



ECODESIGN E RICICLO DI DPI IN UNA FILIERA INDUSTRIALE CIRCOLARE

PROGETTO EcoDPI cofinanziato dalla Regione del
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020
Azione 1.1.4

REPORT DIVULGATIVO

L'obiettivo generale del progetto è la valorizzazione dei rifiuti provenienti dall'uso di dispositivi di protezione individuali (d'ora in poi DPI), anche sanitari. L'obiettivo viene perseguito studiando le fasi chiave di una potenziale filiera circolare per la produzione di tali dispositivi (acquisizione della materia prima e preprocessi, produzione, utilizzo, fine vita)

SOTTOPROGETTO – WP-RI-3

Modificazione dei prodotti

1. Descrizione degli obiettivi

L'Ecodesign e il riciclo/valorizzazione di DPI è stato il filo conduttore della sperimentazione: le imprese coinvolte hanno testato materiali e metodologie di lavorazione innovative, dimostrando la fattibilità di riciclo di DPI come materia prima seconda per prodotti ad alto valore aggiunto in alternativa al conferimento in discarica. Gli obiettivi specifici sono stati:

- Analisi di mercato e della letteratura per identificare tecniche note o in fase di sperimentazione da poter integrare con i processi e i prodotti già adottati dai Partner di progetto
- Identificazione e selezione dei prodotti e processi per la funzionalizzazione dei DPI
- Ottimizzazione di innovativi trattamenti superficiali antimicrobici/antivirali dei DPI
- Prototipazione di manufatti da DPI riciclati
- Verifica ottimizzazione e caratterizzazione dei materiali di riciclo
- Validazione dei DPI e manufatti selezionati.

2. Modalità di attuazione della ricerca

Le attività sono state svolte in collaborazione tra aziende e organismi di ricerca partner del progetto.

In linea con i principi dell'Ecodesign e dell'economia circolare, la sperimentazione ha valutato limiti e vincoli di fattibilità, potenziali tecniche di realizzazione e assemblaggio da DPI esausti e la capacità di industrializzazione delle soluzioni ipotizzate.

Sono stati indagati i seguenti sistemi in ambito DPI:

- 1) tessuti per mascherine/capi indossabili
- 2) maschera facciale con filtro tampone (MFFT) e non DPI:
- 3) materiali polimerici da DPI riciclati (rDPI) per scaffalature e altri manufatti per l'arredo
- 4) calcestruzzo con polimero termoplastico da rDPI per elementi di arredo urbano.

Per i dettagli sulle mascherine facciali MFFT si rimanda a specifica monografia [1].

Per quanto riguarda i capi indossabili durante il progetto è stata valutata la possibilità di migliorare la sanificazione dei DPI, aumentare la loro durevolezza e valore aggiunto mediante deposizione superficiale di innovativi prodotti antibatterici/antimicrobici.

Da un'analisi di mercato, della letteratura anche brevettuale e in base al know-how dei partner coinvolti sono stati selezionati due diversi processi per il trattamento superficiale dei DPI e rDPI, mediante:

- i) coating organici permanenti [2]
- ii) deposizione di rame per Elettrosputtering [3].

La ricerca ha riguardato la prototipazione di capi indossabili (camice, mascherine) da impiegare per i test di deposizione superficiale. I DPI pre e post-modifiche superficiali sono stati caratterizzati per verificare l'efficacia antibatterica, antimicrobica [4] e le prestazioni fisico-meccaniche [5] e riciclabilità.

Gli rDPI sono inoltre stati testati per la produzione di manufatti per l'edilizia e l'arredo urbano quali:

- i) Scaffali misti alluminio/rDPI (per celle frigo, cucine industriali), composti da profili in alluminio e ripiani in PP



Provini stampati a compressione provenienti dal riciclo meccanico di mascherine chirurgiche

ii) Cassero a perdere in rDPI per vespai aerati impiegati per creare una struttura portante in grado di separare l'edificio dal terreno, permettendo di smaltire l'umidità

iii) Panchina per arredo urbano in calcestruzzo/rDPI per arredo urbano.

A completamento è stato progettato un potenziale schema d'impianto Industriale atto al recupero e riciclo dei DPI esausti.

3. Risultati ottenuti

I principali risultati ottenuti dal progetto sono di seguito riportati suddivisi in attività di prototipazione per sistemi in ambito DPI (capo in tessuto, maschera facciale) e non DPI (prodotti per costruzioni, arredo urbano). In particolare:



Capo in tessuto: i diversi prototipi di camice (in PP riciclato) e di mascherine in TNT sono stati impiegati per la modifica superficiale mediante coating organici o deposizione di rame. Quindi i prodotti pre e post coating sono stati testati per verificare l'attività antimicrobica e sottoposti a test fisici-meccanici (sfregamento, trazione, penetrazione, capacità filtrante). Tutti i campioni analizzati hanno mostrato una elevatissima attività antibatterica sia per batteri Gram-positivi che Gram-negativi. Questo aspetto è molto interessante poiché spesso gli antibatterici non hanno la stessa efficacia nei confronti di batteri Gram-positivi che Gram-negativi. Inoltre, risulta che entrambe le tipologie di trattamento superficiali non alterano le prestazioni dei DPI.

L'efficacia antibatterica dei campioni post test meccanici e dopo cicli di lavaggio è stata nuovamente verificata anche mediante Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) dimostrando che in tutti i casi l'attività antibatterica dei prototipi rimane invariata. Infine, le

mascherine pre e post-trattamento sono state riprocessate per testare la riciclabilità, verificando che anche in questo caso le proprietà dei DPI pre e post riciclo o lavaggio rimangono invariate.

Queste attività hanno consentito di verificare l'efficacia dei trattamenti superficiali quali innovativi metodi per il miglioramento delle prestazioni di DPI nell'ambito dei principi dell'economia circolare e dell'Ecodesign. I dati ottenuti potranno essere applicati senza alcuna variazione su DPI di riciclo di qualsiasi natura.

Produzione di scaffali, casseri e panchine per arredo urbano

le attività svolte hanno permesso di identificare tecniche di formulazione di rDPI secondo i principi dell'Ecodesign al fine di formulare dei prodotti che possano essere recuperati e riciclati con maggior facilità rispetto ai DPI oggi disponibili sul mercato. In base ai risultati delle caratterizzazioni fisico-meccaniche i manufatti (cassero, mensola degli scaffali e panchina per arredo urbano) da rDPI hanno prestazioni equivalenti a quelli da polimeri vergini. Ulteriore punto di forza di questo progetto è il reimpiego di polimeri da riciclo per manufatti di diversa natura (edilizia, arredo urbano) ampliando il mercato di riferimento.



3.1 Nuove conoscenze acquisite

In linea con gli obiettivi di progetto sono state sviluppate una serie di nuove conoscenze ed in particolare:

- 1) Ottimizzazione di innovativi trattamenti superficiali antimicrobici/antibatterici per l'implementazione delle caratteristiche dei DPI/rDPI
- 2) Sviluppo di metodologie semi-industriali per l'impiego di rDPI per manufatti per edilizia e arredo anche urbano
- 3) Prototipazione di manufatti da DPI riciclati che ha consentito di acquisire conoscenze sulla complessità dei DPI disponibili sul mercato, la loro scarsa/nulla riciclabilità e identificare delle linee guida da seguire per l'ecodesign di DPI più sostenibili
- 3) Selezione di materiali riciclabili che ha consentito, anche nei casi di DPI modificati superficialmente di poter riciclare i materiali post consumo
- 4) Sviluppo di una linea pilota di pellettizzazione per il riciclo di DPI
- 5) Messa a punto di metodologie per l'ottimizzazione e la caratterizzazione dei materiali di riciclo.

3.2 Tecnologie impiegate

Le principali tecnologie implementate durante il progetto EcoDPI, WP-RI-3, per il recupero e la rivalutazione di DPI e rDPI sono:

1. Elettrospattering
2. Coating a spruzzo
3. Riciclo di DPI mediante pellettizzazione
4. Identificazione di un protocollo per la caratterizzazione chimico-fisica di DPI e loro implementazione secondo i principi dell'ecodesign e dell'economia circolare
5. Impiego di polimeri da rDPI per la produzione di manufatti per l'edilizia e l'arredo urbano
6. Misure SEM per la verifica dello stato di conservazione dei trattamenti antibatterici post test di usura
7. Analisi e fattibilità di un processo per il recupero/riciclo di DPI a livello industriale

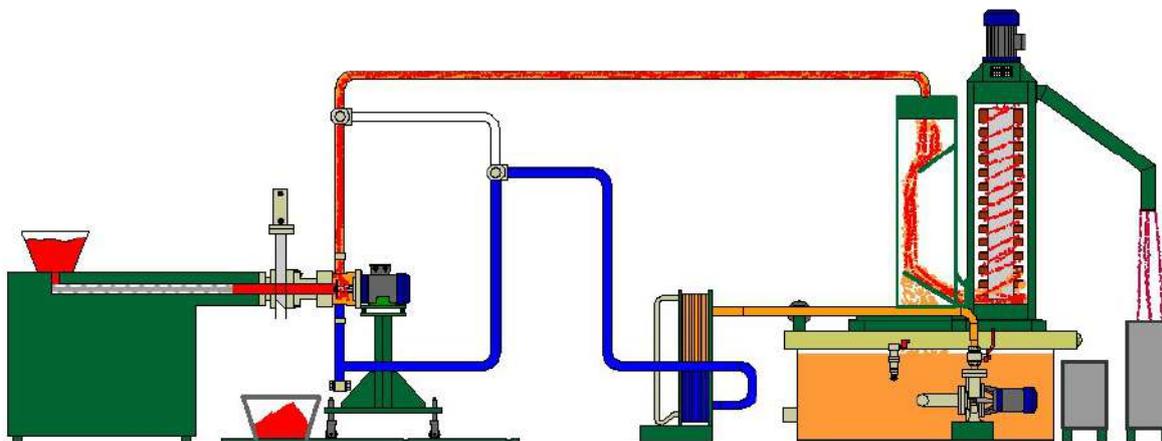


Prove di carico su ripiano della scaffalatura tecnica

3.3 Prototipi o impianti pilota sviluppati

Durante il progetto EcoDPI, WP-RI-3, sono state sviluppate tecnologie prototipali per lo sviluppo di:

- 1) Innovativi trattamenti superficiali antimicrobici/antibatterici per l'implementazione delle caratteristiche dei DPI/rDPI con caratteristiche migliorative rispetto ai DPI disponibili commercialmente.
- 2) Sviluppo di metodologie semi-industriali per l'impiego di rDPI per manufatti per edilizia e arredo anche urbano. La prototipazione di manufatti da rDPI ha consentito di acquisire conoscenze sulla complessità dei DPI disponibili sul mercato, e definire delle linee guida per l'ecodesign di DPI più sostenibili.
- 3) Sviluppo di una linea pilota di pellettizzazione per il riciclo di DPI.
- 4) Prototipazione di manufatti in alluminio/rDPI o calcestruzzo/rDPI per la produzione di manufatti per l'edilizia e l'arredo anche urbano.
- 5) Identificazione di un processo per il recupero/riciclo di DPI a livello industriale.



Processo di granulazione

4. Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

Il TRL dei processi e prodotti sviluppati nell'ambito del progetto sono compresi tra TRL 7/8 e consentono di:

1. Ridurre l'impatto ambientale del ciclo di vita dei DPI, riducendo il conferimento in discarica e la produzione di gas serra dovuta al loro incenerimento.
2. Ridurre il consumo di polimeri fossili vergini, che vengono sostituiti da rDPI riducendo il consumo di risorse non rinnovabili a favore di prodotti di riciclo in linea con i principi dell'Economia Circolare e dell'Ecodesign.
3. Sviluppare processi e prodotti necessari a dimostrare che gli rDPI possono essere trasformati in materie prime seconde (MPS) per la produzione di manufatti ad alto valore aggiunto per alcuni settori industriali.
4. Creare un nuovo contesto industriale per il riutilizzo di tali scarti, tramite lavorazioni/tecnologie apposite.



Prove di carico su ripiano della scaffalatura tecnica

Le attività di EcoDPI sono fondamentali per la cessazione della qualifica di rifiuto secondo quanto richiesto dalla direttiva End of Waste, ossia [6]:

- Gli rDPI testati possono essere trasformati in MPS con un processo industriale noto
- Esiste un mercato di riferimento per gli rDPI
- Il processo per il recupero/riciclo dei testati rDPI è meno impattante da un punto di vista ambientale rispetto allo stato dell'arte.

Le tecnologie implementate nel progetto, dai trattamenti superficiali di DPI, al loro riciclo e reimpiego per la produzione di manufatti per l'edilizia e l'arredo anche urbano saranno facilmente trasferibili e replicabili in altre aree geografiche e applicazioni industriali.



Un moltiplicatore di opportunità.
Da non lasciarsi sfuggire.

5. Partner di progetto



www.eliteambiente.it



www.agenziachimicaitaliana.it

AKKOTEX

www.akkotex.it



www.studiogallian.it



www.dolomiticert.it



www.crossing-srl.com



www.filtecsrl.eu



www.3dfast.it



www.chimicambiente.net



www.bellitalia.net



www.sintesyplast.it



www.coccitech.com



www.ilsentierocampus.com

Organismi di ricerca:



www.unive.it



www.unipd.it



www.univr.it



www.galileovisionarydistrict.it



Un moltiplicatore di opportunità.
Da non lasciarsi sfuggire.

6. Approfondimenti

- [1] a) Veneto Green Cluster www.venetogreencluster.it; b) www.innoveneto.org; c) www.icer-grp.com.
- [2] Synthesis and Antimicrobial Evaluation of Bis-morpholine Triazine Quaternary Ammonium Salts, A. Morandini, B. Leonetti, P. Riello, R. Sole, V. Gatto, I. Caligiuri, F. Rizzolio, V. Beghetto, ChemMedChem 2021, 20, 3172-3176. doi: 10.1002/cmdc.202100409.
- [3] F.M. Mwema, E.T. Akinlabi and O.P. Oladijo, Sustainability Issues in Sputtering Deposition Technology in Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Toronto, Canada, October 23-25, 2019.
- [4] Staphylococcus aureus ATCC 6538; Klebsiella pneumoniae - ATCC 4352
- [5] a) Determinazione della resistenza all'abrasione EN 14325:2018 – Clausola 4.4; b) Resistenza allo strappo trapezoidale EN 14325:2018 – Clausola 4.7; c) Resistenza alla perforazione EN 14325:2018 – Clausola 4.10; d) Penetrazione del materiale filtrante EN 149:2001+A1:2009 – Clausola 7.9.2; e) Resistenza respiratoria EN 149:2001+A1:2009 – Clausola 7.16.
- [6] Dlgs. 205/2010, Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti.