basso rispetto ai precedenti, con rispettivamente, 300 g di scarti e 75 g di collante a secco.

Il quantitativo d'acqua è stato mantenuto uguale a quello del provino precedente, D-05, utilizzando, quindi, 187,5 g di acqua, secondo il rapporto per cui il peso del collante secco è pari al 40% del peso dell'acqua. In totale, acqua e collante hanno presentato una massa di 262,5 g.

Il rapporto scelto di scarti e collante secco e la quantità d'acqua utilizzata hanno permesso di ottenere un impasto facilmente lavorabile.

Questo impasto ha agevolato anche una distribuzione uniforme all'interno del cassero.

Successivamente, è stata applicata una pressione alla miscela contenuta nel provino α , che ne ha dimezzato l'altezza, rispetto a quella di carico iniziale, ottenendo un provino di 1,7 cm di spessore.

Per completare la preparazione, il campione è stato estratto dopo 12 ore e prima fatto asciugare all'aria e poi successivamente in forno ventilato per 5 ore a 50°C.

Da una prima analisi qualitativa, è emersa una discreta porosità e una buona resistenza meccanica.



L'ultimo provino di questa serie, il **D-07**, è stato realizzato utilizzando 300 g di scarti di pelle e 105 g di collante a secco, secondo un rapporto di **1:0,35**.

Come anche per i due provini precedenti, è stata adottato il rapporto secondo il quale l'acqua è pari al 40% del peso a secco del collante. Sono quindi stati utilizzati 262,5 g di acqua, ottenendo così una massa complessiva di acqua e collante di 367,5 g.

La miscela collante e scarti si è presentata abbastanza lavorabile nel complesso, riuscendo quindi ad ottenere una miscelazione ottimale.

Anche la carica è risultata agevole per via della densità dell'impasto, permettendo una distribuzione uniforme del materiale.

È stata successivamente applicata una pressione al coperchio del cassero β , che ha ridotto l'altezza di carica iniziale di circa 5 mm, ottenendo così un provino di 1,5 cm di spessore.

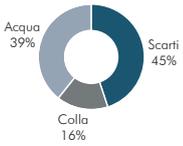
Dopo 12 ore, è stato possibile estrarre il provino e farlo asciugare prima all'aria, per qualche ora e, successivamente, in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Dall'analisi qualitativa finale, è emersa bassa porosità e una buona resistenza meccanica.

PROVINO D-07



Composizione:
 Scarti: 300 g
 Colla: 105 g
 Acqua: 262,5 g



Dimensioni:
 20x20 cm spessore 1,5 cm

Altre caratteristiche:
 Umidità superficiale: 55 digit
 Massa volumica: 960,2 kg/m³
 Ritiro%: 14,5%
 Porosità: 
 Resistenza: 

RISULTATI CAMPIONI SERIE D

Per questa serie di provini, è stato utilizzato il collante Menigel T70, anche questo fornito dall'azienda Menichetti.

Nel complesso, grazie a questo collante, è stato possibile ottenere una serie di provini con una buona rigidità.

Si è notato che, con l'aumento della miscela di colla e acqua, la lavorabilità dell'impasto diminuisce, rendendo il provino meno poroso e con una massa volumica maggiore.

Vista la viscosità del collante e l'applicazione con gli scarti di conchiera, è emerso, dai risultati dei provini ottenuti, che la percentuale di collante secco del 40% rispetto al peso dell'acqua fosse quella più indicata, che permettesse di ottenere una buona fluidità del collante.

Inoltre, si è riscontrata la possibilità di ottenere provini con buone caratteristiche meccaniche di rigidità, anche con rapporti scarti di conchiera e collanti relativamente bassi, come per il rapporto del provino D-06 che è di 1:0,25.

Nome identificativo	Rapporto scarti collante	Acqua rispetto al collante	Risultati
D-01	1:0,5	150%	  Basso Alto
D-02	1:0,75	150%	  Basso Alto
D-03	1:0,75	65%	  Basso Alto
D-04	1:0,5	65%	  Basso Alto
D-05	1:0,5	40%	  Basso Alto
D-06	1:0,25	40%	  Basso Alto
D-07	1:0,35	40%	  Basso Alto

Anche in questo caso, dalle analisi condotte, è emersa la possibilità di utilizzo di questo collante per la formazione di pannelli rigidi, se opportunamente dosato.

È rimasto comunque non trascurabile il ritiro, che avviene a completa essiccazione dei provini.

PROVINI SERIE E CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL T80

MATERIALE UTILIZZATO

Per la serie E dei provini, è stata utilizzata la colla, fornita dall'azienda Menichetti, MenigelT80. È una colla di origine animale, molto simile a quella utilizzata precedentemente nella serie D, differenziandosi solo per il valore di viscosità che è pari a 80 ± 8 mP.

Oltre al collante, come nelle serie precedenti, anche in questo caso, sono stati utilizzati gli scarti di conceria derivanti dal processo di rasatura.

CICLO PRODUTTIVO

Come nelle altre serie, è stata definita la quantità più idonea di scarti di pelle da utilizzare, in funzione del cassero utilizzato, per procedere successivamente con il definire il rapporto, in peso, di colla secca rispetto alla quantità di scarti di conceria di pelle. Questo, con il procedere della sperimentazione, è stato sempre più affinato.

La preparazione del collante, è risultata analoga a quella della serie D, come già detto. Durante la prima operazione da compiere, sono stati dosati il collante e l'acqua, per miscelarli successivamente e lasciare riposare la miscela così ottenuta, per un'ora. Subito dopo, la colla è stata riscaldata a bagnomaria per circa 30 minuti.

Anche per questo collante, si è verificata la possibilità di gestire la densità variando le dosi di colla e acqua.



Fig. 44. Collante Menigel T80 allo stato secco



Fig. 45. Collante Menigel T80 miscelato con acqua

Selezionati gli scarti di rasatura, prodotti durante il processo di concia, si è proceduto con la miscelazione di questi e del collante miscelato in acqua, secondo la proporzione scelta.

Per ottenere un impasto uniforme, il collante è stato versato gradualmente sugli scarti, procedendo nel frattempo con una miscelazione manuale, fino ad ottenere un composto omogeneo.



Fig. 46. Collante Menigel T80 riscaldato a bagnomaria



Fig. 47. Impasto scarti di conceria e collante Menigel T80

L'impasto così ottenuto è stato successivamente inserito all'interno dei due casseri predisposti α e β , precedentemente descritti, per procedere con la pressatura.

I casseri utilizzati, come per le altre serie, sono di 20x20 cm mentre lo spessore è stato variato in funzione della pressione applicata e della quantità di miscela inserita.

Una volta estratti i provini dopo circa 12 ore, si è proceduto prima con una asciugatura all'aria per qualche ora, per poi concludere in forno ventilato a una temperatura di 50°C, misurando, infine, la densità ed eventuali ritiri.

CAMPIONI SERIE E

Il provino **E-01** è stato realizzato con un rapporto scarti di conceria collante di **1:0,25**, utilizzando rispettivamente 300 g di pelle e 75 g di collante a secco. Questa proporzione è stata scelta anche in funzione dei risultati ottenuti nella serie D.

Per quanto riguarda l'acqua di impasto, si è deciso di utilizzarne 187,5 g, secondo la proporzione per cui il collante secco è il 40% dell'acqua. La massa totale collante più acqua è pari a 262,5 g.

Le dosi utilizzate hanno permesso di ottenere un impasto facilmente miscelabile, omogeneo e poroso, che ha consentito una distribuzione omogenea all'interno del cassero.

La preparazione del provino è stata completata applicando una pressione al coperchio del cassero α , che ha portato a una riduzione dello spessore, rispetto all'altezza di carica iniziale, di circa 2 cm, generando un provino di spessore di 2 cm. Si è concluso con l'estrazione dopo 12 ore, lasciando prima asciugare il provino all'aria, per qualche ora, per poi concludere in forno ventilato a una temperatura di 50°C, per 5 ore.

Analizzando qualitativamente il provino, è emersa una discreta porosità e flessibilità e una bassa resistenza meccanica.



Il provino successivo di questa serie, l'**E-02**, è stato realizzato attraverso l'impiego di 300 g di scarti di rasatura, miscelati con 105 g di collante Menigel T80. Il rapporto scarti collanti, utilizzato in questa miscela, è di **1:0,35**.

L'acqua utilizzata è pari a 262,5 g, secondo la proporzione per cui la colla secca è il 40% in peso dell'acqua. La miscela collante e acqua è risultata avere una massa di 367,5 g.

La miscela ottenuta, rispetto a quella del provino precedente, si è mostrata meno porosa, ma ancora lavorabile e miscelabile, in modo da ottenere un materiale uniforme.

Grazie alla densità dell'impasto, è stata possibile una carica uniforme del cassero, al fine di evitare vuoti o concentrazioni non omogenee.

Il materiale è stato pressato per mezzo del coperchio del cassero β e, infine, a questo è stato applicato un carico, che ha portato ad una riduzione minima di spessore, circa 2 mm, rispetto all'altezza di carica iniziale, ottenendo così un provino di 2 cm di spessore. Il provino è stato mantenuto in pressione per circa 12 ore.

Dopo l'estrazione, si è completata prima la fase di asciugatura all'aria e poi in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando il provino così ottenuto, si è evidenziata una bassa porosità e flessibilità e una discreta resistenza meccanica.



Il provino **E-03** è stato realizzato con un rapporto di **1:0,35**, tra, rispettivamente, 300 g di scarti e 105 g di collante a secco.

Rispetto ai due provini precedenti di questa serie, è stato ridotto il quantitativo d'acqua, al fine di ottenere un impasto più poroso. Sono quindi stati utilizzati 105 g di acqua, considerando il rapporto per cui il peso del collante a secco è pari al 100% del peso dell'acqua. La massa complessiva utilizzata, acqua più collante, è di 210 g.

Il collante così ottenuto si è presentato molto denso e la miscelazione manuale con gli scarti è risultata difficoltosa, portando ad ottenere un impasto non perfettamente omogeneo.

La densità finale dell'impasto ha, invece, permesso una facile distribuzione all'interno del cassero, in modo da evitare concentrazioni non uniformi.

L'impasto realizzato è stato successivamente inserito all'interno del cassero α , a cui è stata applicata una pressione, che ha permesso di ridurre lo spessore, rispetto all'altezza di carico iniziale, di circa 2 cm, portando ad ottenere così un provino di 2 cm di spessore. È stato mantenuto in pressione per circa 12 ore, prima di essere estratto dallo stampo.

Il provino è stato prima fatto asciugare naturalmente all'aria e poi in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Da una prima analisi qualitativa, è emersa una discreta porosità e una discreta resistenza meccanica.



Il provino **E-04** è stato realizzato con un rapporto scarti collante di **1:0,5**, con rispettivamente 300 g di scarti di conceria e 150 g di collante a secco.

Il rapporto acqua e colla a secco utilizzato, uguale a quello del precedente provino E-03, è di 150 g di acqua, a fronte di una proporzione colla a secco acqua del 100%. La massa totale acqua e collante, così ottenuta, è pari a 300 g.

La miscela risultante si è mostrata simile a quella del provino E-03, presentandosi difficile da mescolare in modo omogeneo.

La carica, invece, non ha riscontrato particolari problemi, in quanto l'impasto ottenuto si è mostrato poroso, facilitandone la distribuzione all'interno del cassero.

È stata, infine, applicata una pressione al coperchio del cassero β , che ha ridotto l'altezza di carico del provino di circa 1,5 cm, portandolo ad uno spessore finale di 2 cm. Come per i provini precedenti, l'impasto è stato lasciato in pressione per 12 ore, prima di essere estratto.

L'asciugatura, prima è avvenuta all'aria per qualche ora, poi in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando il provino ottenuto, questo ha presentato una discreta porosità e una buona resistenza meccanica.



Il provino **E-05** è stato realizzato con un rapporto scarti di conceria collante secco di **1:0,25**, rispettivamente con 300 g di scarti e 75 g di collante.

L'acqua utilizzata per diluire il collante è stata di 125 g, calcolata secondo il rapporto per cui il collante secco è pari al 60% del peso dell'acqua. Con questa diluizione, collante e acqua hanno una massa totale di 200 g.

Rispetto ai provini precedenti, si è aumentata la quantità d'acqua di impasto, in modo tale da ottenere una miscela finale di collante umido e scarti più lavorabile.

Infatti, con queste percentuali, si è ottenuta una buona lavorabilità che ha permesso anche un inserimento agevole di questa nel cassero, al fine di ottenere uno spessore omogeneo.

Per ottenere il provino, è stata applicata una pressione al coperchio del cassero α , che ne ha dimezzato lo spessore, rispetto a quello di carica iniziale, ottenendo così un campione di 1,5 cm di altezza.

Questo è rimasto in pressione per circa 12 ore, prima di essere estratto e fatto asciugare all'aria, per qualche ora, e poi in forno ventilato a 50°C, per 5 ore.

Da una prima analisi del provino, è emersa una discreta porosità, ma una bassa resistenza meccanica.



Il campione **E-06** è stato realizzato tramite l'utilizzo di 300 g di scarti di rasatura, miscelati con 105 g di collante secco. Il rapporto scarti collante così ottenuto è di **1:0,35**.

Sono stati impiegati 175 g di acqua, utilizzando questa volta il rapporto per cui il collante secco è pari al 60% del peso dell'acqua, ottenendo così una massa complessiva di collante umido pari a 280 g.

Cambiando la concentrazione di colla, rispetto al provino precedente E-05, ma mantenendo la stessa percentuale di acqua, questa volta è stato ottenuto un impasto molto più denso e meno lavorabile rispetto al precedente.

La carica del cassero uniforme è risultata difficile vista, la densità dell'impasto.

Il materiale, infine, è stato pressato per mezzo del coperchio del cassero β , con una riduzione minima di spessore di circa 3 mm. L'altezza di questo provino è di 1,7 cm, ottenuta mantenendolo in pressione per circa 12 ore, prima di procedere con l'estrazione.

Una volta estratto, il provino è rimasto ad asciugare all'aria per qualche ora, per poi completare questo processo in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Il provino ha presentato una bassa porosità, ma una buona resistenza meccanica.



Il successivo provino, **E-07**, è stato realizzato con un rapporto di **1:02**, utilizzando 300 g di scarti di conerica e 60 g di collante secco.

Il collante è stato diluito con 200 g di acqua, utilizzando una percentuale di colla a secco in acqua del 30%, la metà di quella usata nei due provini precedenti, l'E-05 e l'E-06. Il peso totale collante e acqua è stato di 260 g.

Il collante è stato gradualmente miscelato manualmente con gli scarti, ottenendo una miscela che ha presentato una discreta lavorabilità, dovuta alla minor densità della colla, poiché più diluita con acqua rispetto alle serie precedenti.

Questa miscela ha permesso una facile distribuzione all'interno del cassero, in modo da evitare concentrazioni non uniformi.

Successivamente, l'impasto così ottenuto è stato inserito all'interno del cassero α , a cui è stata poi applicata una pressione, per circa 12 ore, che ha portato ad ottenere un provino di 2 cm di spessore, riducendolo rispetto all'altezza di carico iniziale di 1 cm.

Una volta estratto, è stato lasciato asciugare naturalmente all'aria per qualche ora e successivamente è stato inserito in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando qualitativamente il provino, è emersa una discreta porosità e una discreta resistenza meccanica.



Il provino **E-08** è stato realizzato utilizzando 300 g di scarti di pelle e 90 g di collante a secco, adottando un rapporto di **1:0,3**.

L'acqua utilizzata, pari a 225 g, è stata calcolata secondo il rapporto di colla a secco pari al 40% dell'acqua. Complessivamente, la miscela ha presentato una massa di 315 g.

La miscela di scarti di pelle e collante liquido si è presentata abbastanza lavorabile nel complesso, ma ancora troppo densa per ottenere un impasto perfettamente uniforme.

La carica del cassero è risultata abbastanza agevole e ha permesso una distribuzione pressoché uniforme.

Infine, è stata applicata una pressione al coperchio del cassero β , che ha portato a una riduzione di spessore di 1 cm, rispetto all'altezza di carica iniziale, ottenendo così un provino di 2 cm di spessore.

Il provino è stato mantenuto in pressione per circa 12 ore e, dopo l'estrazione, si è completata la fase di asciugatura all'aria procedendo, infine, con l'inserimento in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Dall'analisi qualitativa finale, è emersa un'elevata porosità, una discreta flessibilità e una discreta resistenza meccanica.

4_ Sperimentazione_dagli scarti al pannello

E-06	1:0,35	60%	<p>Porosità Resistenza Basso Alto</p>
E-07	1:0,2	30%	<p>Porosità Resistenza Basso Alto</p>
E-08	1:0,3	40%	<p>Porosità Resistenza Basso Alto</p>

Come nella serie precedente, si è ritenuto che questo collante, se miscelato con gli scarti, possa permettere di ottenere pannelli rigidi con buone caratteristiche meccaniche, anche con un rapporto scarti di conceria collante basso.

PROVINI SERIE F CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E MENIGEL T100

MATERIALE UTILIZZATO

Questa serie ha utilizzato, come nelle precedenti, gli scarti di conceria, nello specifico quelli derivanti dal processo di rasatura. Come matrice, invece, è stata utilizzata, una colla di origine animale, ecologica, rispettosa dell'ambiente e completamente biodegradabile, dal nome commerciale Menigel T100. Questa risulta molto simile a quella utilizzata nelle serie precedenti, infatti si differenzia solo per il valore di viscosità, che vale 100 ± 10 mP.

CICLO PRODUTTIVO

Il primo passaggio per la preparazione dei campioni di questa serie ha previsto la determinazione di un primo peso degli scarti di conceria ed una eventuale selezione di quelli della stessa pezzatura. Si è scelto di utilizzare 300 g di questi, in quanto, già dai risultati delle precedenti sperimentazioni, è emerso che si trattasse di un peso idoneo alle dimensioni del cassero scelto.

Questo collante, Menigel T100, ha previsto diversi processi per la preparazione e l'utilizzo, molto simili a quelli eseguiti nelle serie C, D ed E.

Anche in questo caso, una volta determinato il peso a secco del collante, è stato miscelato con acqua fredda, nella proporzione desiderata, e lasciato così riposare per circa un'ora.



Fig. 48. Collante Menigel T100 allo stato secco



Fig. 49. Collante Menigel T100 miscelato con acqua

Successivamente, il collante così ottenuto è stato riscaldato tramite processo a bagnomaria con acqua, a temperatura stabile di 60°C , per circa 30 minuti. Questo riscaldamento ha permesso il completo scioglimento della miscela ottenuta, che è passata dallo stato solido/gelatinoso a quello liquido.

Una volta preparato il collante, questo è stato miscelato manualmente con gli scarti di conceria precedentemente preparati, al fine di ottenere un impasto omogeneo.



Fig. 50. Collante Menigel T100 sciolto a bagnomaria



Fig. 51. Impasto collante (Menigel T100) e scarti di conceria

Una volta ottenuta la miscela, questa è stata inserita all'interno del cassero appositamente predisposto. Nello specifico, è stato usato sia il cassero α che quello β . Ai provini è stata poi applicata una forza di compressione per circa 12 ore, prima di procedere con l'estrazione dal cassero.

I provini sono stati, inoltre, fatti asciugare, prima all'aria per qualche ora e successivamente in forno elettrico ventilato, per 5 ore a 50°C.

Per concludere, i provini ottenuti sono stati analizzati qualitativamente ed infine sono state misurate l'umidità superficiale, la massa e le deformazioni.

CAMPIONI SERIE F

Per la realizzazione del provino **F-01**, sono stati utilizzati 300 g di scarti di pelle di conceria e 45 g di collante secco, secondo un rapporto di **1:0,15**.

Per questo collante, Mengiel T100, è stata utilizzata una quantità superiore di acqua rispetto a quella impiegata per i provini delle serie precedenti, in quanto questa colla presenta il valore di viscosità più alto rispetto alle altre utilizzate precedentemente. L'acqua impiegata è stata di 180 g, secondo la relazione per cui il peso del collante secco è pari a 25% del peso dell'acqua. Collante più acqua hanno avuto una massa totale pari a 225 g.

Con questa miscela, è stato possibile ottenere un impasto collante umido e scarti di rasatura del processo conciario facilmente lavorabile, che ha permesso una miscelazione ottimale.

Anche l'inserimento all'interno del cassero di questa è risultato agevole, al fine di ottenere uno spessore omogeneo.

Una volta inserito all'interno del cassero α , è stata applicata una pressione che ha permesso di ridurre lo spessore di circa 1 cm, rispetto a quello di carica iniziale, ottenendo così un provino di altezza 1,5 cm.

La preparazione del provino si è conclusa con l'estrazione dopo 12 ore, lasciando asciugare il provino prima all'aria, per qualche ora, e successivamente in forno ventilato per 5 ore a 50°C.

Analizzando qualitativamente il provino è emersa una bassa porosità e una discreta resistenza meccanica.



Il campione **F-02** è stato realizzato sempre tramite l'utilizzo di 300 g di scarti di rasatura, miscelati con 60 g di collante secco. Il rapporto così ottenuto, scarti collante, è di **1:0,2**.

Si è mantenuto lo stesso rapporto collante secco acqua del provino precedente, per cui il collante è il 25% dell'acqua, utilizzando questa volta 240 g di acqua. La massa totale composta da collante e acqua è stata pari a 300 g.

L'impasto così ottenuto ha presentato buone caratteristiche di lavorabilità e impastabilità, simili a quelle del provino precedente, F-01.

La consistenza dell'impasto ha permesso una carica uniforme del cassero, al fine di evitare concentrazioni non uniformi.

L'impasto è stato pressato all'interno del cassero β , per circa 12 ore, con una forza che ha permesso di ridurre lo spessore di circa 1,5 cm, rispetto all'altezza di carica iniziale, ottenendo così un provino di 1,5 cm di spessore.

Il provino è stato successivamente estratto e fatto asciugare all'aria per qualche ora, per poi completare questa asciugatura in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Il provino ha presentato una discreta resistenza meccanica e una bassa porosità.



Il provino **F-03** è stato realizzato utilizzando gli scarti di congeria e il collante Mengile T100, con un rapporto di **1:0,1**, utilizzando 300 g di scarti di congeria e 30 g di collante a secco.

L'acqua utilizzata per diluire il collante è stata pari a 150 g, secondo il rapporto per il quale il peso del collante a secco è pari al 20% del peso dell'acqua utilizzata. Il peso totale di collante più acqua si è definito pari a 180 g.

La miscela acqua e collante così realizzata, ha permesso di ottenere un impasto con buone caratteristiche e una buona lavorabilità.

Le caratteristiche dell'impasto hanno permesso un'agevole carica del cassero, permettendo una distribuzione uniforme.

Una volta inserito l'impasto all'interno del cassero α , è stata applicata una pressione che ha permesso di ridurre di circa 1,3 cm lo spessore, rispetto all'altezza di carico iniziale, portando ad ottenere un provino di 2 cm di spessore.

Per completare il processo di realizzazione, il provino è stato estratto dopo circa 12 ore, per iniziare la fase di asciugatura, prima all'aria e poi in forno ventilato, a 50°C per 5 ore.

Da una prima analisi qualitativa, si è evidenziato nel provino una buona porosità e una buona resistenza meccanica.



È stato, inoltre, realizzato il provino **F-04**, che ha presentato un rapporto di **1:0,15**, rispettivamente con 300 g di pelle e 45 g di collante a secco.

Si è utilizzato un quantitativo d'acqua pari a 225 g, con un rapporto di colla a secco del 20% rispetto al peso dell'acqua, lo stesso utilizzato nel provino F-03. La massa totale acqua più collante si è mostrata pari a 270 g.

La miscela ottenuta ha presentato una buona lavorabilità e caratteristiche simili a quelle dei provini precedenti di questa serie.

Come nei casi precedenti, la carica del cassero non ha riscontrato particolari problemi.

È stato, infine, applicato un carico al provino collocato all'interno del cassero β , che ha permesso una riduzione dell'altezza, rispetto a quella di carico iniziale, di circa 1,2 cm, ottenendo un provino di 2 cm di spessore.

Il provino è rimasto in pressione per circa 12 ore, prima di essere estratto e fatto asciugare prima all'aria, per qualche ora, e poi in forno ventilato a 50°C, per 5 ore.

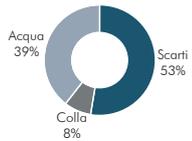
Da una prima analisi qualitativa, il provino si è presentato molto poroso, ma ha comunque mantenuto una buona coesione e una buona resistenza meccanica.

PROVINO F-04



Composizione:

Scarti: 300 g
Colla: 45 g
Acqua: 225 g



Dimensioni:

20x20 cm spessore 2 cm

Altre caratteristiche:

Umidità superficiale: 60 digit
Massa volumica: 668,4 kg/m³
Ritiro%: 13%

Porosità: 

Rigidità: 

Porosità: 

Resistenza: 

Bassa Alta

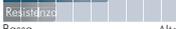
RISULTATI CAMPIONI SERIE F

Il collante utilizzato per questa serie presenta il nome commerciale di Menigel T100. Simile a quelli utilizzati nella serie D ed E, si differenzia solo per il valore di viscosità, che in questo caso è il più alto e vale 100±10 mP.

Come per le serie precedenti, complessivamente, i provini hanno presentato tutti buone caratteristiche meccaniche.

Questo collante, proprio a causa del suo alto valore di viscosità, è stato diluito con una percentuale di acqua maggiore rispetto ai precedenti.

Infatti, si è potuto riscontrare che con una percentuale di collante secco tra il 20 e 25%, rispetto al peso dell'acqua, si può ottenere una densità d'impasto ottimale per la formazione dei provini. L'aumento di collante diluito con acqua, rispetto agli scarti, ha ridotto proporzionalmente la lavorabilità dell'impasto complessivo.

Nome identificativo	Rapporto scarti collante	Acqua rispetto al collante	Risultati
F-01	1:0,15	25%	  Basso Alto
F-02	1:0,2	25%	  Basso Alto
F-03	1:0,1	20%	  Basso Alto
F-04	1:0,15	20%	  Basso Alto

Come già emerso nelle serie precedenti, avendo utilizzato un collante simile, si sono riscontrate buone caratteristiche complessive dimostrando la fattibilità per l'ottenimento di pannelli rigidi.

PROVINI SERIE G CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E DI CARPENTERIA UNITI CON IL COLLANTE MENIGEL T100

MATERIALE UTILIZZATO

A differenza dei provini fin ora analizzati, gli scarti che hanno costituito i campioni di questa serie sono di due tipi: quelli delle conchiere e quelli delle carpenterie. I primi, utilizzati anche nei provini precedenti, sono derivati dal processo di rasatura, mentre i secondi sono costituiti dalla segatura che viene prodotta durante le fasi di lavorazione del legname.

Nello specifico, si sono usati entrambi gli scarti contemporaneamente, opportunamente dosati.

Come collante, infine, si è utilizzato lo stesso della serie F, Menigel T100, fornito dall'azienda Menichetti, che presenta una viscosità di 100 ± 10 mP.

CICLO PRODUTTIVO

Il primo passaggio per la preparazione dei campioni ha previsto la determinazione del peso degli scarti di pelle e, successivamente, quello della segatura, secondo percentuali variabili da provino a provino.

Inoltre, le due tipologie di scarto sono state miscelate manualmente, in modo uniforme, prima di aggiungere il collante.

Per quanto riguarda la matrice, poiché la stessa utilizzata per la serie F, si rimanda alla descrizione del processo di preparazione della suddetta serie di provini.



Fig. 52. Impasto scarti di conceria e segatura



Fig. 53. Impasto scarti di conceria e segatura e collante Menigel T100

Una volta ottenuta la miscela è stata inserita all'interno del cassero predisposto, per essere pressata, tramite l'ausilio della pressa manuale, e mantenuta in pressione, per circa 12 ore.

Una volta estratto il provino, è stato prima fatto asciugare all'aria, per poi essere successivamente riposto in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Infine, il provino è stato analizzato qualitativamente e ne sono state misurate la massa e le dimensioni, al fine di calcolarne, inoltre, la massa volumica e l'umidità superficiale.

CAMPIONI SERIE G

Il primo provino di questa serie, **G-01**, ha mostrato un rapporto scarti collante di **1:0,15**, con rispettivamente 300 g di scarti e 45 g di collante.

A differenza dei provini fin ora analizzati, come scarti, si è utilizzato il 75% di scarti di pelle e il restante 25% di segatura.

Il collante è stato miscelato con 225 g di acqua, secondo il rapporto per cui il collante è pari al 20% del peso dell'acqua. Il collante diluito ha così presentato una massa di 270 g.

La miscela così ottenuta ha presentato un'ottima lavorabilità, che ha permesso una agevole distribuzione di questa all'interno del cassero.

Una volta inserito l'impasto nel cassero β , è stata applicata una pressione, per circa 12 ore, che ha permesso di ridurre di 2,5 cm l'altezza, rispetto a quella di carica iniziale, ottenendo così un provino di 2,5 cm di spessore.

Dopo l'estrazione, il provino prima è stato fatto asciugare all'aria e successivamente in forno ventilato a 50°C per 5 ore.

Analizzando qualitativamente il provino, è emersa una discreta porosità e una bassa resistenza meccanica.



Il provino **G-02** è stato realizzato con un rapporto scarti e collante secco di **1:0,2**, rispettivamente con 300 g di scarti e 60 g di collante.

Come scarti, si è scelto di utilizzare 150 g di pelle, che rappresentano 50% degli scarti totali, e altri 150 g di segatura, che rappresentano il restante 50%.

L'acqua utilizzata è stata di 300 g, secondo il rapporto per cui il collante secco è pari al 20% del peso dell'acqua. La miscela acqua collante ha così mostrato una massa di 360 g.

Come nel provino precedente, anche in questo caso si è ottenuta una miscela che ha presentato una buona lavorabilità e, di conseguenza, è risultato agevole anche il suo inserimento all'interno del cassero, al fine di ottenere uno spessore omogeneo.

Una volta inserito l'impasto nel cassero α , è stata applicata una pressione che ha permesso di ridurre lo spessore di 3,5 cm, rispetto a quello di carico iniziale, portando ad ottenere un provino di 3 cm di spessore.

Una volta estratto, dopo circa 12 ore, è stato prima lasciato asciugare all'aria, per qualche ora, e successivamente in forno ventilato per 5 ore a 50°C.

Da una prima analisi del provino, si è evidenziata una discreta porosità, ma ancora una bassa resistenza meccanica.



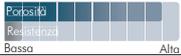
RISULTATI CAMPIONI SERIE G

Il collante utilizzato in questa serie è lo stesso di quella precedente, la F. La differenza però è legata all'utilizzo, in aggiunta agli scarti di conceria, di quelli di carpenteria, nello specifico la segatura.

I provini ottenuti hanno presentato, in generale, una resistenza meccanica inferiore, ma una porosità maggiore.

Un'altra differenza che si è potuta notare, rispetto a tutte le altre serie che utilizzavano solo gli scarti di conceria, è un aumento di volume dell'impasto.

Rispetto alla serie precedente, è stato aumentato il rapporto fra acqua e collante, in quanto si è potuto riscontrare che la segatura assorbe molta più acqua rispetto agli scarti di conceria.

Nome identificativo	Rapporto scarti collante	Scarti di conceria	Scarti di carpenteria	Acqua rispetto al collante	Risultati
G-01	1:0,15	75%	25%	20%	 <p>Bar chart for G-01: 10 bars, all dark blue, indicating high resistance. Labels: Possibilità, Resistenz, Basso, Alto.</p>
G-02	1:0,2	50%	50%	20%	 <p>Bar chart for G-02: 10 bars, all medium blue, indicating lower resistance. Labels: Possibilità, Resistenz, Basso, Alto.</p>

Anche per questa serie, è stato possibile ottenere risultati qualitativamente promettenti.

Tuttavia, per comprendere effettivamente le caratteristiche di questo materiale composito, sarebbe interessante studiare, attraverso misurazioni specifiche, come varia il comportamento dei provini che utilizzano solo gli scarti di conceria, rispetto a quelli che utilizzano anche la segatura.

PROVINI SERIE H CON SCARTI DELLA LAVORAZIONE CONCIARIA E RESINA POLIESTERE ELAPOL 87190

MATERIALE UTILIZZATO

Quest'ultima serie si differenzia dalle precedenti in quanto utilizza una resina poliesteri, Elapol 87190¹, con un alto livello di materia prima riciclata, bassa viscosità ed eccezionale compatibilità in vari sistemi di utilizzo. Presenta, inoltre, prestazioni molto elevate per quanto riguarda la resistenza al fuoco.

Come nei provini precedenti, anche in questi sono stati aggiunti, in percentuali minori, gli scarti dell'azienda conciaria derivanti dal processo di rasatura e ottenuti dalla macchina rasatrice, come descritto in precedenza.

CICLO PRODUTTIVO

La prima fase della preparazione ha interessato un'attenta selezione di alcuni scarti conciari aventi la stessa pezzatura. Per poterli miscelare con la resina, si è reso necessario utilizzare quelli di dimensione più piccola; al fine della sperimentazione, questa selezione è stata eseguita manualmente.

La seconda fase ha previsto la miscelazione della Resina 87190 con acqua, due catalizzatori - dal nome commerciale Kosmos 33 e Kosmos 75², e un tensioattivo siliconico (Tegostab 84507), per ulteriori specifiche dei quali si rimanda alle schede tecniche - e, infine, con scarti di conciaria. Il composto così ottenuto è stato successivamente miscelato con un miscelatore dal nome commerciale Dispermat a 1000 rpm per un minuto.



Fig. 54. Miscelatore Dispermat laboratorio Elachem



Fig. 55. Impasto dei vari componenti tramite miscelatore

1 Cfr. infra, § "Allegati" p.203

2 Cfr. infra, § "Allegati" p.204

Durante la terza fase è stata aggiunta, al composto precedentemente preparato, una miscela di pentani (isopentano al 70% e ciclopentano al 30%), che con l'acqua funge da agente espandente, ed è stato miscelato con lo stesso strumento precedente, per un minuto a 500 rpm.

La quarta fase di preparazione della miscela ha previsto l'aggiunta di isocianato ad alta funzionalità, anche questo miscelato a 4000 rpm per 7 secondi.

Al termine della preparazione, l'impasto così ottenuto è stato versato all'interno dello stampo, che è successivamente lievitato, passando da uno stato liquido ad uno solido.



Fig. 56. Inserimento della miscela liquida nello stampo



Fig. 57. Passaggio dallo stato liquido a quello solido del composto

La realizzazione dei provini è stata interamente svolta all'interno dei laboratori dell'azienda ELACHEM.

Sono stati valutati i tempi caratteristici, cioè il cream time, il tempo in cui la schiuma inizia ad espandere, il gel time, tempo in cui si passa dallo stato liquido a gel, e il rice time, il tempo di fine espansione.

Dopo che l'impasto è passato allo stato solido, questo è stato estratto dal cassero e successivamente rifilato tramite l'utilizzo di una sega circolare a nastro.

Tutti i provini hanno previsto la stessa miscela di base; infatti, sono state fatte variare solo due quantità, la percentuale di scarti di rasatura, che è stata rapportata in peso alla resina poliesteri 87190, e le quantità di pentani (isopentano e ciclopentano).

La miscela di base è stata così costituita:

- 93,10 g di Resina poliesteri 87190;
- 0,37 g di Kosmos 33;
- 3,72 g di Kosmos 75;
- 1,86 g di Tegostab B 84507;
- 0,94 g di acqua.

CAMPIONI SERIE H

Il primo campione **H-01**, è stato realizzato senza utilizzare gli scarti di conceria, in quanto si è voluto fosse di paragone rispetto a quelli che hanno al loro interno anche gli scarti di conceria.

La miscela di base è quella indicata precedentemente³, in più sono stati aggiunti 188 g di una miscela di pentani, composta dal 70% di isopentano e dal 30% di ciclopentano.

Come prevedibile, trattandosi di una miscela già utilizzata e sperimentata per la realizzazione di pannelli rigidi utilizzati come isolamento termico, la miscela ha portato all'ottenimento di un pannello dalle buone caratteristiche, che è stato utilizzato come confronto con quelli successivi.

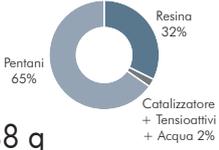
Il cream time, il tempo che la miscela impiega ad espandere, è stato molto rapido.

PROVINO H-01



Composizione:

Scarti di pelle: -
 Resina: 93,10 g
 Catalizzatori: 4,10 g
 Tensioattivo: 1,86 g
 Miscela di pentani: 188 g
 Acqua: 0,94 g



Dimensioni:

19,5x19,5 cm spessore 2,6 cm

Altre caratteristiche:

Umidità superficiale: 0 digit
 Massa volumica: 31,15 kg/m³
 Porosità: 
 Resistenza: 

Per il provino successivo **H-02**, si è utilizzata una miscela di base simile a quella precedente, H-01, ma questa volta sono stati aggiunti 15 g di sfridi derivanti dal processo di concia.

Gli sfridi sono stati opportunamente selezionati, in quanto, se di dimensioni troppo grandi, non permettono un'agevole mescolazione e generano dei difetti all'interno del pannello.

La miscela di base è quella indicata precedentemente⁴, come nel caso del provino H-01, ma sono, inoltre, stati aggiunti 164 g di una miscela di pentani,

³ Cfr. supra "Provini serie H con scarti della lavorazione conciaria e resina poliesteri Elapol 87190" p. 167

⁴ Cfr. supra "Provini serie H con scarti della lavorazione conciaria e resina poliesteri Elapol 87190" p. 167

composta dal 70% di isopentano e dal 30% di ciclopentano, e 15 g di scarti di conceria.

Rispetto al pannello precedente, si è potuto notare che il cream time è aumentato, rendendo quindi la reazione più lenta, anche se nel complesso il pannello ha mantenuto caratteristiche simili al pannello di confronto H-01.

PROVINO H-02



Composizione:

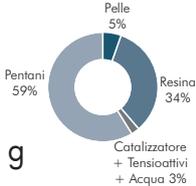
Scarti di pelle: 15 g
 Resina: 93,10 g
 Catalizzatori: 4,10 g
 Tensioattivo: 1,86 g
 Miscela di pentani: 164 g
 Acqua: 0,94 g

Dimensioni:

19x19 cm spessore 2,7 cm

Altre caratteristiche:

Umidità superficiale: 0 digit
 Massa volumica: 32,12 kg/m³
 Porosità: 
 Resistenza: 



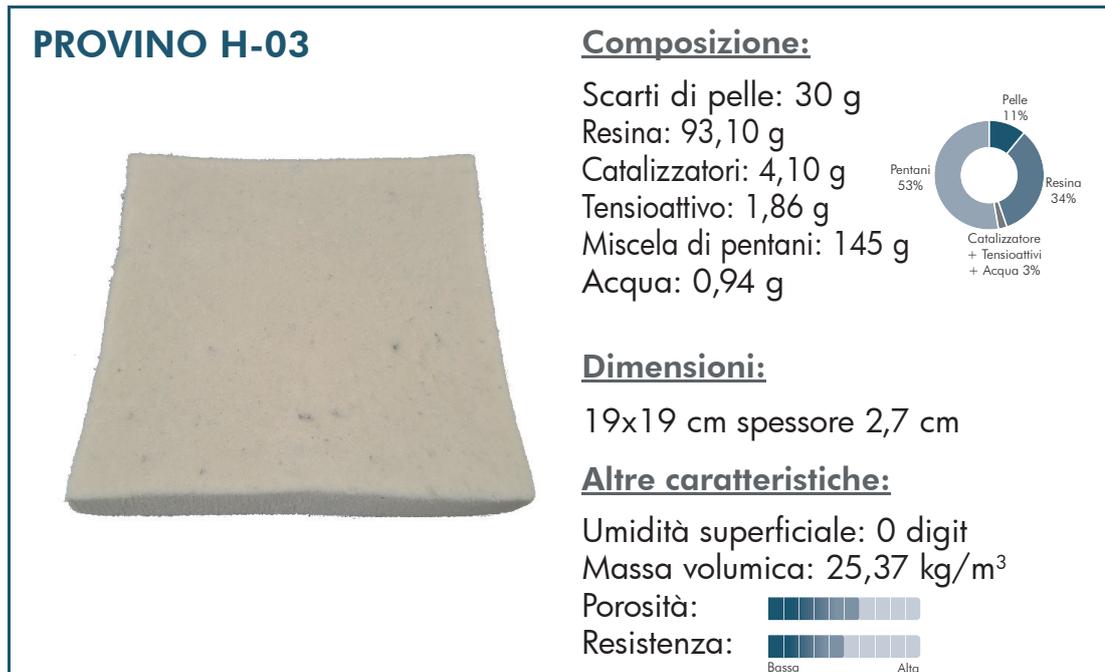
Il provino **H-03** ha impiegato 30 g di scarti di rasatura del processo di concia e mantenuto una miscela simile alle precedenti.

Infatti, la miscela di base è rimasta sempre uguale⁵, ma questa volta sono stati aggiunti 145 g di una miscela di pentani, composta dal 70% di isopentano e dal 30% di ciclopentano e 30 g di scarti di conceria.

La miscela così ottenuta è risultata molto simile alla precedente, anche se si è potuto notare, ancora, un rallentamento maggiore della reazione e alcuni difetti all'interno del pannello dovuti alla maggior quantità di scarti. Questo ha comportato anche una diminuzione della resistenza, in quanto il materiale è risultato più poroso.

Infine, si è potuta notare una instabilità dimensionale, in quanto, anche dopo il primo periodo di asciugatura e successivo taglio, il pannello si è deformato.

5 Cfr. supra "Provini serie H con scarti della lavorazione conciaria e resina poliesteri Elapol 87190" p. 167



L'ultimo provino realizzato di questa serie è l'**H-04**, quello che ha impiegato la quantità maggiore di scarti di conceria, 50 g.

Come per quelli precedenti, è stata impiegata la stessa miscela di base⁶, ma questa volta sono stati aggiunti 125 g di una miscela di pentani, composta dal 70% di isopentano e dal 30% di ciclopentano, e come anticipato, 50 g di scarti di conceria.

Anche in questo caso la miscela liquida si è presentata simile alle precedenti, ma il cream time è aumentato notevolmente, facendo emergere la possibilità di modificare la miscela di base, in quanto non più adatta.

Infine, rispetto ai provini H-01, H-02 e H-03, il provino H-04, ha mostrato una resistenza meccanica di molto inferiore e un aumento dell'instabilità dimensionale.

Queste caratteristiche tanto diverse dalle precedenti rendono tuttavia il provino praticamente inutilizzabile.

⁶ Cfr. supra "Provini serie H con scarti della lavorazione conciaria e resina poliesteri Elapol 87190" p. 167

PROVINO H-04



Composizione:

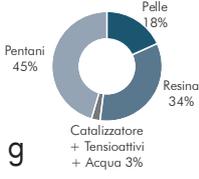
Scarti di pelle: 50 g
 Resina: 93,10 g
 Catalizzatori: 4,10 g
 Tensioattivo: 1,86 g
 Miscela di pentani: 125 g
 Acqua: 0,94 g

Dimensioni:

18x18 cm spessore 2,6 cm

Altre caratteristiche:

Umidità superficiale: 0 digit
 Massa volumica: 23,32 kg/m³
 Porosità: 
 Resistenza: 



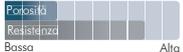
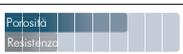
RISULTATI CAMPIONI SERIE H

Per la realizzazione di questa serie, a differenza delle altre, si è utilizzata come materia prima una resina poliesteri, additivata con catalizzatori, acqua e una miscela pentano. Questo composto viene normalmente impiegato nell'industria per produrre pannelli isolanti. Durante la sperimentazione, si è voluta verificare la possibilità di inserire all'interno della miscela scarti dell'industria conciaria come materiale inerte.

I provini ottenuti, in generale, hanno permesso di confermare la possibilità di inserire questi scarti nella miscela, a patto di utilizzare dosaggi corretti. Con l'inserimento di questi scarti, si è potuta notare una diminuzione della resistenza meccanica, della porosità e del tempo di reazione.

Il provino H-02, quello che ha all'interno la minor quantità di scarti, ha mantenuto delle caratteristiche molto simili a quello di confronto H-01, senza scarti.

Dai risultati, è emersa l'impossibilità di utilizzare questa miscela con quantità maggiori del 5% di scarti, a meno che non si modifichi la miscela di base. In questo caso, è verosimile pensare che si possa aumentare la quantità di utilizzo degli scarti di conciaria.

Nome identificativo	Resina	Scarti di conciaria	Pentani	Catalizzatori tensioattivi e acqua	Risultati
H-01	32%	0%	65%	2%	
H-02	34%	5%	59%	3%	
H-03	34%	11%	53%	3%	
H-04	34%	18%	45%	3%	

CONCLUSIONE DELLA FASE DI IDENTIFICAZIONE DEL MIX DESIGN

In conclusione al lavoro di sperimentazione, si è svolta una valutazione complessiva di tutti i provini, fino ad ora analizzati singolarmente, atta a un confronto diretto, legato sia alla composizione materica, che alle caratteristiche ottenute e riscontrate.

Vista la volontà di ottenere un pannello rigido, utilizzando gli scarti di conceria, la soluzione che è emersa in questo lavoro di ricerca è risultata quella di utilizzare colle o comunque matrici rigide, al fine di mantenere coesi gli scarti.

Infatti, riassumendo il lavoro svolto fino ad ora, per le prime due serie sono stati utilizzati collanti di vario genere, ma comunque di natura artificiale, mentre, per le serie successive, sono stati utilizzati collanti di origine organica, ecologici, rispettosi dell'ambiente e completamente biodegradabili.

La scelta di concentrarsi maggiormente sui collanti di origine organica è derivata dalla volontà di ottenere un materiale composito, come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, che possieda caratteristiche di sostenibilità ambientale, economica e sociale. Inoltre, si è ritenuto che l'utilizzo di collanti naturali possa agevolare anche un eventuale smaltimento durante il fine vita.

Altresì, si è scelto di utilizzare dei collanti, forniti dall'azienda Menichetti, che si inseriscono in una concezione complessiva di economia circolare, che si è voluta immaginare per questo nuovo materiale prodotto. Infatti, ad eccezione del collante Menigel Bone, le altre colle sono ottenute dagli scarti di macellazione, in aggiunta ad altri derivati, invece, dalla lavorazione della pelle durante il processo di concia.

In generale, quasi tutti i provini prodotti durante la fase di sperimentazione, hanno fornito buoni risultati e permesso un miglioramento e affinamento di questa fase di ricerca, rendendo così possibile individuare il giusto mix design.

Partendo dalla prima serie, la A, questa ha permesso di iniziare a capire le caratteristiche degli scarti, utilizzati per tutte le serie, quali l'incollabilità, l'assorbimento dell'acqua e i volumi che si ottengono, anche se non ha portato risultati concreti in relazione alla formazione di provini rigidi, in quanto il collante ha presentato incompatibilità con gli scarti, non generando coesione.

Come la serie A, anche la B è stata utile principalmente per capire e analizzare le caratteristiche degli scarti di conceria utilizzati, sebbene anche in questo caso non si siano ottenuti risultati accettabili, se non con l'utilizzo di quantità molto elevate di collante, che nel caso specifico era il gesso.

Per tali motivi, si è scelto di non sviluppare ulteriormente queste due serie e tale

decisione è stata motivata anche dalla lettura di uno studio LCA⁷ di prodotti simili a quello che si è inteso sperimentare, che impiegano quindi gli scarti di conceria per ottenere pannelli isolanti, nel quale è emersa l'importanza della scelta del collante, al fine di ottenere un prodotto con un basso impatto ambientale.

Di conseguenza, il lavoro di ricerca è quindi proseguito con la sperimentazione di serie successive, che hanno utilizzato esclusivamente collanti naturali di origine organica, forniti dall'azienda Menichetti, simili tra loro, variando principalmente per il valore di viscosità.

I risultati emersi dalle serie successive, nello specifico la C, la D, la E e la F, si possono considerare abbastanza simili, in quanto in tutti i casi si sono ottenute caratteristiche accettabili. Queste serie, inoltre, hanno avuto preparazioni e lavorazioni analoghe tra loro. Si sono utilizzati tuttavia collanti diversi e sono state fatte variare le quantità utilizzate, variando quindi il rapporto tra i tre costituenti, il collante secco, gli scarti e l'acqua.

Le colle sono state utilizzate seguendo un ordine legato al valore di viscosità, scegliendo di partire dalla colla con il valore più basso, per proseguire poi in ordine crescente. Questo ha permesso di riscontrare che con l'aumento della viscosità è possibile utilizzare un rapporto scarti collante inferiore, a fronte di una diluizione in acqua maggiore.

Un altro aspetto da non trascurare è la lavorabilità, anche questa in funzione della viscosità e del dosaggio, sia di colla rispetto agli scarti, sia dell'acqua, sia dalla temperatura, in quanto il collante va utilizzato a caldo, in modo tale che non perda la lavorabilità.

Nello specifico, la serie C, per la realizzazione della quale si è utilizzato la colla d'osso Menigel Bone, ha portato ad ottenere ottimi risultati, riscontrati specialmente nel provino C-04, il quale ha dimostrato di avere una buona porosità, presentando però una massa volumica e un ritiro inferiori rispetto agli altri provini della stessa serie.

La serie D, invece, è stata la prima per la quale si è utilizzata la colla derivante dagli scarti della pelle, Menigel T70, quella con la viscosità più bassa di questa categoria. Il provino che ha ottenuto migliori caratteristiche è stato il D-06, in quanto presenta una buona porosità, una massa volumica tra le più basse, ma non risulta affatto trascurabile il fenomeno di ritiro, in quanto è di circa il 20%, uno dei valori più alti tra i provini analizzati. Inoltre, questo provino è quello che ha utilizzato il rapporto scarti di conceria collante più basso, mantenendo comunque delle prestazioni accettabili.

Per quanto riguarda la serie successiva, la E, si è utilizzato il collante Menigel T80, anch'esso di origine organica e ottenuto con scarti di pelle. Il provino che da una prima analisi qualitativa risulta migliore è l'E-05, con una massa

7 Lakraflı H., Tahiri S., Albizane A., El Otmani M.E., "Effect of wet blue chrome shaving and buffing dust of leather industry on the thermal conductivity of cement and plaster based materials", *Construction and Building Materials*, vol. 30, 2012, pp. 590-596.

volumica di 706,8 kg/m³ e con un ritiro di circa il 9,5%.

L'ultima serie che utilizza questo collante di origine organica è la F, per la quale si è utilizzato il collante con il valore più alto di viscosità, Menigel T100. Questo collante ha permesso di ottenere ottimi risultati anche con un rapporto scarti collante molto basso, come quello del provino F-03, pari a 1:0,1, il più basso utilizzato fino ad ora. Il provino ha presentato una massa di 516,7 kg/m³ e un ritiro di circa il 12,5%.

Infine, per l'ultima serie di provini sperimentati con il collante naturale, la G, si è scelto di impiegare lo stesso collante della serie precedente F, ma questa volta si utilizzando anche gli scarti della lavorazione del legno, nello specifico la segatura, derivanti dalla fase di taglio, in aggiunta agli scarti di rasatura utilizzati di solito per gli altri provini effettuati.

La prima differenza che si è potuta notare, rispetto ai provini delle altre serie, è un aumento di volume umido. Tuttavia, per comprendere le effettive differenze legate alle grandezze fisiche, sarebbe necessario effettuare delle misurazioni quantitative.

Un problema comune a tutte le serie che utilizzano questi scarti, emerso dalle prime analisi condotte, riguarda i fenomeni di ritiro che non sono tutt'altro che trascurabili, anche se tale problema può essere risolto andando a modificare la matrice. L'azienda Menichetti, infatti, per ovviare a questo problema, in una futura fase di sviluppo ha proposto l'impiego di plastificanti in aggiunta al collante con lo scopo di ridurre questi fenomeni.

Dopo la sperimentazione di tutti i provini si è riscontrato che un aspetto legato al ciclo produttivo, che potrebbe influenzare in modo negativo l'impatto ambientale del prodotto finito, è la fase di asciugatura. Infatti, durante la sperimentazione è emersa l'impossibilità di svolgerla in modo naturale, in quanto sarebbe troppo influenzata dalle condizioni climatiche, rendendo necessario l'uso di un essiccatore, con il relativo consumo di energia.

L'ultima serie realizzata durante questo lavoro di tesi è la serie H, che si differenzia notevolmente dalle precedenti.

Per la realizzazione di questa serie si sono utilizzati gli scarti di conchiera non come materia prima, come avvenuto nelle altre serie, ma come riempitivo e rinforzante della resina poliesteri.

Infatti, è stata analizzata la fattibilità di utilizzare gli scarti di conchiera come riempitivo naturale per aumentare la biodegradabilità e ridurre l'impatto ambientale, già molto alto, di queste schiume poliuretaniche.

Dalla sperimentazione, è emerso che, a seconda della percentuale di incorporazione, si possono avere miglioramenti o peggioramenti delle caratteristiche del materiale finale. Si può ipotizzare che, con un corretto dosaggio, si possono avere benefici da un punto di vista tecnologico, economico e ambientale.

Il provino che ha presentato le migliori caratteristiche di questa serie è H-02, quello con la minore incorporazione di scarti. È risultato quindi possibile immaginare che, variando la composizione e la quantità dei componenti di base della miscela, per ottenere il pannello, sia possibile aumentare la quantità inglobata di questi scarti.

Tutte le serie sperimentate, e la conseguente realizzazione dei vari provini, sono nate con l'obiettivo di identificare un mix design ideale per la realizzazione di pannelli rigidi dalle eventuali caratteristiche di isolante termico e acustico. Infatti, tramite l'esecuzione di questi campioni, si sono potuti verificare la fattibilità tecnica di realizzazione, le caratteristiche dei collanti, i processi di realizzazione, la coesione tra scarti e collante e le differenze così ottenute.

Inizialmente, le verifiche effettuate si sono limitate a sole considerazioni qualitative, poiché non è stato possibile condurre le prove di resistenza meccanica in laboratorio, atte a valutarne e misurarne le effettive caratteristiche.

Si è fatto quindi riferimento ad altri studi di rilevanza scientifica, condotti da ricercatori in materia, pubblicati in riviste scientifiche e analizzati precedentemente. Per una maggiore comprensione, vengono nuovamente riportati alcuni di questi studi, che hanno permesso di ipotizzare alcune caratteristiche fisiche di questi scarti. Ad esempio, *Construction and Building Materials* ha pubblicato uno studio sull'influenza della conducibilità termica su materiali a base di cemento e gesso con l'utilizzo di scarti di rasatura delle pelli⁸, o ancora, sulla rivista *Procedia CIRP*, viene riportato un articolo dove si analizza la conducibilità termica di un materiale costituito da scarti di conceria e segatura, paragonandola a quella degli attuali isolanti in commercio⁹, o ancora nella rivista *Polymer Testing* vengono illustrati i benefici nell'aggiungere scarti di conceria alle attuali schiume poliuretatiche in commercio¹⁰.

Questi studi hanno quindi permesso di ipotizzare che questi scarti, se opportunamente trattati, potrebbero diventare la materia prima per la realizzazione di pannelli isolanti.

A tal proposito, in una fase successiva della sperimentazione, grazie alla disponibilità dell'azienda ELACHEM, è stato possibile valutare determinati parametri, come la conduttività termica e l'infiammabilità.

8 H. Lakraflı, S. Tahiri, A. Albizane, M.E. El Otmani, "Effect of wet blue chrome shaving and buffing dust of leather industry on the thermal conductivity of cement and plaster based materials", *Construction and Building Materials*, vol. 30, 2012, pp. 590-596.

9 M. Marconi, M. Barbanera, G. Calabrò, I. Baffo, "Reuse of leather scraps for insulation panels: technical and environmental feasibility evaluation", *Procedia CIRP*, vol. 90, 2020, pp. 55-60.

10 Sylwia Czlonka, Massimo F. Bertino, Krzysztof Strzelec, Anna Strakowska, Marcin Maslowski, "Rigid polyurethane foams reinforced with solid waste generated in leather industry", *Polymer Testing*, 69, 2018, pp 225-237.

Serie	Coesione	Rapidità di esecuzione	Fattibilità tecnica	Semplicità di esecuzione	Collante origine naturale
A	A-01	✓	✓	✓	
	A-02		✓	✓	
	A-03		✓	✓	
	A-04		✓	✓	
B	B-01		✓	✓	
	B-02	✓	✓	✓	
	B-03	✓	✓	✓	
C	C-01	✓		✓	✓
	C-02	✓		✓	✓
	C-03	✓		✓	✓
	C-04	✓		✓	✓
D	D-01	✓		✓	✓
	D-02	✓		✓	✓
	D-03	✓		✓	✓
	D-04	✓		✓	✓
	D-05	✓		✓	✓
	D-06	✓		✓	✓
	D-07	✓		✓	✓
E	E-01	✓		✓	✓
	E-02	✓		✓	✓
	E-03	✓		✓	✓
	E-04	✓		✓	✓
	E-05	✓		✓	✓
	E-06	✓		✓	✓
	E-07	✓		✓	✓
	E-08	✓		✓	✓
F	F-01	✓		✓	✓
	F-02	✓		✓	✓
	F-03	✓		✓	✓
	F-04	✓		✓	✓
G	G-01			✓	✓
	G-02	✓		✓	✓
H	H-01	✓	✓	✓	
	H-02	✓	✓	✓	
	H-03	✓	✓	✓	
	H-04	✓	✓	✓	

Tab 1. Tabella riassuntiva con le principali caratteristiche

05

PROVE DI LABORATORIO

ANALISI E VALUTAZIONI

- 5.1 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI TERMICHE
- 5.2 VERIFICA DELLA REAZIONE ALLA FIAMMA
- 5.3 ANALISI AL MICROSCOPIO
- 5.4 POSSIBILI SVILUPPI FUTURI
- 5.5 CONSIDERAZIONI DI TIPO ECONOMICO

VERIFICA DELLE PRESTAZIONI TERMICHE

Volendo valutare le caratteristiche di un componente edilizio da un punto di vista termico, risulta essenziale definire la trasmittanza termica U , in quanto caratterizza la capacità di un elemento edilizio di lasciarsi attraversare da un flusso termico. Questa è definita dalla norma UNI EN ISO 6946, come "il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C . È legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico liminare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati"¹

Definita dalla formula:

$$U = \frac{1}{R_T} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

In cui:

- R_T è la resistenza termica totale di un componente [$\text{m}^2\text{K/W}$].

R_T di un componente costituito da n strati si calcola come:

$$R_T = R_{si} + \sum \frac{l_j}{\lambda_j} + R_a + \sum R_n + R_{se} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

Dove:

- R_{si} è la resistenza termica superficiale (liminare) interna [$\text{m}^2\text{K/W}$];
- l_j è lo spessore dello strato j -esimo;
- λ_j è la conducibilità termica del materiale dello strato j -esimo [W/mK];
- R_a è la resistenza termica eventuale intercapedine d'aria [$\text{m}^2\text{K/W}$];
- R_n è la resistenza termica dello strato n -esimo [$\text{m}^2\text{K/W}$];
- R_{se} è la resistenza termica superficiale (liminare) esterna [$\text{m}^2\text{K/W}$];

Inoltre, la normativa, nel Prospetto 1², definisce anche le resistenze termiche superficiali R_{si} e R_{se} , a seconda della direzione del flusso.

Resistenza termica superficiale [$\text{m}^2\text{K/W}$]	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

1 Definizione trasmittanza U , norma UNI EN ISO 6946.

2 Prospetto 1 della norma UNI EN ISO 6946

Un elemento edilizio, per avere buone prestazioni termiche, deve essere caratterizzato da una bassa trasmittanza termica, in quanto minore è il valore, minore è il calore che viene disperso.

Fino ad ora, nello studio di tesi, questo parametro è stato solamente ipotizzato sulla base di quanto appreso da alcuni articoli scientifici analizzati³.

Grazie alla disponibilità dell'azienda ELACHEM e dei suoi laboratori, è stato possibile determinare la conducibilità termica λ di alcuni campioni precedentemente realizzati.

Sono stati selezionati e successivamente analizzati tre provini ottenuti con i collanti naturali, nello specifico il C-01, l'E-01 e l'F-03, e quattro di quelli a base poliuretanic, l'H-01, l'H-02, l'H-03 e l'H-04.

Prima di effettuare la prova della trasmittanza, per quanto riguarda i campioni realizzati con collanti naturali, questi sono stati messi all'interno di un forno ventilato a 70°C, per 2 ore, al fine di poter trascurare l'eventuale incidenza dell'acqua sulla conducibilità termica. Invece, per quelli realizzati a base poliuretanic, l'acqua presente all'interno viene eliminata durante la reazione dei vari componenti, in quanto si verifica un aumento della temperatura, quindi non è stato necessario effettuare un'essiccazione in forno.

L'analisi delle caratteristiche termiche è stata svolta utilizzando un misuratore di flusso di calore NETZSH, modello HFM 446. Questo sistema ha permesso di misurare con precisione il valore e di acquisirlo ed elaborarlo tramite un computer collegato. Il sistema fa riferimento alla normativa ISO 8301 (Tecnica di prova standard di misurazione di materiali isolanti utilizzando un misuratore a flusso di calore).

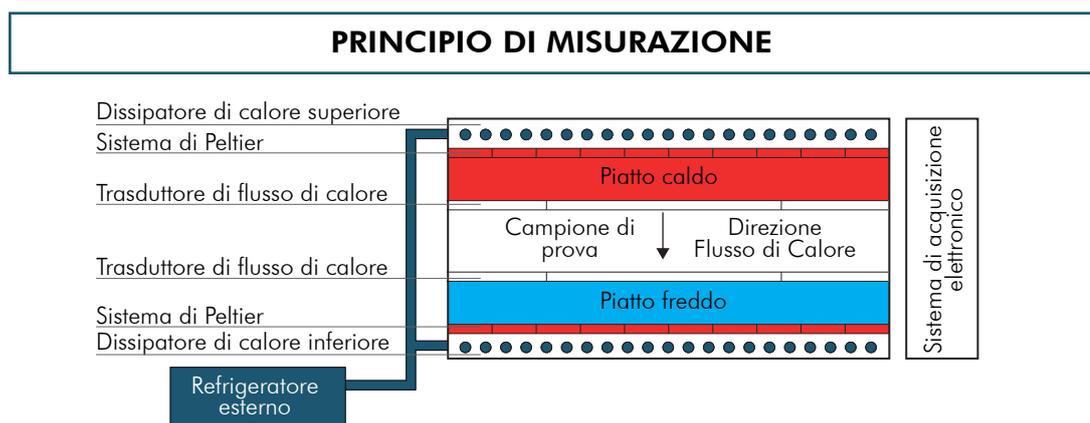


Fig. 1. Principio di misurazione del flusso di calore dello strumento NETZSH, modello HFM 446 dell'azienda ELACHEM

Per tutti i provini, i parametri impostati nel misuratore sono stati i seguenti: temperatura media di 10°C, con il piatto superiore a 20°C e quello inferiore a 0°C.

3 Cfr. supra, § "Le materie prime" p.102



Fig. 2. Misuratore NETZSH modello HFM 446 dell'azienda ELACHEM



Fig. 3. Inserimento del provino all'interno del misuratore

Lo strumento fornisce lo spessore, la massa, la pressione di lettura, che viene applica per mezzo del piatto superiore e di quello inferiore al provino, la conduttività termica e la resistenza termica. Una volta ottenuti questi valori, è stato possibile determinare la trasmittanza termica del campione analizzato, applicando la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Di seguito, vengono elencati i principali dati ottenuti dall'analisi dei provini che impiegano i collanti naturali.

Provino C-01		
Spessore	1,823	[cm]
Massa	49,18	[g]
Pressione di lettura	1,9	[kPa]
Conduttività termica λ	0,1018	[W/mK]
Resistenza termica R	0,1796	[m ² K/W]
Trasmittanza U	5,5667	[W/m ² K]

Provino E-01		
Spessore	1,748	[cm]
Massa	47,05	[g]
Pressione di lettura	1,9	[kPa]
Conduttività termica λ	0,0852	[W/mK]
Resistenza termica R	0,2051	[m ² K/W]
Trasmittanza U	5,8751	[W/m ² K]

Provino F-03		
Spessore	1,676	[cm]
Massa	45,09	[g]
Pressione di lettura	1,8	[kPa]
Conduttività termica λ	0,0913	[W/mK]
Resistenza termica R	0,1835	[m ² K/W]
Trasmittanza U	5,4496	[W/m ² K]

I risultati di conduttività termica λ nei pannelli che utilizzano i collanti naturali hanno mostrato di essere in linea con quelli ottenuti negli studi precedentemente analizzati⁴.

Tuttavia, questi valori si discostano da quelli dei materiali convenzionali utilizzati attualmente come isolanti, che presentano una conducibilità media pari a 0,036 W/mK, circa la metà rispetto a quelli analizzati.

Questi risultati permettono quindi di fare alcune considerazioni circa il possibile utilizzo dei pannelli che impiegano i collanti naturali e circa le variazioni da effettuare al mix design. Il valore peggiore di conduttività è stato ottenuto con il provino che ha impiegato una percentuale inferiore di scarti; inoltre, un'altra variabile che ha influito sulle prestazioni termiche è la densità, come si è potuto notare per il provino F-03, che, avendo una densità inferiore rispetto agli altri analizzati, ha permesso di ottenere un valore migliore di conduttività.

Avere valori così alti conduttività termica λ , non preclude completamente l'utilizzo di questi, in quanto potrebbero essere utilizzati in condizioni in cui la normativa richiede limiti meno stringenti, in quanto i limiti variano in base alla zona climatica.

Un altro possibile utilizzo potrebbe prevedere l'accoppiamento con un altro materiale, come spesso accade per le stratigrafie a secco, che utilizzano più strati di materiali isolanti con caratteristiche diverse.

Inoltre, questi pannelli, avendo una massa nettamente maggiore rispetto a quelli di natura poliuretanic, permettono presumibilmente di avere un tempo di sfasamento maggiore, che porterebbe a dei miglioramenti delle condizioni di comfort.

Di seguito, vengono elencati i principali risultati dei test condotti sui pannelli poliuretanic che inglobano all'interno gli scarti di conceria.

Provino H-01		
Spessore	2,668	[cm]
Massa	71,72	[g]
Pressione di lettura	2	[kPa]
Conduttività termica λ	0,0230	[W/mK]
Resistenza termica R	1,1583	[m ² K/W]
Trasmittanza U	0,8633	[W/m ² K]

Provino H-02		
Spessore	2,735	[cm]
Massa	73,52	[g]
Pressione di lettura	1,9	[kPa]
Conduttività termica λ	0,0231	[W/mK]
Resistenza termica R	1,1830	[m ² K/W]
Trasmittanza U	0,8453	[W/m ² K]

4 Cfr. supra, § "Rifiuti pre consumo" p.68

Provino H-03		
Spessore	2,846	[cm]
Massa	76,53	[g]
Pressione di lettura	1,9	[kPa]
Conduttività termica λ	0,0257	[W/mK]
Resistenza termica R	1,1082	[m ² K/W]
Trasmittanza U	0,9024	[W/m ² K]

Provino H-04		
Spessore	2,799	[cm]
Massa	76,51	[g]
Pressione di lettura	1,8	[kPa]
Conduttività termica λ	0,0335	[W/mK]
Resistenza termica R	0,8353	[m ² K/W]
Trasmittanza U	1,1972	[W/m ² K]

Per i provini a base di resina poliuretanic, si è potuto notare che, con l'aumento della quantità di scarti della lavorazione della pelle, si ha un graduale peggioramento della conduttività termica. Tuttavia, è emerso comunque che il provino H-04, quello con un percentuale maggiore di scarti di conceria, presenta ancora una conduttività termica molto bassa, simile a quella di altri materiali attualmente in commercio che vengono utilizzati come pannelli isolanti.

Nel grafico viene comparato il valore di conduttività termica dei provini analizzati fino ad ora, facendo emergere che i provini che impiegano la resina poliuretanic presentano valori migliori di conducibilità termica.

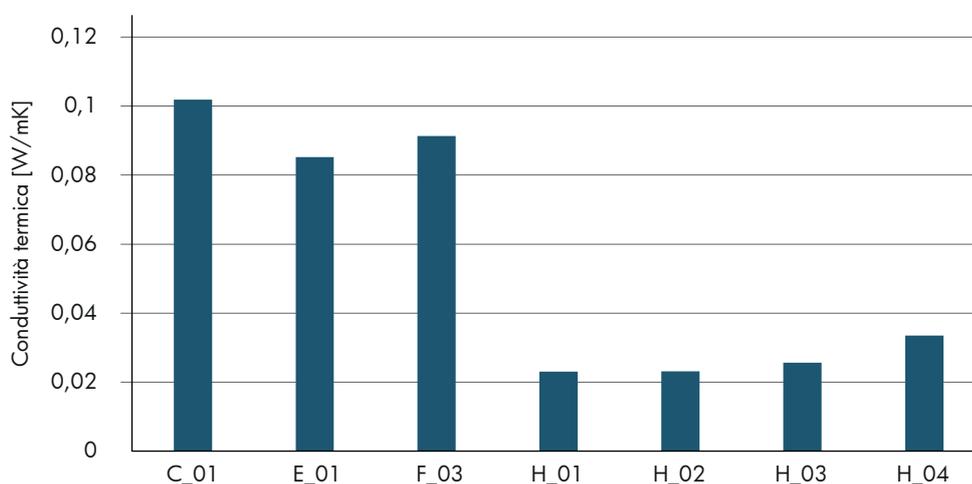


Fig. 4. Grafico riassuntivo di confronto della conduttività termica

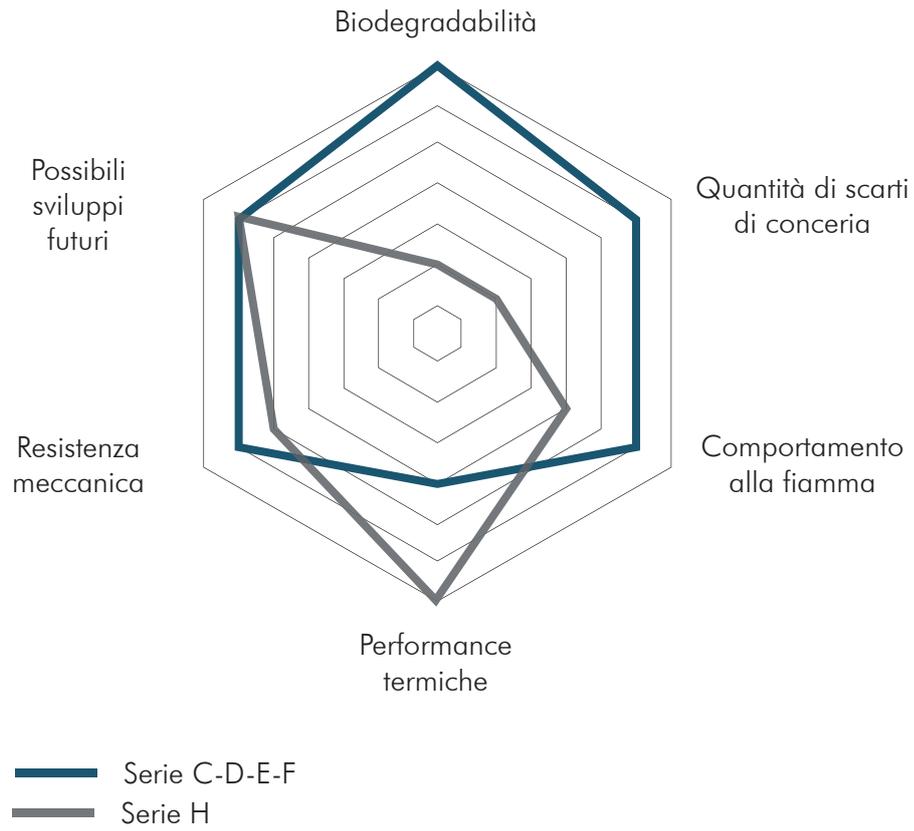


Fig. 5. Confronto conclusivo tra le principali caratteristiche delle serie che hanno impiegato i collanti naturali e di quella che ha utilizzato la resina poliesteri.

VALUTAZIONE DELLA REAZIONE ALLA FIAMMA

Un altro parametro che è stato misurato e successivamente valutato nel laboratorio dell'azienda ELACHEM, al fine di ipotizzare un reale utilizzo dei pannelli isolanti in diverse circostanze, è la resistenza al fuoco, che è stata condotta tramite un'analisi di reazione alla fiamma. Questa ha permesso di capire se il materiale ha caratteristiche per cui sia autoestinguento. Con questo termine si fa riferimento a un materiale che, sottratto dalla fiamma, non consente il propagarsi della combustione.

Il test è stato eseguito seguendo le indicazioni della normativa europea EN ISO 11925-2, che riguarda le prove di reazione al fuoco e infiammabilità di prodotti soggetti ad urto diretto di fiamma.

La fiamma è stata applicata al provino per 15 secondi e posizionata secondo quanto stabilito dalla normativa.



Fig. 6. Ambiente di misura per prova di reazione alla fiamma, azienda ELACHEM

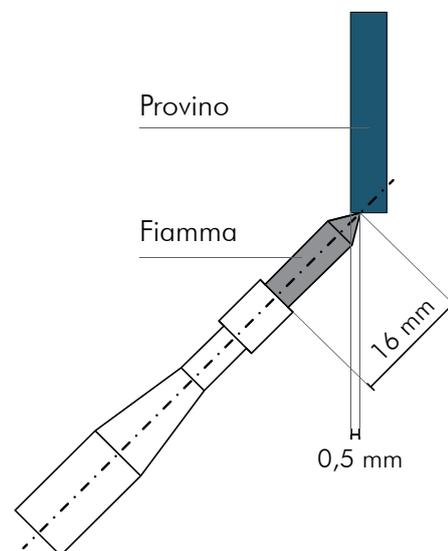


Fig. 7. Schema posizionamento fiamma, come da normativa

La realizzazione di questo test è stato eseguito sui provini F-03 e H-01, che sono stati tagliati al fine di avere una larghezza di 8,5 cm.

La prova ha previsto l'inserimento dei provini, precedentemente fissati a una struttura metallica, all'interno di un ambiente con condizioni controllate. Successivamente, è stata applicata la fiamma su un bordo di questi per 15 secondi, terminati i quali è stato possibile determinare il tempo di estinzione e valutarne i danni.

L'analisi è stata effettuata al solo fine di avere una valutazione qualitativa e di avere un paragone tra i due provini analizzati l'F-03 e l'H-01.

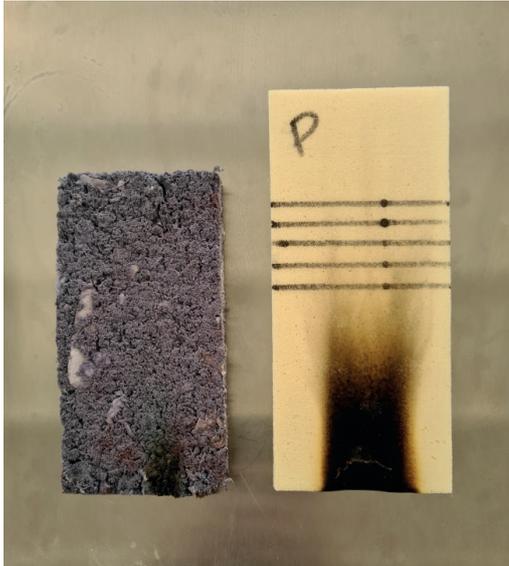


Fig. 8. Confronto tra il provino F-03 e H-01

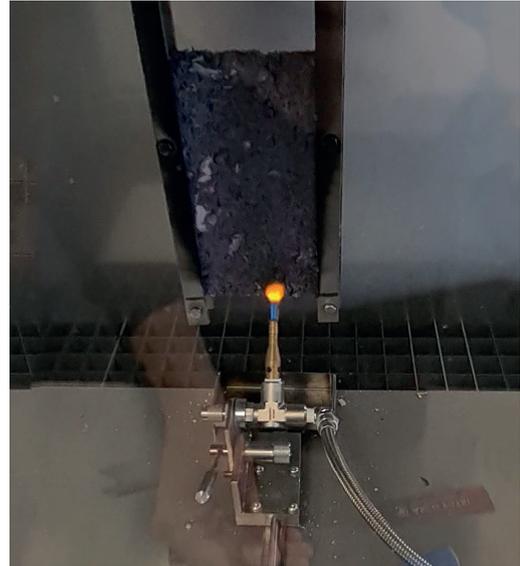


Fig. 9. Applicazione della fiamma al campione

Come si può vedere dall'immagine, il provino F-03 ha un'area di bruciatura inferiore al quella del provino H-01.

ANALISI AL MICROSCOPIO

Grazie all'azienda ELACHEM, che ha messo a disposizione un microscopio elettronico dal nome commerciale Keyence vh-zst, è stato possibile analizzare la morfologia e microstruttura di alcuni provini realizzati.

Questo rilievo è stato eseguito sia sui provini che hanno impiegato collanti naturali, sia su quelli a base di resina poliesteri.

Di seguito vengono illustrate le immagini acquisite e riprodotte dal microscopio.

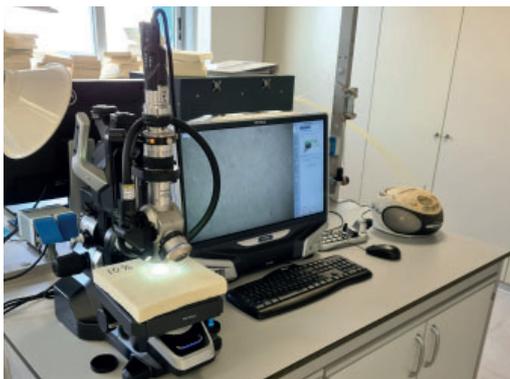


Fig. 10. Microscopio elettronico

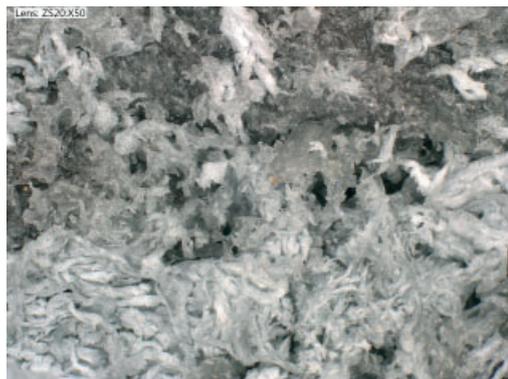


Fig. 11. Immagine provino C-01 50x

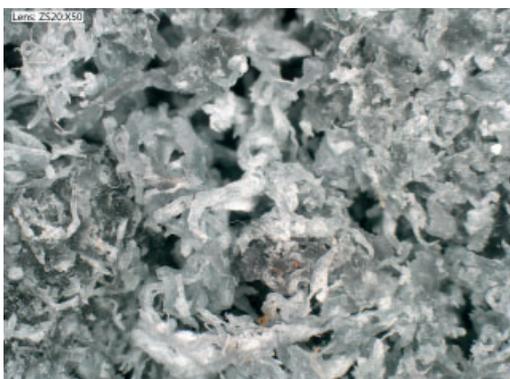


Fig. 12. Immagine provino E-01 50x



Fig. 13. Immagine provino F-03 50x

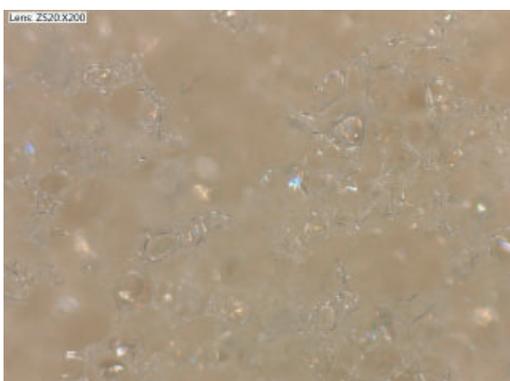


Fig. 14. Immagine provino H-01 200x

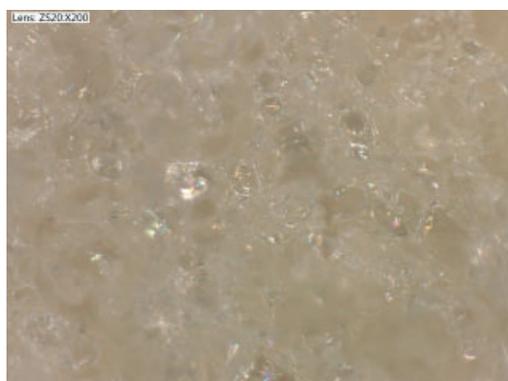


Fig. 15. Immagine provino H-02 200x

POSSIBILI SVILUPPI FUTURI

La sperimentazione si è concentrata sulla definizione di un mix design che permettesse di ottenere provini con buone prestazioni per quanto riguarda la resistenza meccanica.

Tuttavia, vista l'attuale situazione contingente di emergenza sanitaria, è stato possibile svolgere solo alcune prove di laboratorio relative ad alcuni parametri, su un numero ridotto di provini, mentre ci si è limitati ad un approccio qualitativo per quanto riguarda la valutazione di altre caratteristiche.

Durante la prima parte della sperimentazione, attraverso un approccio qualitativo, ci si è concentrati sulla sola definizione di un mix design ideale, al fine di ottenere un pannello rigido e coeso costituito principalmente da scarti di conceria.

La definizione dei dosaggi dei componenti e il processo produttivo per l'ottenimento dei campioni risultano ancora aperti a molteplici possibilità di sviluppo su più punti di vista. Primo tra tutti, risulta essere l'effettivo design del prodotto con il suo impiego.

Questa fase della sperimentazione, trattandosi di un primo approccio riguardante la definizione di un mix design ottimale, ha permesso di ottenere provini di piccole dimensioni, 20x20 cm, in funzione delle attrezzature impiegate e dei limitati quantitativi reperiti delle materie prime.

Una fase successiva dovrebbe prevedere l'individuazione dei provini con le caratteristiche migliori tra quelli realizzati precedentemente, attraverso la lettura dei risultati dei test di laboratorio, al fine di procedere con campionature aventi dimensioni commerciali, e un affinamento progressivo delle mescole.

Per verificare l'effettiva validità e prestazione di questo materiale, le caratteristiche più importanti, che andranno misurate e valutate, oltre a quelle termiche e di resistenza al fuoco, già eseguite nel laboratorio ELACHEM, sono di natura meccanica, acustica, di biodegradabilità e, infine, d'impatto ambientale. Anche le analisi già condotte, tuttavia, andrebbero ampliate, in quanto sono state eseguite solo su alcuni provini ed è necessario perciò effettuarle anche sui restanti.

Partendo dai requisiti meccanici, che durante la sperimentazione sono stati solamente interpretati e comparati, senza essere rilevati, andrebbero definiti tramite prove a compressione, trazione e flessione, che dovrebbero essere eseguite mediante l'utilizzo di una pressa universale con relativi misuratori. Questi rilievi consentirebbero di fare una selezione più accurata, permettendo di individuare i provini che presentano le caratteristiche migliori. La verifica dei parametri meccanici consentirebbe di valutare se il pannello possa assorbire urti e se possa presentare caratteristiche sufficienti per essere maneggiato agevolmente durante la fase di messa in opera.

Inoltre, se si pensa ad un impiego come materiale isolante dal punto di

vista acustico, risulta necessario svolgere dei test per valutare il coefficiente d'assorbimento in camera riverberante, per la quale si intende "una stanza in cui si ricrea un campo sonoro diffuso ed uniforme [per cui] le onde sonore si propagano in qualsiasi momento con uguale probabilità, quindi il campo sonoro è lo stesso ovunque"⁵. Anche questo test, come il precedente, potrebbe essere svolto all'interno dei laboratori del DENERG al Politecnico, in quanto è presente una camera riverberante in scala, che permette di analizzare campioni di dimensioni di circa 60X80 cm, inferiori rispetto a quelle richieste dalla normativa, la quale implica l'utilizzo della camera riverberante non in scala. I risultati che si potrebbero ottenere metterebbero in luce il possibile utilizzo come pannello fonoassorbente.

Una volta verificati tutti questi parametri, risulta essenziale verificare anche la degradazione del materiale, che si può verosimilmente pensare maggiore nei provini che impiegano i collanti di origine organica, forniti dall'azienda Menichetti. A tal proposito, bisognerebbe verificare la degradazione per effetto di agenti fisici, come calore, luce e radiazione, o agenti chimici, come acqua e inquinanti atmosferici. Lo studio e la determinazione dei processi di degradazione consentirebbero di capire i possibili campi di utilizzo del materiale, ad esempio un uso esterno o interno, e permetterebbe, inoltre, di determinare il tempo di vita utile del materiale prima, che avvengano fenomeni di degradazione irreversibili tali da rendere inutilizzabile il materiale per l'uso per cui è stato progettato.

Infine, non va tralasciata la presenza del cromo trivalente negli scarti dovuti al processo di concia, che, se dovesse rimanere tale, non comporterebbe problemi alla salute umana, ma, se si dovesse ossidare, trasformandosi in cromo esavalente, comporterebbe dei gravi rischi, in quanto è stato definito come sostanza altamente tossica, allergenica, mutagena e cancerogena⁶. Per questo motivo, risulta necessario e indispensabile analizzare questi pannelli così ottenuti, al fine di verificare l'assenza di cromo esavalente.

Il Cromo VI è il risultato dell'ossidazione del Cromo III e può formarsi nel cuoio in seguito a una mutazione favorita dal processo ossidativo, dall'interazione con un'altra sostanza chimica, dal processo di invecchiamento o dall'esposizione ai raggi UV⁷. L'eventuale presenza di Cromo esavalente potrebbe essere verificata mediante l'utilizzo di uno spettrofotometro UV-VIS⁸.

Nella sperimentazione, ci si è concentrati maggiormente su collanti naturali, in quanto si presume comportino un minore impatto ambientale rispetto a quelli di sintesi chimica. Tuttavia, si è ritenuto interessante prendere in considerazione anche l'uso di matrici sintetiche, al fine di effettuare un confronto tra un pannello

5 Spagnolo R., *Acustica, fondamenti e applicazioni*, Utet, 2015

6 Polak, L. B., "Immunology of chromium. In: Chromium: metabolism and toxicity", CRC Press, 1983, pp.51-135

7 Kernegger L., "Test del cromo esavalente nelle scarpe", *Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000/ Friends of the Earth*, 2016, p. 3

8 Kernegger L., *ivi*, p.4

che utilizza una matrice sintetica e uno che impiega collante naturale.

Per questa ragione, si è scelto di coinvolgere l'azienda ELACHEM S.p.A., specializzata nella produzione di sistemi poliuretanici e resine poliestere sature, al fine di produrre e ottenere, per un confronto, un pannello che come matrice utilizzi una resina poliuretanica, che ha a sua volta una resina poliestere con recupero di PET all'interno, sempre in un'ottica di economia circolare.

La realizzazione di questi ulteriori provini, fino ad ora, ha permesso il confronto per quanto riguarda la conducibilità termica e la resistenza al fuoco ma rimane ancora da valutare l'impatto ambientale la resistenza meccanica e l'isolamento acustico. Per poter effettuare il confronto da un punto di vista dell'impatto ambientale, risulterebbe necessario svolgere un'analisi LCA, normata dalla ISO 14040 e 14044, del processo di produzione di entrambi, confermando o smentendo la tesi fino ad ora proposta.

Solo alla luce di tutti i risultati delle misurazioni dei vari provini, potrà essere possibile definire in modo univoco quale mix design e quale matrice permettano di ottenere risultati migliori da tutti i punti di vista, coinvolgendo i pannelli realizzati durante la sperimentazione di questa tesi.

Infine, le analisi che potranno essere condotte permetteranno di modificare il mix design, al fine di ottenere le caratteristiche tecniche richieste dai materiali da costruzione, della fattibilità tecnica costruttiva e della sostenibilità sia ambientale che economica.

CONSIDERAZIONI DI TIPO ECONOMICO

Tale vasta panoramica della sperimentazione svolta, che ha portato l'individuazione di caratteristiche da più punti di vista, ha permesso di aprire uno spiraglio ad alcune considerazioni di tipo economico, sebbene lo sviluppo di un discorso economico si collochi al di là degli obiettivi del presente lavoro di tesi.

È stata quindi fatta un semplice analisi di convenienza economica di questo prodotto, che ha tenuto solo in considerazione le voci che incidono sulla produzione, come i costi di acquisto della materia prima e degli scarti, della manodopera e del trasporto. Sono state fatte delle semplificazioni, tralasciando di conseguenza l'incidenza di tutti i costi d'investimento effettuati per avviare una produzione in grado di produrre questo materiale.

In primo luogo, è risultato fondamentale quantificare il valore che viene attribuito agli scarti di conceria, trattandosi ad oggi di un costo che grava sulle aziende conciarie, in quanto paganti per lo smaltimento di questi scarti. Se tali sottoprodotti fossero visti dall'industria conciaria come una risorsa, questo potrebbe modificare significativamente la convenienza economica che si verrebbe a creare, provocando quindi una grande ripercussione sul prezzo finale del prodotto.

Ad oggi, risulta quindi possibile ipotizzare che questi scarti possano essere donati, il che comporterebbe per le aziende conciarie un grosso risparmio economico, in quanto non dovrebbero più farsi carico delle spese di trasporto e smaltimento in discarica di questi scarti.

Per quanto riguarda, invece, il costo della matrice, che nel caso del presente lavoro di tesi si immagina di origine organica e prodotta dall'azienda Menichetti, si ha un valore di mercato medio di circa 3€ al kg⁹.

Può essere considerato molto influente il costo del trasporto degli scarti di conceria e per questo motivo, in un ipotetico scenario di sviluppo, bisogna immaginare uno stabilimento il più vicino possibile ai distretti conciari italiani, che nello specifico, si trovano, in Veneto quello più grande, e in Toscana, Campania e Lombardia, quelli di dimensione minori, in ordine decrescente.

Inoltre, il costo della manodopera è influenzato notevolmente dalla filiera produttiva e dalle quantità prodotte. Se si tratta di una piccola realtà artigianale, per piccole produzioni, la manodopera avrà un'incidenza molto alta, mentre nel caso di una produzione in più larga scala, ci sarà un costo iniziale di investimento molto alto, che però permetterebbe di abbattere drasticamente i costi della manodopera.

Al netto di queste prime valutazioni, emerge la possibile convenienza economica, se si pensa di ipotizzare di non avere un costo per l'acquisto degli scarti, se

9 Il valore è autentico ed è stato riferito direttamente dal produttore, l'azienda Menichetti.

donati dalle aziende conciarie, e di ridurre il costo del trasporto, se si parla di una vicinanza territoriale tra l'azienda conciariera e l'azienda produttrice dei pannelli.

Si tratterebbe in questo modo di una produzione con costi di acquisto di parte della materia prima nulli, in quanto si prevede che gli scarti siano donati e gli unici costi di materia prima ad incidere sarebbero quelli della matrice. Questa potrebbe essere la principale differenza rispetto a un materiale tradizionale che utilizza materia prima con il suo relativo costo.

06

CONCLUSIONE

- 6.1 CONSIDERAZIONI FINALI
- 6.2 ALLEGATI TECNICI
- 6.3 BIBLIOGRAFIA

CONSIDERAZIONI FINALI

Questo lavoro di tesi ha permesso di analizzare, progettare e sviluppare un possibile materiale per l'isolamento termico, da utilizzare in ambito edilizio e architettonico, tramite l'uso degli scarti di conceria, nello specifico quelli derivanti dal processo di rasatura.

L'obiettivo principale è stato quello di inserirsi all'interno di una economia circolare, che si possa rigenerare da sola e che si basi sulla valorizzazione degli scarti. Sono quindi stati analizzati nuovi possibili scenari di reimpiego degli scarti derivanti dalla industria della pelle.

La scelta di concentrarsi sull'industria conciaria è derivata dal fatto che, in primis, detiene la nomea di avere un processo produttivo altamente inquinante e poco sostenibile dal punto di vista ambientale, e, inoltre, che produce grandi quantità a livello italiano, come già ampiamente descritto nei primi capitoli, in quanto l'industria conciaria italiana conta circa il 65% della produzione europea e circa il 22% di quella mondiale.

L'industria conciaria, già per sua natura, può essere considerata una sorta di precursore dell'economia circolare, in quanto la pelle che viene utilizzata deriva perlopiù dagli scarti della macellazione destinata principalmente ad usi alimentari.

Un aspetto che non va assolutamente trascurato è la quantità di rifiuti che vengono generati durante la lavorazione della pelle. Infatti, ad oggi esistono molte aziende virtuose, che riutilizzano questi scarti per produrre biostimolanti e concimi, per aumentare la capacità produttiva dei suoli e ridurre i fenomeni di desertificazione, o ancora per produrre ritardanti nell'industria del gesso, come già ampiamente descritto nei capitoli precedenti.

Questo studio si vuole inserire in queste realtà, dimostrando la fattibilità tecnica per la realizzazione di pannelli rigidi dal potere isolante. A tale scopo, si è concentrato su una fase preliminare della realizzazione di PIPeR, Pannello Isolante in Pelle Riciclata. Si è deciso di indagare su un materiale che possa costituire l'involucro di un edificio, in quanto corrisponde alla porzione dell'organismo edilizio che più si presta ad essere indagato per la complessità dei temi progettati.

Il lavoro di tesi ha prima previsto quindi un'analisi, attraverso la lettura di pubblicazioni scientifiche e la ricerca di prodotti e studi in materia, atta a fornire informazioni sullo stato dell'arte in relazione al riutilizzo di questi scarti, facendo emergere le molteplici potenzialità che presenta questo rifiuto.

Per valutare le quantità e capire quali effettivamente fossero i rifiuti presenti in questa produzione, è stata svolta un'analisi dettagliata del processo produttivo della concia, che ha permesso di comprendere la tipologia di rifiuti prodotti, le qualità e le possibili potenzialità.

Alla luce delle analisi svolte, è emerso che lo scarto prodotto durante il processo di concia della pelle può essere considerato una risorsa, promuovendone il riuso e il riciclo al fine di donargli nuova vita, portando a pensare e sviluppare nuove pratiche per la gestione di questi rifiuti e facendo emergere sempre più il passaggio da un'economia lineare a una circolare.

Al fine di migliorare l'attuale gestione di questi rifiuti, in quanto ad oggi in grandi quantità purtroppo smaltite in discarica, si è pensato di promuovere un'economia circolare che permetta di riutilizzare gli scarti delle aziende conciarie per farli diventare materie di input per altre aziende. Nello specifico, si è pensato a un pannello da utilizzare in ambito architettonico come materiale isolante.

Successivamente, si è proceduto con la ricerca delle aziende disponibili a fornire gli scarti di lavorazione. È stata quindi individuata l'azienda BpBenetti, che ha fornito un adeguato quantitativo di scarti derivanti dal processo di rasatura da utilizzare per la sperimentazione.

Scarti che vengono smaltiti da apposite ditte specializzate nel trattamento dei rifiuti e comportano alle aziende conciarie un costo di circa 3,5 € al quintale¹, da aggiungere al costo del trasporto. È emerso quindi che, oltre all'aspetto ambientale, risulta non trascurabile l'aspetto economico relativo allo smaltimento che grava sulle aziende del settore.

In seguito, la ricerca si è concentrata sulla selezione dei collanti da utilizzare come matrice per la formatura di un pannello rigido a base di scarti. È stata individuata in primo luogo l'azienda Menichetti che si è resa disponibile alla fornitura di diversi collanti naturali e consulenza per quanto riguarda l'utilizzo, e successivamente l'azienda ELACHEM, che ha reso possibile la realizzazione di ulteriori pannelli con una resina in poliestere.

Una volta reperite le materie prime, è iniziata la fase di sperimentazione vera e propria, tramite la ricerca di un mix design ideale. Il lavoro ha previsto un metodo standard di preparazione e analisi, atto ad agevolare il confronto fra i vari campioni ottenuti.

La realizzazione dei provini è stata suddivisa in serie, in funzione del collante utilizzato. Una volta realizzati i provini, sono state, infine, estrapolate delle

1 Prezzo medio che l'azienda BpBenetti paga per lo smaltimento dei rifiuti, tramite azienda specializzata, del processo di rasatura.

considerazioni sui risultati ottenuti.

Analizzando i campioni ottenuti durante la sperimentazione, si è potuto riscontrare un risultato positivo, in quanto, con il giusto dosaggio di collante e acqua, è risultato possibile ottenere pannelli rigidi con gli scarti di conceria.

L'utilizzo di collanti naturali permetterebbe una maggiore sostenibilità del prodotto ottenuto e un agevole eventuale smaltimento a fine vita del pannello; tuttavia, i provini realizzati hanno presentano delle prestazioni dal punto di vista termico inferiori rispetto alla serie di campioni prodotti con resina di poliestere. Anche questi ultimi possono essere considerati sostenibili, dal punto di vista ambientale, in quanto la resina di poliestere è ottenuta tramite il riutilizzo di plastica riciclata.

Dalla sperimentazione è quindi emersa la possibilità di realizzare pannelli modulari utilizzabili per l'isolamento in ambito architettonico.

Questa ricerca e la sua relativa sperimentazione hanno quindi dimostrato la fattibilità tecnica per la realizzazione di pannelli rigidi con scarti di pelle.

Il vero punto di forza, per il possibile sviluppo e una successiva produzione di questi pannelli, si è pensato possa consistere nel costo della materia prima, in quanto prevalentemente costituita da scarti che, se non impiegati per la produzione di questo materiale, verrebbero smaltiti perdendo la loro potenzialità e portandosi dietro i relativi problemi ambientali e i costi di smaltimento.

In conclusione, a partire dall'obiettivo iniziale di realizzare un pannello da utilizzare in ambito edilizio, che fosse sostenibile da più punti di vista, e in seguito alle analisi dei diversi aspetti, in fase di sperimentazione e inquadramento preliminare del tema, è emersa una serie di spunti di riflessione e considerazioni.

In primo luogo, si è riflettuto sull'attuale condizione del parco edilizio. Questo risulta, per buona parte dell'edificato, inefficiente dal punto di vista energetico e, in seguito alle nuove sempre più stringenti normative in campo energetico e alla maggior attenzione maturata riguardo agli aspetti di sostenibilità ambientale, emerge quindi la necessità di migliorarlo, ad esempio attraverso interventi di retrofit, da attuare nel rispetto delle architetture esistenti.

Inoltre, al giorno d'oggi, risulta necessario promuovere una sostenibilità ad ampio raggio, che possa comprendere tutte le fasi di vita di un edificio, dalla costruzione al fine vita. A tal proposito, è essenziale che tutti i materiali che andranno a comporlo, da quelli strutturali a quelli impiegati per le finiture e l'arredamento, siano sostenibili da tutti i punti di vista, ambientale, economico e sociale.

Il prodotto pensato, studiato e sperimentato durante il presente lavoro di tesi, collocandosi come promotore di un'economia circolare e di una simbiosi industriale e utilizzando come materia prima degli scarti che sarebbero altrimenti destinati ad essere rifiuti, si pone quindi come primo fondamentale passo verso la promozione di una progettazione architettonica più sostenibile.

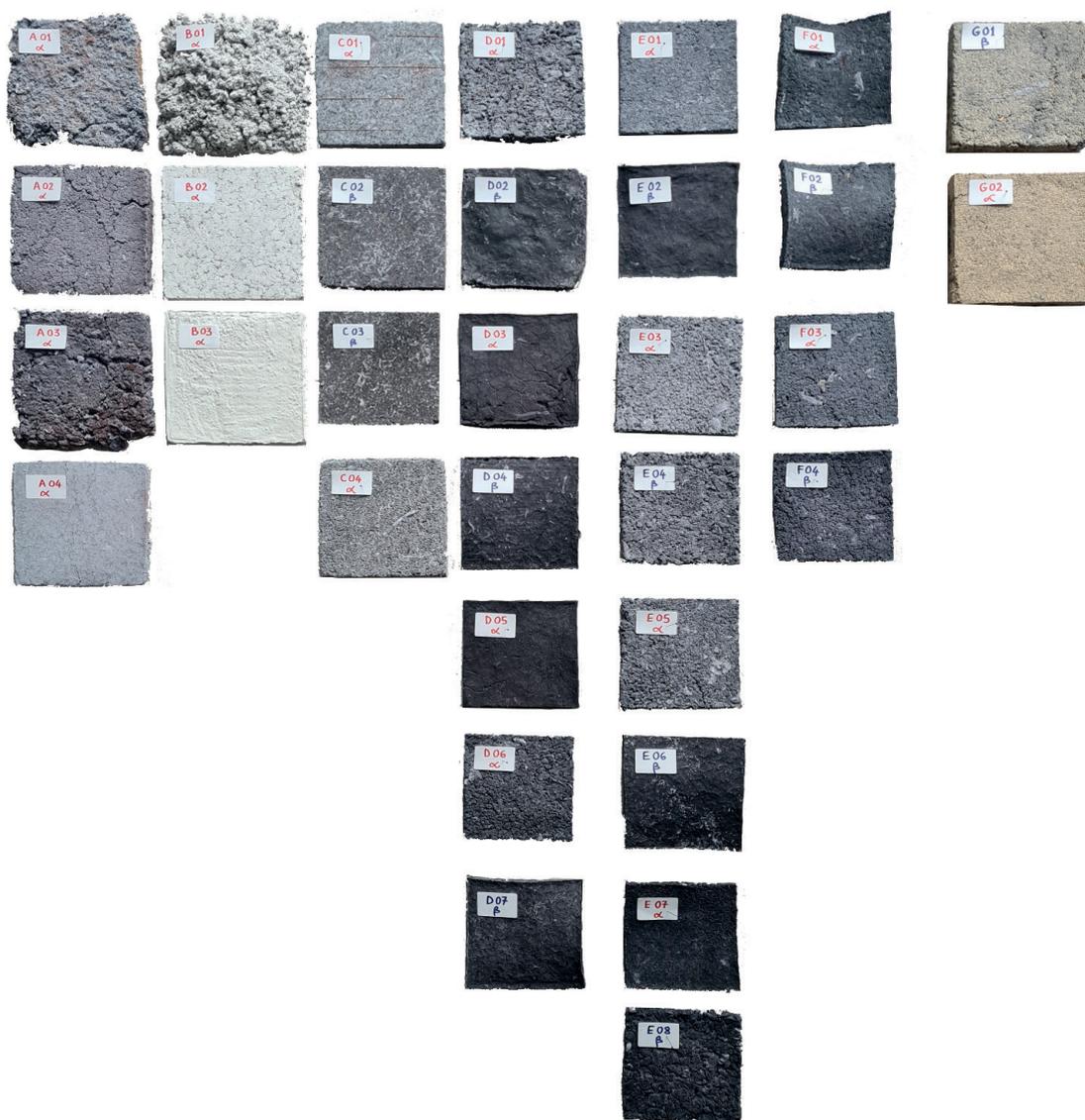


Fig. 1. Visione d'insieme di alcuni provini realizzati con collanti naturali e sintetici durante la fase di sperimentazione.

ALLEGATI TECNICI

SCHEDA TECNICA COLLANTE UTILIZZATO NELLA SERIE A

SCHEDA TECNICA

VINAVIL NPC STELLA BIANCA

Colla vinilica a media viscosità, plastica

PC 006 – 06/12

TIPO DI PRODOTTO

Adesivo acetovinilico plastificato

CAMPO D'IMPIEGO

VINAVIL NPC STELLA BIANCA è un collante particolarmente adatto per incollare legno, carta, tela, sughero e materiali porosi.

MODALITÀ D'USO

Pulire le superfici da incollare da polvere o grassi, spalmare uno strato di collante di circa 0,5 mm su una delle due parti da incollare (per incollaggi difficili su entrambe le parti). L'applicazione può essere effettuata a pennello o mediante spatole dentate. L'adesivo può essere diluito fino a viscosità desiderata o utilizzato tal quale.

La quantità indicativa di utilizzo è di 100-150 g/m², valore che può variare considerevolmente in funzione della porosità del legno. Per una migliore tenuta gli incollaggi devono essere sottoposti ad una pressione di 2,5-5 kg/cm².

I giunti ricoperti di adesivo rinvengono e si termosaldano a temperature superiori a +70-80°C.

VINAVIL NPC STELLA BIANCA deve essere utilizzato a temperature superiori a +10°C.

NOTE

Poiché **VINAVIL NPC STELLA BIANCA** ha un valore di pH pari a 4, l'uso per l'incollaggio di legni ricchi di tannino può portare a scolorimenti o a macchie sui legni medesimi. In caso di necessità aggiungere 0,5-2% di carbonato di calcio.

DATI TECNICI

Componenti: Acetato di polivinile, plastificante e acqua

Peso specifico: 1,1 g/cm³

Viscosità Brookfield: 10.000 ± 3.000 mPa.s

Sostanza secca: 52 ± 2%

pH: 4,5 ± 0,5

Tempo aperto: 6 minuti

Tempo di presa: iniziale 15/30 minuti; finale 24 ore

Resa: 100-150 g/m²

Temperatura minima di filmazione: +5°C

Modalità di conservazione: Teme il gelo

Conservare e utilizzare a temperature superiori a +10°C

Tempo di conservazione: il prodotto se ben conservato è stabile per un anno

Note di pericolosità: nessuna



Confezione	Peso	Cartone	
Barattolo	1 kg.	4 pz.	20 pz.
Tanica	5 kg.	4 pz.	–
Tanica	20 kg.	1 pz.	–

I dati, le informazioni e i suggerimenti contenuti nella presente scheda hanno solo scopo informativo.

VINAVIL S.p.A. declina ogni responsabilità per i risultati applicativi e per le possibili infrazioni brevettuali.



SCHEDA TECNICA COLLANTE UTILIZZATO NELLA SERIE B

GESSI | SCHEDE TECNICHE



SCAGLIOLA

Gesso per lisciatura di locali interni

Composta da: solfato di calcio emi-idrato ottenuto dalla cottura di pietra da gesso.

CE UNI EN 13279-1



I PLUS:

- Prodotto **NATURALE** ed **ECOLOGICO**
- Ideale per **FISSAGGI VELOCI**

CAMPI DI APPLICAZIONE

- Stuccare e livellare intonaci (di gesso, calce o cemento).
- Fissare scatole e tubi elettrici.
- Fissaggi leggeri in genere.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

- Sottofondo: deve essere pulito, privo di polvere, grassi, olii, fuliggine, resti di disarmante.

PREPARAZIONE E UTILIZZO DEL PRODOTTO

- **Acqua d'impasto:** circa 20 litri di acqua per sacco da 25 kg, né troppo fredda (d'inverno) né troppo calda (d'estate).
- Come **RASANTE:** seminare a filo d'acqua e mescolare solo la parte di immediato utilizzo.
- Per **COLATURA:** aggiungere SCAGLIOLA all'acqua di impasto e mescolare a mano o meccanicamente finché il composto è omogeneo. Colare nello stampo.
- Spessore minimo di applicazione: 1 mm.
- **L'impasto fresco deve essere protetto dal gelo.**



AVVERTENZE

- Temperatura d'impiego: da +5° C a +35° C.
- Uso consigliato: professionale.

STOCCAGGIO E CONSERVAZIONE

- **Si conserva fino a 12 mesi** in sacchi integri, chiusi, in un luogo fresco, asciutto e coperto, protetti dall'umidità, dalla pioggia, dal gelo e dalla luce solare diretta, sollevati dal suolo.
- Dopo aver tolto la protezione in polietilene (attorno e/o sopra al bancale) proteggere i sacchi dalla pioggia.

DATITECNICI

GRANULOMETRIA	< 0,2 mm
ACQUA D'IMPASTO	circa 70-80 %
REAZIONE AL FUOCO	classe A1
CONFEZIONE	SACCHI in carta da 25 kg

PRODOTTO DISPONIBILE ANCHE IN CONFEZIONE HOBBISTICA MINIJOB

CONFEZIONE
Secchi in polietilene da 2 kg



Le indicazioni e le avvertenze riportate su questa scheda derivano dalla nostra miglior esperienza e le prestazioni del prodotto si riferiscono a prove di laboratorio eseguite in condizioni normalizzate. Tutte queste informazioni sono da ritenersi puramente indicative in quanto le condizioni reali del cantiere e di messa in opera del prodotto possono portare ad effetti e risultati sensibilmente diversi. Pertanto l'utilizzatore deve sempre verificare, anche con prove preliminari, l'idoneità del prodotto all'impiego previsto, assumendosi ogni responsabilità per l'uso effettuato. GRAS CALCE srl si riserva di apportare modifiche tecniche senza preavviso. Verificare sul sito internet di GRAS CALCE srl che la revisione della scheda sia quella attualmente in vigore.

FEBBRAIO 2020 | GRAS CALCE SRL

1

SCHEDA TECNICA COLLANTE UTILIZZATO NELLA SERIE C



menichetti
glues & adhesives

menigel bone

SCHEDA TECNICA

<u>DESCRIZIONE</u>	Adesivo organico in polvere a base proteica, ecologico , rispettoso dell' ambiente e completamente biodegradabile .		
<u>SPECIFICHE</u>	Viscosità a 60°C:	40±5 mP	(ISO 9665)
	Potere gelatinante:	160±15 °bloom	(ISO 9665)
	pH:	6,5±1	(ISO 9665)
	Umidità:	13±2%	(ISO 9665)
	Granulometria:	macinato	
	Colore:	marrone	
<u>IMBALLAGGIO</u>	Sacchi da 25kg su palette.		
<u>IMMAGAZZINAGGIO/ DURATA DEL PRODOTTO</u>	Conservare in luogo fresco e asciutto. Il prodotto nell'imballo originale si mantiene per almeno un anno. La variazione del colore nel tempo non ha effetti sulla qualità dell'adesivo. Usare il metodo di immagazzinaggio a rotazione usando sempre le prime confezioni arrivate.		
<u>PULIZIA</u>	Con acqua calda		

ottobre 2018

Le presenti informazioni si basano sulle nostre conoscenze ed esperienze. A causa delle diversità dei materiali presenti sul mercato ed al fatto che le condizioni di applicazione sfuggono al nostro controllo, si deve verificare con prove adeguate la idoneità del prodotto per lo specifico uso preso in considerazione. Le responsabilità della MENICHETTI GLUES & ADHESIVES S.r.l. si limitano alla garanzia della costante qualità del prodotto.

Via Ragazzi del'99 nr 34
50054 Fucecchio (FI)
ITALIA
Tel.0039 0571 260662
info@menichetti.it
www.menichetti.it



**COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =**

SCHEDA TECNICA COLLANTE UTILIZZATO NELLA SERIE D



menigel T70

SCHEDA TECNICA

<u>DESCRIZIONE</u>	Adesivo organico in polvere a base proteica, ecologico , rispettoso dell' ambiente e completamente biodegradabile .		
<u>SPECIFICHE</u>	Viscosità a 60°C:	70±7 mP	(ISO 9665)
	Potere gelatinante:	220±15 °bloom	(ISO 9665)
	pH:	6,5±1	(ISO 9665)
	Umidità:	13±2%	(ISO 9665)
	Granulometria:	macinata	
	Colore:	marrone	
<u>IMBALLAGGIO</u>	Sacchi da 25kg su palette.		
<u>IMMAGAZZINAGGIO/ DURATA DEL PRODOTTO</u>	Conservare in luogo fresco e asciutto. Il prodotto nell'imballo originale si man tiene per almeno un anno. La variazione del colore nel tempo non ha effetti sulla qualità dell'adesivo. Usare il metodo di immagazzinaggio a rotazione usando sempre le prime confezioni arrivate.		
<u>PULIZIA</u>	Con acqua calda		

ottobre 2018

Le presenti informazioni si basano sulle nostre conoscenze ed esperienze. A causa delle diversità dei materiali presenti sul mercato ed al fatto che le condizioni di applicazione sfuggono al nostro controllo, si deve verificare con prove adeguate la idoneità del prodotto per lo specifico uso preso in considerazione. Le responsabilità della MENICHETTI GLUES & ADHESIVES S.r.l. si limitano alla garanzia della costante qualità del prodotto.

Via Ragazzi del'99 nr 34
50054 Fucecchio (FI)
ITALIA
Tel.0039 0571 260662
info@menichetti.it
www.menichetti.it



COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =

SCHEDA TECNICA COLLANTE UTILIZZATO NELLA SERIE E



menichetti
glues & adhesives

menigel T80

SCHEDA TECNICA

<u>DESCRIZIONE</u>	Adesivo organico in polvere a base proteica, ecologico , rispettoso dell' ambiente e completamente biodegradabile .		
<u>SPECIFICHE</u>	Viscosità a 60°C:	80±8 mP	(ISO 9665)
	Potere gelatinante:	250±15 °bloom	(ISO 9665)
	pH:	6,5±1	(ISO 9665)
	Umidità:	13±2%	(ISO 9665)
	Granulometria:	macinata	
	Colore:	marrone	
<u>IMBALLAGGIO</u>	Sacchi da 25kg su palette.		
<u>IMMAGAZZINAGGIO/ DURATA DEL PRODOTTO</u>	Conservare in luogo fresco e asciutto. Il prodotto nell'imballo originale si mantiene per almeno un anno. La variazione del colore nel tempo non ha effetti sulla qualità dell'adesivo. Usare il metodo di immagazzinaggio a rotazione usando sempre le prime confezioni arrivate.		
<u>PULIZIA</u>	Con acqua calda		

ottobre 2018

Le presenti informazioni si basano sulle nostre conoscenze ed esperienze. A causa delle diversità dei materiali presenti sul mercato ed al fatto che le condizioni di applicazione sfuggono al nostro controllo, si deve verificare con prove adeguate la idoneità del prodotto per lo specifico uso preso in considerazione. Le responsabilità della MENICHETTI GLUES & ADHESIVES S.r.l. si limitano alla garanzia della costante qualità del prodotto.

Via Ragazzi del'99 nr 34
50054 Fucecchio (FI)
ITALIA
Tel.0039 0571 260662
info@menichetti.it
www.menichetti.it



**COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =**

SCHEDA TECNICA COLLANTE UTILIZZATO NELLE SERIE F E G



menigel T100

SCHEDA TECNICA

<u>DESCRIZIONE</u>	Adesivo organico in polvere a base proteica, ecologico , rispettoso dell' ambiente e completamente biodegradabile .		
<u>SPECIFICHE</u>	Viscosità a 60°C:	100±10 mP	(ISO 9665)
	Potere gelatinante:	300±20 °bloom	(ISO 9665)
	pH:	6,5±1	(ISO 9665)
	Umidità:	13±2%	(ISO 9665)
	Granulometria:	macinata	
	Colore:	marrone	
<u>IMBALLAGGIO</u>	Sacchi da 25kg su palette.		
<u>IMMAGAZZINAGGIO/ DURATA DEL PRODOTTO</u>	Conservare in luogo fresco e asciutto. Il prodotto nell'imballo originale si mantiene per almeno un anno. La variazione del colore nel tempo non ha effetti sulla qualità dell'adesivo. Usare il metodo di immagazzinaggio a rotazione usando sempre le prime confezioni arrivate.		
<u>PULIZIA</u>	Con acqua calda		

ottobre 2018

Le presenti informazioni si basano sulle nostre conoscenze ed esperienze. A causa delle diversità dei materiali presenti sul mercato ed al fatto che le condizioni di applicazione sfuggono al nostro controllo, si deve verificare con prove adeguate la idoneità del prodotto per lo specifico uso preso in considerazione. Le responsabilità della MENICHETTI GLUES & ADHESIVES S.r.l. si limitano alla garanzia della costante qualità del prodotto.

Via Ragazzi del'99 nr 34
50054 Fucecchio (FI)
ITALIA
Tel.0039 0571 260662
info@menichetti.it
www.menichetti.it



COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =

SCHEDA TECNICA RESINA UTILIZZATA NELLA SERIE H**ELAPOL 87190****Provisional***Aromatic Polyester Polyol***Description e Key Performances**

ELAPOL 87190 is aromatic polyester polyol with high level of recycle raw material. Low viscosity and exceptional compatibility in various PIR systems. Very high performance in fire resistance and fumes colour.

ELAPOL 87190 Has low Hydroxyl number for economical isocyanate usage and high aromatic content.

Specifications

Viscosity @ 25°C <i>SC4-21/13R, 9.0 s-1, Cps (ISO 3219)</i>	3.000 – 6.000
Acid Value, mgKOH / g (ISO 3682)	2.0 max
Colour, Gardner scale (ISO 4630)	8.0 max
Hydroxyl Value, mgKOH / g (ISO 4629)	180 – 200
Water Content % (ASTM E203-92a)	0.15 max

Other Characteristics

Flame retardant content	9.0 – 11.0 % wt
Recycled products content	18 – 28 %
BioSource products content	5 – 15 %
Appearance @ room temperature	Clear
Average molecular weight	~600
OH Functionality	2.0
Glycols	Mixture

Application & Formulation Guidelines

The main applications of ELAPOL 87190 are:

- Rigid foams
- PIR systems

Precautions for use

Please refer to the corresponding Safety Data Sheet

Storage Recommendations

ELAPOL 87190 should be stored indoors in the original, unopened and undamaged container, in a dry place.

Exposure to direct sunlight should be avoided.

Material stored in tanks must be protected from the humidity.

Bulk storage tank should be equipped with nitrogen supplies or humidity control equipment.

The maximum temperature recommended to melt the product is 60-80°C.

Shelf Life

Under the above-mentioned storage conditions, the shelf life of the resin will be 12 month from the shipping date.

ELAPOL 87190 version 1.1 Date 22-09-2020 Prepared by: G. Galante

The information contained in this document is based on trials carried out by our Technical centres and data selected from literature, but shall in no event be help to constitute or imply any warranty, undertaking, expressed or implied commitment from our part. Our formal specifications define the limit of our commitment. No liability whatsoever can be accepted by ELACHEM S.p.A. with regard to the handling, processing or use of the product or products concerned which must in all cases be employed in accordance with all relevant laws and/or regulations in force in the country or countries concerned.

ELAchem

SCHEDA TECNICA CATALIZZATORE UTILIZZATO NELLA SERIE H



KOSMOS® 33

KOSMOS® 33 is a catalyst used in the manufacturing of polyisocyanurate foams consisting of potassium acetate dissolved in polyglycol.

Physical Properties

Appearance (20 °C)	clear, colourless liquid
Viscosity (25 °C)	400 – 700
Potassium content	12 – 14
Water content	<=2.0 %
OH number*	approx. 815 mg KOH/g

*calculated value which is not part of the specification

Instructions for Storage

For KOSMOS® 33 we guarantee a shelf life of at least 12 month upon delivery in factory-sealed containers.

KOSMOS® 33 has a solidification point below -20° C. Apart from increased viscosity no further deterioration of the material could be observed at storage temperatures around 0° C. It is, however, recommended to adapt the temperature of KOSMOS® 33 to room temperature before the material is used.

KOSMOS® 33 gives a clear solution with water, alcohols and other polar solvents. Since the product is hygroscopic, it must always be stored in sealed containers.

When KOSMOS® 33 is used together with an amine the two components should not be mixed but dissolved in the polyol one after the other.

Application

KOSMOS® 33 is recommended for use in formulations with higher isocyanate indexes, in order to achieve a quick and uniform formation of the isocyanurate structure.

In the manufacturing process of discontinuous polyurethane rigid foam KOSMOS® 33 shortens the reactive time.

KOSMOS® 33 can also be applied with the objective to improve dimensional stability, in order to prevent "subsequent expansion" of molded foams thanks to shortened demolding times.

KOSMOS® 33 should always be used together with an appropriate amine co-catalyst, in order to obtain a homogeneous profile of the reaction. For an optimal PUR / PIR ratio in the final foam it is recommended to use KOSMOS® 75, KOSMOS® 75 MEG or KOSMOS® 75 LO because of synergistic effects.

The applied concentration of KOSMOS® 33 should be between 1,0 and 2,0 parts per 100 parts polyol.

BIBLIOGRAFIA

ARTICOLI SCIENTIFICI

Aguair J.B., Valente A., Pires M.J., Tavares T., "Incorporation Feasibility of Leather Residues in Bricks", *Key Engineering Materials*, vol. 206-213, 2002.

Trezza M.A., Scian A.N., "Waste with chrome in the Portland cement clinker production", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 147, 2007.

Kolomaznik K., Adamek M., Andel I., Uhlirova M., "Leather waste-Potential threat to human health, and a new technology of its treatment", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 160, 2008.

Lopresto V., Leonea C., Caprino G., De Iorio I., "Innovative Sandwiches for Civil Applications", *Procedia Engineering*, vol. 10, 2011.

Lakraflı H., Tahiri S., Albizane A., El Otmani M.E., "Effect of wet blue chrome shaving and buffing dust of leather industry on the thermal conductivity of cement and plaster based materials", *Construction and Building Materials*, vol. 30, 2012.

G. Limei, C. Baozhen, G. Guowei, C. Shan, "Application of Chrome Tanned Shavings in Preparation of Oilfield", *The 9th Asian International Conference on Leather Science and Technology*, Novembre 2012.

Tatano F., Acerbi N., Monterubbiano C., Pretelli S., Tombari L., Mangani F., "Shoe manufacturing wastes: characterisation of properties and recovery options", *Resource, Conservation and Recycling*, 66, 2012.

Alves C., Bras P., Valerio de Carvalho J., Pinto T., "New constructive algorithms for leather nesting in the automotive industry", *Computers & Operations Research*, 39, 2012.

Lakraflı H., Tahiri S., Albizane A., Bouhria M., El Otmani M.E., "Experimental study of thermal conductivity of leather and carpentry wastes", *Construction and Building Materials*, vol. 48, 2013.

Sathish Kumar V., Vijayaravind S., "Utilization of Tannery Shredded Waste as Fine Aggregate in Concrete", *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 4, Aprile 2015.

Moretto A., "Hexavalent and trivalent chromium in leather: What should be done?", *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 73, 2015.

Kernegger L., "Test del cromo esavalente nelle scarpe", *Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000/ Friends of the Earth*, 2016.

Teklay A., Gebeyehu G., Getachew T., Yaynshet T., Sastry, T.P., "Conversion of finished leather waste incorporated with plant fibers into value added consumer products – An effort to minimize solid waste in Ethiopia", *Waste Management*, vol. 68, 2017.

Czlonka S., Bertino M. F., Strzelec K., Strakowska A., Maslowski M., "Rigid polyurethane foams reinforced with solid waste generated in leather industry", *Polymer Testing*, 69, 2018.

Bufalo G., Florio C., Cinelli G., Lopez F., Cuomo F., Ambrosone L., "Principles of minimal wrecking and maximum separation of solid waste to innovate tanning industries and reduce their environmental impact: The case of paperboard manufacture", *Journal of Cleaner Production*, 174, 2018.

Murali S., Balaraman M., Jonnalagadda R. R., "Leather solid waste: An eco-benign raw material for leather chemical preparation – A circular economy example", *Waste Management*, vol. 87, 2019.

Moktadir Md. A., Ahmadi H. B., Sultana R., Zohra F., Liou J. J.H., Rezaei J., "Circular economy practices in the leather industry: A practical step towards sustainable development", *Journal of Cleaner Production*, vol. 251, 2020.

Xiaoliang D., Zhihua S., Zhongzhen L., Zhijun C., "Utilization of collagen protein extracted from chrome leather scraps as a set retarders in gypsum", *Construction and Building Materials*, vol. 237, 2020.

Jothilingam M., Pratheeba P., Janardhanan G., "Options for Utilization of Tannery Sludge", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 9, Aprile 2020.

Marconi M., Barbanera M., Calabrò G., Baffo I., "Reuse of leather scraps for insulation panels: technical and environmental feasibility evaluation", *Procedia CIRP*, vol. 90, 2020.

BIBLIOGRAFIA

Margherita a Villa, *Usa riuso e progetto*, Milano, FrancoAngeli, 2000.

Loreti F., *I concimi derivanti dal recupero dei residui di lavorazione del cuoio e delle pelli conciate*, Pisa, Felici Editore, 2013.

Tartaglione C., Corradini S., *Il "Fine vita" dei prodotti nel sistema moda*, Roma, 2013.

Escoto M.J., Perez M.A., *From leather waste to functional leather*, Inescop, Elda, 2016.

Gunter P., *Blue economy 2.0 200 progetti implementati 4 miliardi di dollari investiti 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati*, trad. it. Erminio Cella, Franco Lombini, Michele Nebiolo, Mario Tadiello, Diego Tavazzi, Edizione Ambiente, Milano 2019 (ed orig. *The Blue Economy Version 2.0 - 200 Projects Implemented, US\$ 4 Billion Invested, 3 Milion Jobs Created*).

TESI

De Simone A., *Metodologie per il miglioramento dei processi nella raccolta, trasformazione e reimpiego del materiale di risulta delle costruzioni nelle opere civili*, tesi di dottorato, Napoli, Irolli Vincenzo.

Pavan G., *La sostenibilità nell'industria conciaria*, tesi triennale, Padova, a.a. 2016-2017, Di Maria Eleonora.

Targa G., *TECA panel, Textile Experimental Composite Acoustic*, tesi di dottorato, Torino, Astolfi Arianna.

PUBBLICAZIONI

A.R.R.R. – Agenzia Regione Recupero Risorse SpA (a cura di), *Indagine tecnica su specifici comparti produttivi finalizzata all'elaborazione di accordi volontari per la riduzione e il recupero dei rifiuti speciali*.

UNIDO - United Nations Industrial Development Organization (a cura di), *Wastes generated in the leather products industry*, Dicembre 2000.

Sustainable Leather DANI (a cura di), *Bilancio di sostenibilità 2014*, 2014.

Fondazione per lo sviluppo sostenibile FISE UNICIRCULAR, Unione Imprese Economia Circolare (a cura di), *L'Italia del Riciclo 2017*, 2017.

Nanni G., Vitelli M.A., Zanchini E., *100 materiali per una nuova edilizia*, 2016.

Sustainable Leather DANI (a cura di), *Dichiarazione ambientale di prodotto*, 2018.

Fondazione per lo sviluppo sostenibile FISE UNICIRCULAR, Unione Imprese Economia Circolare (a cura di), *L'Italia del Riciclo 2019*, 2019.

UNIC (a cura di), *La pelle italiana è benessere crescita responsabilità impegno rispetto futuro sinergia*, Rapporto di sostenibilità 2019.

SITOGRAFIA

<https://www.unic.it/> (Consultato il 07/04/2020)

<https://www.sciencedirect.com/> (Consultato il 16/04/2020)

<https://www.matrec.com/> (Consultato il 06/05/2020)

<https://www.sicitygroup.com/> (Consultato il 14/07/2020)

<https://smaltimentorifiuti.prato.it/> (Consultato il 15/09/2020)

<https://www.studioart.it/it/lavorazione/> (Consultato il 22/09/2020)

<http://www.recycleather.com/recycling/> (Consultato il 29/09/2020)

<http://www.bpbenetti.com/> (Consultato il 07/10/2020)

<https://www.menichetti.it/> (Consultato il 13/10/2020)

<https://www.elachem.com/it/> (Consultato il 16/10/2020)

<https://www.green.it/> (Consultato il 21/10/2020)

<https://ita.architecturaldesignschool.com/> (Consultato il 21/10/2020)

<http://www.associatedarchitects.id/> (Consultato il 21/10/2020)