



Innovazione ed automazione dei processi nel settore dell'autodemolizione

Attuali gap e trasformazioni a medio e lungo termine

Speaker: Prof. Angelo Corallo

SAVE THE DATE
TORINO
25 MAGGIO 2024



Associazione
Demolitori
Autoveicoli

1. Panoramica del settore dell'Autodemolizione

- Introduzione
- Tendenze del settore
- Attuali gap e sfide

2. Il punto di vista della politica

- Green Deal Europeo e D. Lgs. 152/2006
- Waste Framework Directive (WFD)
- Responsabilità estesa del Produttore – EPR
- EPR nel settore delle autodemolizioni
- Requisiti di Eleggibilità degli impianti di trattamento

3. Processi di riciclo e rilavorazione;

- Recupero materiali per attivare processi di riciclo
- Caratterizzazione dell'ASR
- Plastiche nell'autoveicolo
- Le schede Elettriche - PCB
- Trattamento PCB
- Trattamento ASR
- Trattamento Vetro
- Evidenze dal mondo dell' autodemolizione
- Dati del settore

4. Strategie e modelli a sostegno della sostenibilità

- Design for Disposal (DfD)
- Modello di DfD nel settore aeronautico
- Sfide e opportunità per il futuro





UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



Panoramica del settore dell'Autodemolizione



Associazione
Demolitori
Autoveicoli

Introduzione

Il settore dell'autodemolizione svolge un ruolo cruciale nell'ambito della catena di approvvigionamento dell'industria automobilistica:



Recupero richiede competenze tecniche e conoscenza delle normative ambientali.



Riciclo dei materiali contribuendo alla riduzione del consumo di risorse naturali e alla prevenzione dell'inquinamento.



Gestione dei rifiuti pericolosi (componenti e fluidi nocivi) in modo sicuro e conforme alle rigide normative per evitare danni all'ambiente e alla salute umana.



Consapevolezza ambientale dei consumatori spinge verso una maggiore responsabilità nella gestione dei veicoli fuori uso.

Tendenze del Settore

Ogni anno i Veicoli giunti a fine vita (ELV) generano tra gli 8 e i 9 milioni di tonnellate di rifiuti nell'UE, di cui **un milione di tonnellate** in Italia.

Il processo di riciclo è attualmente regolamentato dal **D.Lgs. n. 209/2003 "Attuazione della direttiva europea 2000/53/CE"**. Esso impone dei target annui (% in peso) per ogni veicolo sottoposto a demolizione:

95%

Reimpiego e Recupero (valore minimo)

85%

Reimpiego e Riciclo di materiale

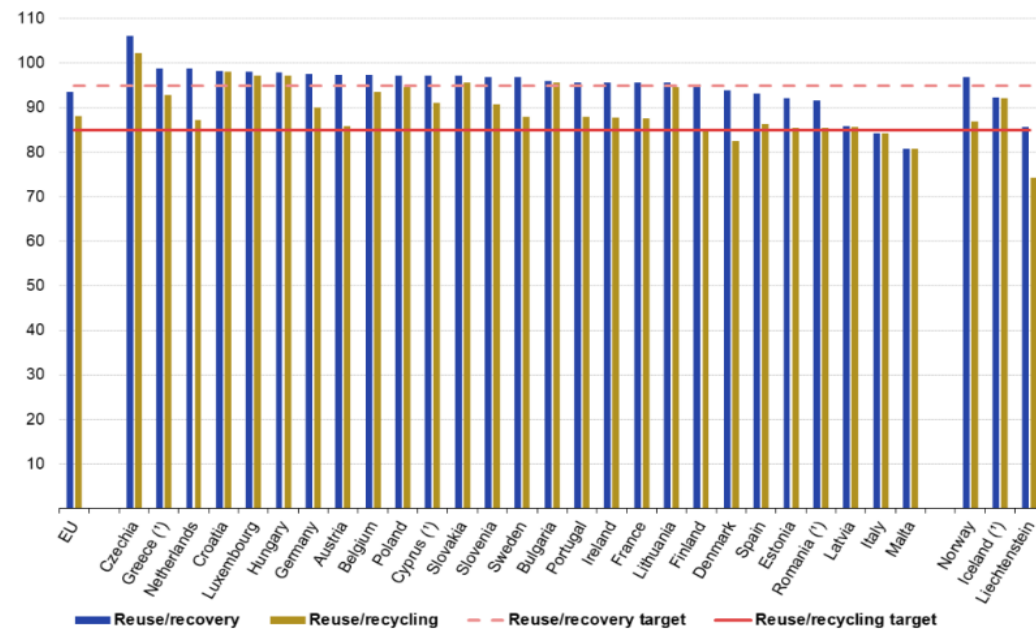


10%

Recupero energetico



Reuse/recovery and reuse/recycling rate for end-of-life vehicles, 2021
(% of weight of vehicles) eurostat



Il reimpiego e recupero in Italia si ferma a circa il **83,4%** decisamente lontano dal **target** del **95%** previsto entro il **1 Gennaio 2015**.

Attuali gap e sfide

1

Gap Attuali

- Parte del peso del veicolo non viene recuperato e finisce in discarica;
- Alcuni componenti sono difficili da separare;
- Mancanza di impianti dedicati per il recupero energetico da rifiuti autotomobilistici;

2

Innovazione nell'Automazione

- Ridurre dei tempi di lavorazione;
- Favorire investimenti nel recupero di materie prime di basso valore;
- Contribuire all'adozione di pratiche più ecologiche.

3

Sfide

- Introduzione di processi che favoriscano il reimpiego (recupero/riciclo) di una percentuale maggiore del peso di un ELV.

Il punto di vista della politica

Sono state introdotte politiche per indirizzare il comportamento dei demolitori verso l'impiego di pratiche di reimpiego e riciclo dei materiali provenienti dalle autovetture giunte a fine vita.



Green Deal Europeo e D. Lgs. 152/2006

Il **Green Deal Europeo** è l'accordo che mira a promuovere la crescita attraverso la transizione verso un'economia moderna, efficiente e competitiva.

Principalmente si concentra sulla corretta gestione dei rifiuti, eseguita nel rispetto dell'ambiente e l'utilizzo dei materiali secondari.

[2]

Il **D. Lgs. 152/2006** definisce “rifiuto”

“qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi”.

Il rifiuto come **risorsa** (o Materia Prima Secondaria) se le materie prime derivati dal recupero e riciclo dei rifiuti, dopo essere state opportunamente trattate, vengono reinserite nel processo produttivo anziché in un processo di smaltimento. [3]

Sulla base di queste norme, la Commissione Europea (CE) ha proposto la
“ Waste Framework Directive”

Waste Framework Directive (WFD)

Waste hierarchy



Il **WFD** stabilisce i concetti di base relativi alla gestione dei rifiuti (o **Waste Management – WM**), comprese le definizioni di rifiuto, riciclaggio e recupero.

Obiettivi del WF [3]:

- Salvaguardia **dell’ambiente** e della **salute umana**;
- Ridurre le **emissioni di CO₂**;
- Promuovere **buone pratiche** in tema di **economia circolare**;
- Trasformare i **rifiuti in una risorsa** che rappresenti vantaggio sostenibile per l'ambiente e l'economia;
- Assicurare un ambiente più pulito e sostenibile puntando su **tecnologia e innovazione**.

La WFD stabilisce la “**gerarchia dei rifiuti**”, ossia un ordine di preferenza per la gestione e lo smaltimento dei rifiuti e introduce il concetto di “**Responsabilità Estesa Del Produttore (EPR)**” secondo il principio “chi inquina paga”.

Responsabilità estesa del Produttore - EPR



La "**Responsabilità Estesa del Produttore**" (EPR) è una metodologia di gestione dei rifiuti e dell'inquinamento che incoraggia le aziende a progettare prodotti più sostenibili.



STRUMENTI

- **Amministrativi:** divieti di collocamento in discarica, programmi di ritiro in linea con gli obiettivi di riciclaggio;
- **Economici:** tassazione del materiale vergine e sistema di deposito-rimborso per incentivare il trattamento dei rifiuti;
- **Informativi:** forniscono informazioni sui prodotti e il loro impatto per incentivare un cambiamento comportamentale dei consumatori (es. eco-labeling).

- **Incoraggiare i produttori a progettare prodotti più durevoli, riciclabili e facili da differenziare**
- **Trasferire i costi di gestione dei rifiuti dai contribuenti locali (governi) ai produttori.**

EPR nel settore delle autodemolizioni



Vantaggi

Implementazione di **programmi di ritiro e smaltimento** dei veicoli fuori uso

Finanzia i centri di riciclo e la promozione di pratiche sostenibili per gestire i rifiuti automobilistici a fine vita

Incentiva i produttori a **progettare veicoli e componenti più facili da smantellare**

Problematiche



Le **norme** alla base dell'EPR sono attualmente **frammentate, scoordinate** e non riescono a impedire la continua produzione e vendita di beni non riciclabili e difficili da riciclare ai consumatori, **senza conseguenze per i produttori.**

Promuovere la sostenibilità ambientale e l'economia circolare nel settore automobilistico.

Requisiti di Eleggibilità degli impianti di trattamento

Il D. Lgs. 119/2020 «Attuazione della Direttiva (UE) 2018/849 art. 1» fornisce le seguenti prescrizioni per i gestori degli impianti di trattamento:

1 — Le attività di recupero dei rifiuti provenienti da ELV sono ammesse (secondo il D. Lgs. 152/2006) dopo un'ispezione preventiva annuale da parte della città o provincia competente che **verifica la tipologia e la quantità dei rifiuti e assicura che le attività siano conformi alle prescrizioni** tecniche e alle misure di sicurezza stabilite.

2 — L'art. 7 del D. Lgs. 209/2003, disciplina le operazioni di trattamento degli ELV stabilendo disposizioni per gli impianti in materia di autorizzazioni e dei controlli. Si promuove il reimpiego e il recupero sostenibile dei rifiuti derivanti dagli ELV, in particolare dei **materiali e dei componenti non metallici**, attraverso accordi di programma tra associazioni di categoria e il Ministero dell'ambiente.



3 — La **Direttiva UE**, integrata dai **D.Lgs. 2018/858 e 2019/1020**, regola la movimentazione dei rifiuti all'interno e all'esterno dell'UE e fissa i requisiti di circolarità essenziali per l'omologazione di nuovi tipi di veicoli imponendo indicazioni sul quantitativo di CRM riciclato nei nuovi veicoli.

4 — Il **CRM Act** mira a garantire un approvvigionamento sicuro, diversificato e sostenibile delle Materie Prime Critiche (CRM) per rendere l'UE competitiva e autonoma entro il 2030 stabilendo un quantitativo minimo di CRM che dovrà provenire da miniere europee (10%) o da attività di riciclo (15%) e almeno il 40% dei CRM lavorati in Europa.



UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



Processi di riciclo e rilavorazione



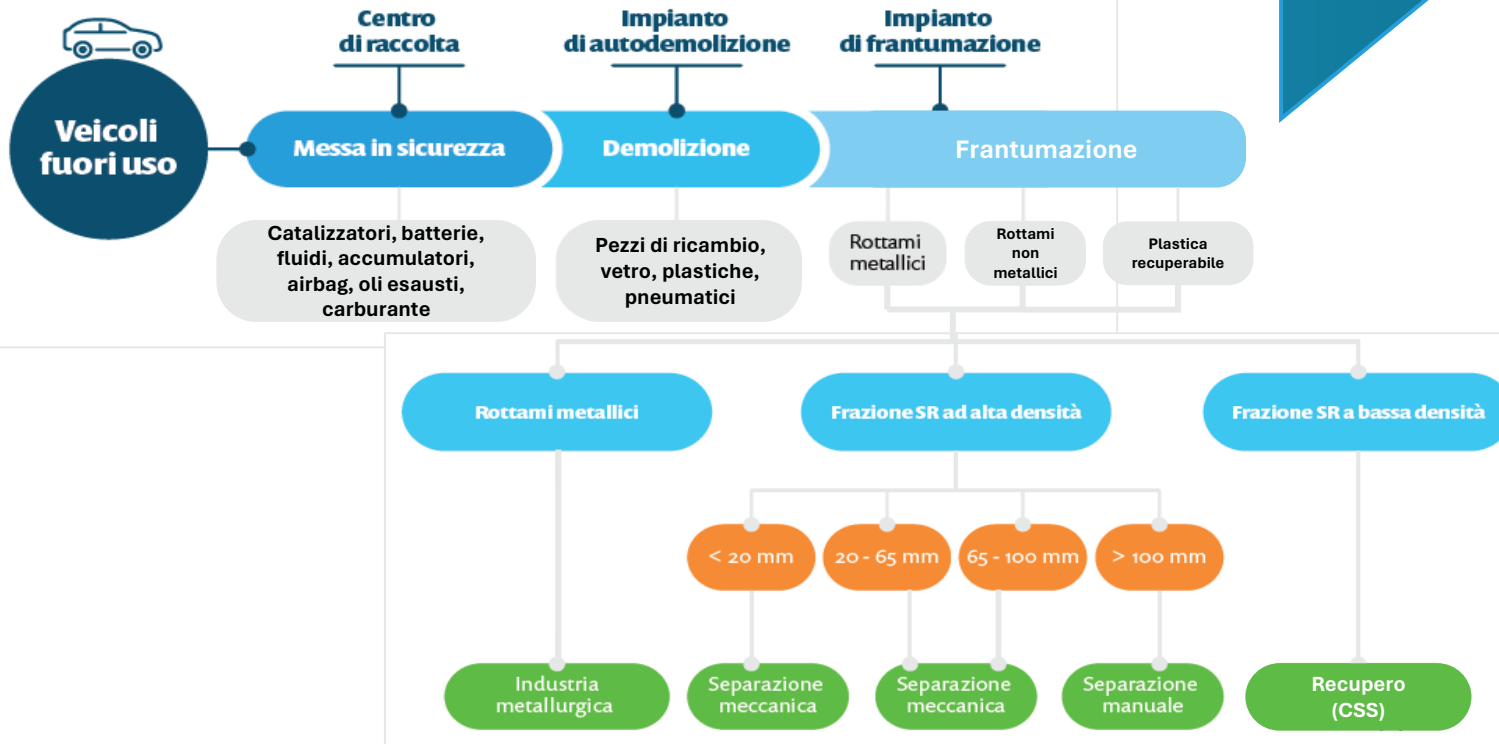
Associazione
Demolitori
Autoveicoli

Recupero materiali per attivare processi di riciclo

Il **processo di smaltimento corretto** implica che gli operatori dell'autodemolizione ottengano la **documentazione riguardante la composizione materiale dei veicoli da trattare**. Questo **consente l'identificazione delle parti riutilizzabili prima dello smontaggio e della triturazione**.

Il percorso di riciclo di un ELV si articola in tre operazioni [5]:

- 1 **Messa in sicurezza**
- 2 **Demolizione**
- 3 **Frantumazione**

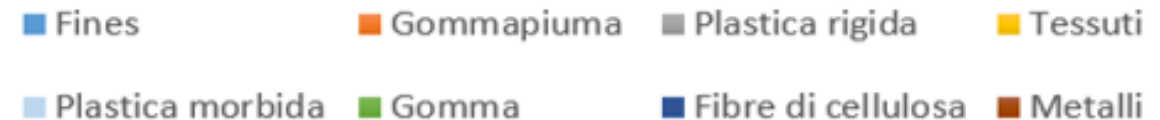
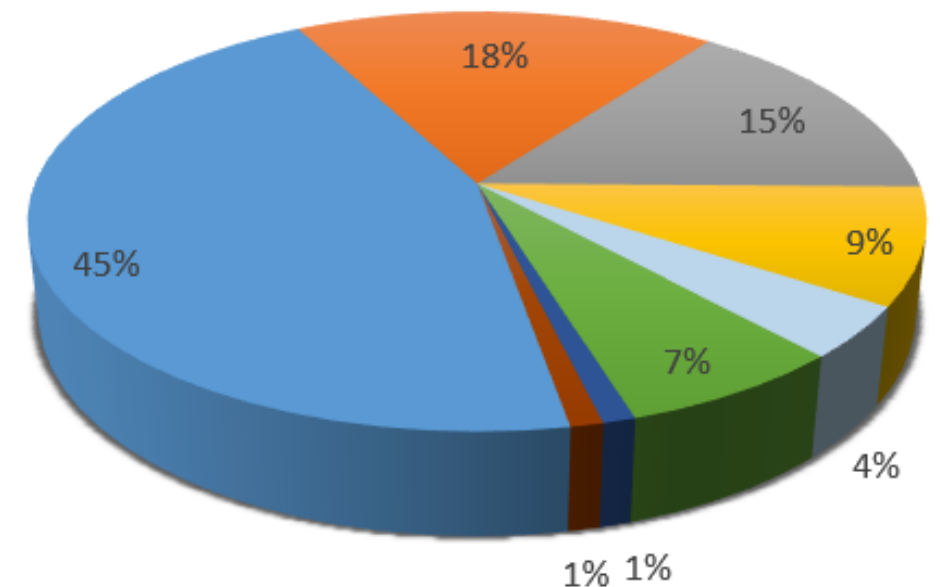


Caratterizzazione dell'ASR

La frazione residua di un veicolo ottenuta dopo le fasi di frantumazione e separazione dei metalli (denominata **car fluff** o **Automotive Shredder Residual – ASR**) costituisce uno tra i maggiori problemi dell'intera filiera.

Attualmente circa l'84% del peso totale degli ELV viene riciclato ogni anno, mentre il restante **16% viene smaltito in discarica a causa della sua complessità** [6].

- elevata eterogeneità in termini di composizione e dimensione (frazione 0-20 mm detta anche *finest*, 20-50 mm e 50-100 mm);
- costituito essenzialmente da materiali organici, ha un **alto potere calorifico** tale da poterlo sfruttare come **Combustibile Solido Secondario (CSS)** e attivare percorsi sostenibili di recupero energetico.



Plastiche nell'autoveicolo

- Propilene (PP)
- Poliesteri insaturi (PU)
- Acrilonitrile butadiene stirene (ABS)
- Policarbonato (PC)
- Polifenilenoossido (PPO)
- Etere di polifenilene e polistirolo (PPE)
- Polivinilcloruro (PVC)
- Poliammide (PA)
- Polietilentereftalato (PET)
- polimetil-metacrilato (PMMA)
- poliformaldeide (POM)
- Polibutilenterftalato (PBT)

[7]



Paraurti PP, ABS, PC

Cruscotto PP, ABS, PA, PC, PE

Serbatoi PE, POM, PA, PP

Guarnizioni int. PP, ABS, PET, POM, PVC

Guarnizioni est. PP, ABS, PA, PBT

Compon. sotto cofano PA, PP, PBT

Compon. elettriche PP, PE, PBT, PA, PVC

Luci PP, PC, ABS, PMMA, UP

Sedili PU, PP, PVC, ABS, PA

Tappezzeria PVC, PU, PP, PE

Trattamento del ASR

La separazione delle varie tipologie di plastiche a seguito del processo di frantumazione è uno step cruciale.

Riciclo dei materiali

- **Riciclo meccanico:** trasformazione fisica dei rifiuti plastici che possono essere riciclati, sminuzzati e riutilizzati per la produzione di nuovi materiali plastici o tessili;
- **Riciclo chimico con argon** per lo smistamento e il recupero delle plastiche (come PUF, PP, PVC e ABS) e delle fibre di tessuto nella lanugine, il processo si articola in 4 step:
 - **Essiccazione;**
 - **Separazione fisica;**
 - **Estrazione con solvente;**
 - **Rigenerazione del solvente.**

Recupero Energetico

- **Pirolisi della lanugine:** produce sostanze allo stato gassoso utilizzate come combustibile energetico.
- **Pirolisi con Tecnologia a microonde:** Pirolisi a livello molecolare che decompone una sostanza per mezzo del calore senza la generazione di tossine.
- **Pirolisi sotto vuoto:** riduce il volume dei materiali destinati alle discariche trasformando le sostanze organiche in un prodotto di valore.
- **Pirolisi catalitica di ASR:** reazione eseguita in presenza di diversi ossidi (es. MgO-ZnO, MgTiO₃, Fe₃O₄, CuO) che riescono ad abbassare la temperatura di decomposizione riducendo l'energia di attivazione.

Le schede elettriche - PCB

La strumentazione integrata nel cruscotto è costituita da molte **componenti elettroniche** (schede elettriche o **Printed Circuit Board - PCB**) e sensoristica.

Nel loro fine vita, i **PCB** diventano Rifiuti delle Apparecchiature Elettriche e Elettroniche (RAEE) costituendo una parte significativa dei rifiuti dell'industria automobilistica poiché presenti negli ELV.

PROBLEMI

- **Componenti difficili da separare** a causa delle finiture superficiali (contatti o connettori in stagno o oro).
- Criticità nello smaltimento e il riciclo a causa della **presenza di sostanze dannose** per l'ambiente;
- Strategie di riciclo costose e poco redditizie.

STRATEGIE

- **RICICLO dei RAEE:** componenti di medio o basso valore presenti in quantità maggiori;
- **REMANUFACTURING degli ELV:** componenti di dimensioni elevate, presenti in numero minore.

La **gestione delle PCB** necessita di **procedure chiare, linee guida** in termini di responsabilità nel trattamento dei RAEE a seconda della loro provenienza.

Trattamento delle PCB

I **RAEE sono generalmente di modesto valore** e il loro re-manufacturing non è conveniente; mentre, i **componenti auto** (specialmente quelli mecatronici), **hanno un valore elevato** (a causa della loro complessità) e la domanda dal mercato secondario è ben sviluppata. Il costo di **re-manufacturing dei componenti auto è completamente coperto dai ricavi** ottenibili dalla loro vendita, garantendo buoni profitti a tutti gli attori coinvolti.

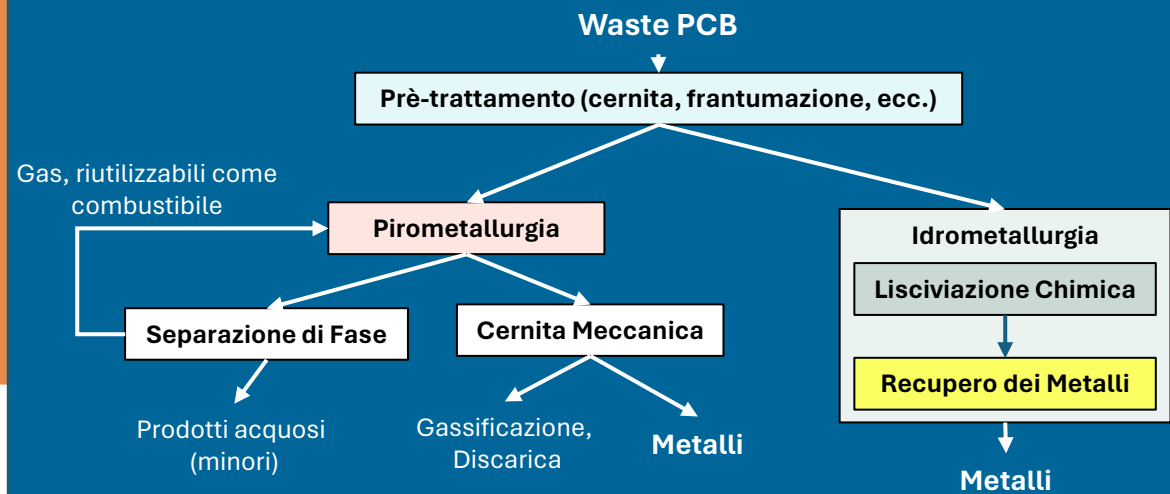
Remanufacturing

Rigenerazione dei ricambi attraverso le fasi di **ispezione, smontaggio, riparazione, sostituzione, rimontaggio e test** delle prestazioni.

VANTAGGI:

- Qualità delle prestazioni pari o addirittura superiori al nuovo.
- **Riciclo > 97%** della materia.
- **Gli oggetti elettronici sono facilmente aggiornabili, molto più di un oggetto meccanico.**

Recupero [8]



Trattamento del Vetro

I **componenti in vetro** (ad es. parabrezza, finestrini e lunotto), sebbene siano solo una piccola percentuale dell'intero autoveicolo, **rappresentano la percentuale di materiale riciclabile al 100%**.

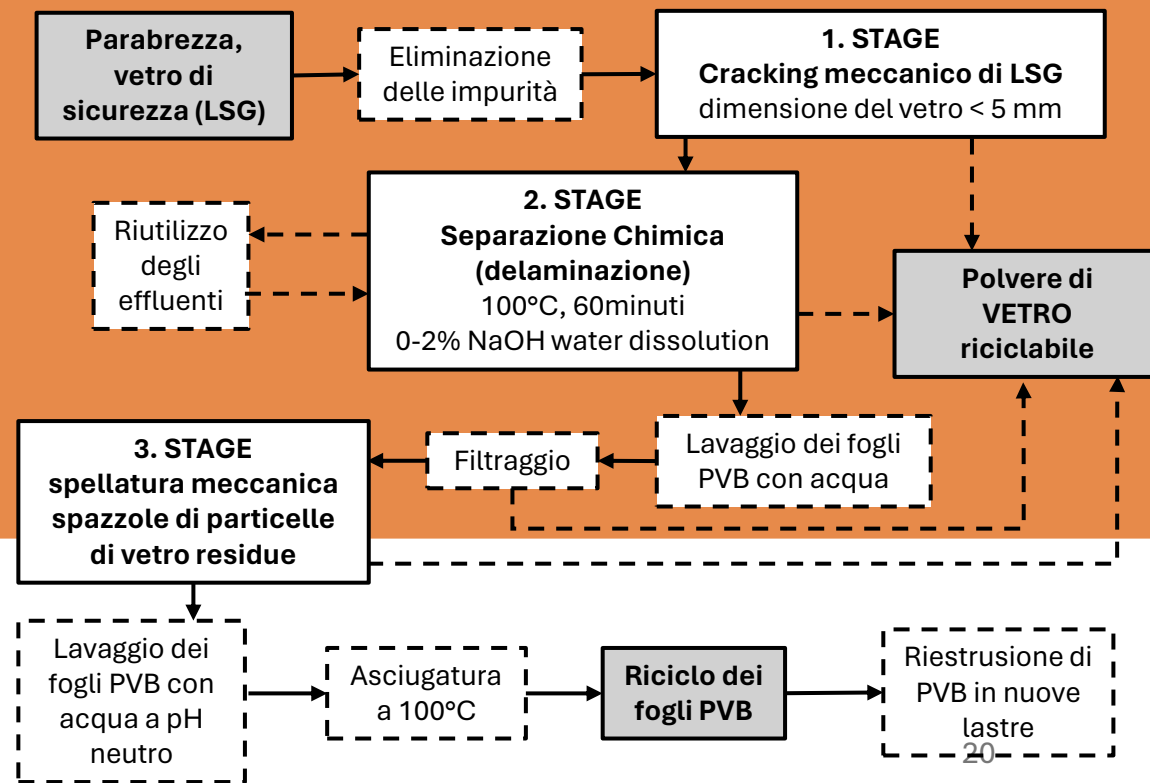
Strategia

Il riciclo del vetro prevede che oltre l'80% dell'intero parabrezza sia riciclato.

Il restante 20%, costituito da PVB (materiale di sicurezza che ne evita la frantumazione) è recuperato per l'85% per essere destinato a recupero energetico.

Il recupero del vetro prevede che le componenti siano rimosse prima della frantumazione, per evitare la dispersione in discarica e recuperare il massimo valore percentuale in peso (15-25 Kg/Auto).

Processo di Riciclo – 3 Stage [9]



Evidenze dal mondo dell'autodemolizione



Alti costi di manodopera e tempi di lavorazione:
giustificati dal miglioramento del benessere lavorativo e maggiore sicurezza.



Livello attuale di automazione:
movimentazione manuale con carrelli, isole di bonifica 4.0 e in alcuni casi magazzini 'SMART'.



CRITICITÀ

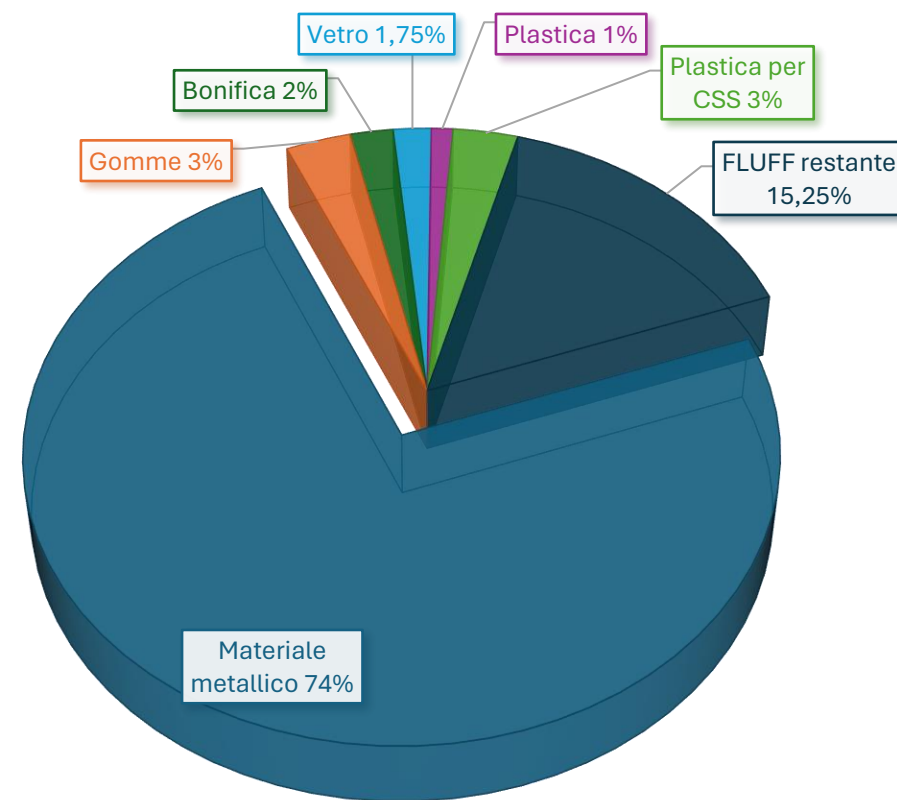
- **Recupero Vetro:**
 - Problematiche legate allo stoccaggio e ai tempi di recupero da parte di enti terzi;
 - Ampie differenze di processo e convenzioni sul territorio nazionale;
 - Sebbene non ha un ritorno economico, influisce sul target dell'85%;
- **Gestione Fluff**
 - Rappresenta un costo elevato (Occupi molto spazio in discarica, difficile consegna, non prevede il recupero energetico);
 - Non esistono mercati di sbocco per lo smaltimento sedili (in PUR) e cruscotto;
 - *Difficoltà nella Separazione e il Recupero di Plastiche (PP, PPE) con CER differenti.*
- **Gestione PCB**
 - Competenze e tempistiche elevate richieste per la separazione delle materie prime;
 - Tutti componenti necessitano di codici di sbloccaggio (proprietà casa madre), inoltre vi è mancanza di comunicazione con le case produttrici (materiale di valore);
 - Recupero energetico in Italia non è mai partito.

Dati del settore

Come superare l'attuale valore (circa 84%) e avvicinarsi al 95%?

- Effettuare una corretta bonifica del veicolo;
- Ridurre al minimo parte non recuperabile fluff e avviarlo al processo di recupero;
- Migliorare le prestazioni di separazione delle plastiche;
- Investire nella transizione verde in vista del recupero energetico;
- Investire sulla tracciabilità della ricambistica per impedire pratiche scorrette e illegali;
- Promuovere il Remanufacturing e il Recupero delle componenti elettroniche;
- Attivare filiere e mercati di sbocco delle componenti da riciclare (es. sedili, elettronica);

COMPONENTI ELV
(% IN PESO)





UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



Strategie e modelli a sostegno della sostenibilità



Associazione
Demolitori
Autoveicoli

Design for Disposal (DfD)

Il **DfD**, detto anche Design per la Sostenibilità, **mira a progettare un ecosistema sostenibile. Impone l'attenzione a questioni sociali, etiche e ambientali insieme a fattori economici all'interno del processo di sviluppo del prodotto o del servizio [10,11].**

Il **DfD** propone un approccio progettuale di tipo sistemico che ha il fine di **ridurre gli impatti ambientali** di un prodotto **in tutte le fasi del suo ciclo di vita.**

OBIETTIVI:

- 1 **Ridurre al minimo l'uso di materiali**
- 2 **Aumentare la durata**
- 3 **Migliorare l'efficienza energetica.**

3 tipi di Design for Disposal:

- 1 **Per il disassemblaggio**
- 2 **Per la riciclabilità**
- 3 **Per la rigenerazione**

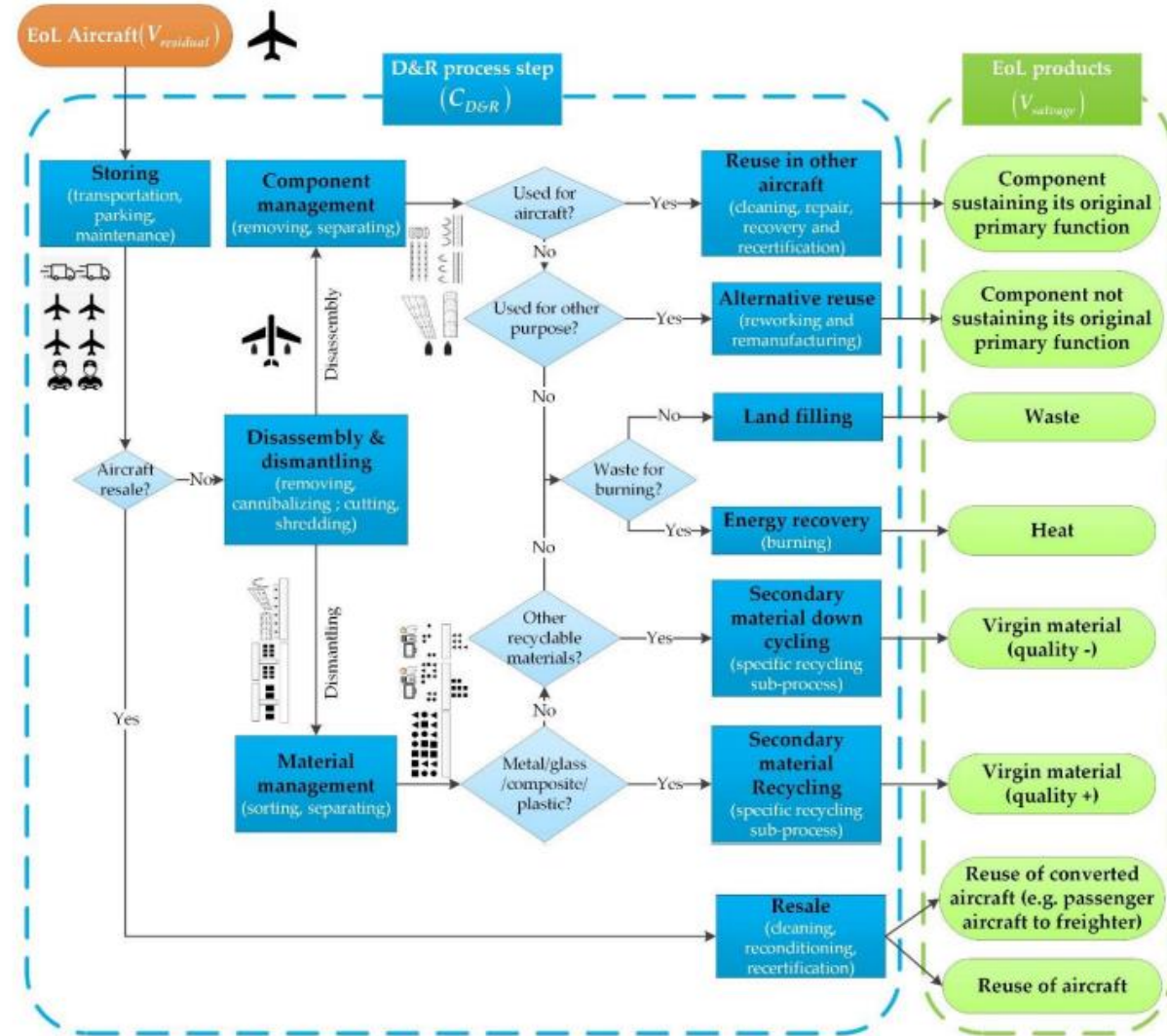
Non è più sufficiente progettare in maniera eco-compatibile, ma occorre **intervenire sull'intero processo** in modo da garantire un corretto sviluppo sostenibile del prodotto, **dalla progettazione alla dismissione.**

Modello di Design for Disposal

Tre fasi del modello DfD:

- 1) *Verifica del componente analizzato rispetto alle pratiche di fine vita identificate - aiuta a identificare i problemi e generare soluzioni migliorative per la progettazione;*
- 2) *Confronto dei miglioramenti di progettazione generati, secondo il punto di vista ambientale – incentiva decisioni guidate con un focus sull'ambiente;*
- 3) *Valutazione dei benefici economici del riciclaggio derivanti dai miglioramenti della progettazione.*

L'applicazione del **DfD** nell'**industria automobilistica** pone l'attenzione al fine vita di un veicolo già dalla fase di progettazione (ad es. delle componenti plastiche) nell'ottica di un'**economia più circolare**.



Sfide e opportunità per il futuro

Il **recupero** e il **riciclo** di veicoli a fine vita rappresentano sfide significative e opportunità per il futuro derivanti dalla crescente attenzione verso la **sostenibilità** e la **riduzione dell'impatto ambientale**.

Diversità dei Materiali: Separare e riciclare questi materiali in modo efficiente è complesso.

Difficoltà nel riciclo con tecniche tradizionali.

Strategie EPR e DfD per il raggiungimento dei target di riciclo e recupero.

Sinergia tra autodemolitori e altri attori della filiera per consolidare il vantaggio competitivo del settore e fornire valore a nuovi settori.



**Eterogeneità
dei Materiali**

**Normative
e
Standard**

**Strategie
Globali**

**Tecnologie
di
Riciclaggio**

Differenze significative nelle normative a livello globale: maggiore armonizzazione potrebbe migliorare l'efficienza del settore.

Standardizzazione: mancanza di standard uniformi per il riciclaggio dei materiali complica il processo di recupero.

Automazione: per aumentare l'efficienza dei processi di separazione e recupero dei materiali, ridurre i costi e migliorare i tassi di recupero.



Grazie per l'attenzione



Prof. Angelo Corallo



angelo.corallo@unisalento.it



Collaborative hOlistic Research Environment Lab – CORE Lab

SAVE THE DATE
TORINO
25 MAGGIO 2024



Associazione
Demolitori
Autoveicoli

Bibliografia

- [1] «Autodemolizione e rottamazione: la differenza», <https://www.fmautodemolizionitorino.it/>. Consultato: 9 maggio 2024. [Online]. Disponibile su: <https://www.fmautodemolizionitorino.it/autodemolizione-e-rottamazione-la-differenza/>
- [2] B. Mayanti e P. Helo, «Circular economy through waste reverse logistics under extended producer responsibility in Finland», *Waste Manag. Res. J. Sustain. Circ. Econ.*, vol. 42, fasc. 1, pp. 59–73, gen. 2024, doi: 10.1177/0734242X231168801.
- [3] M. P. de Brito e R. Dekker, «A Framework for Reverse Logistics», in *Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains*, R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth, e L. N. Van Wassenhove, A c. di, Berlin, Heidelberg: Springer, 2004, pp. 3–27. doi: 10.1007/978-3-540-24803-3_1.
- [4] S. Niza, E. Santos, I. Costa, P. Ribeiro, e P. Ferrão, «Extended producer responsibility policy in Portugal: a strategy towards improving waste management performance», *J. Clean. Prod.*, vol. 64, pp. 277–287, feb. 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.07.037.
- [5] «Studio sulle problematiche del RICICLO e RECUPERO dei VEICOLI FUORI USO», Fondazione per lo sviluppo sostenibile, in collaborazione con A.I.R.A., giu. 2022.
- [6] L. Morselli, A. Santini, F. Passarini, e I. Vassura, «Automotive shredder residue (ASR) characterization for a valuable management», *Waste Manag.*, vol. 30, fasc. 11, pp. 2228–2234, nov. 2010, doi: 10.1016/j.wasman.2010.05.017.
- [7] «TCL Elektronika - Come riciclare i PCB di scarto e cosa devi sapere.» Consultato: 21 marzo 2024. [Online]. Disponibile su: <https://www.tclelektronika.com/news/215/Come-riciclare-i-PCB-di-scarto-e-cosa-devi-sapere/>
- [8] «Critical Raw Materials Act: ecco cosa prevede su rifiuti e riciclo», Confservizi Emilia-Romagna. Consultato: 28 marzo 2024. [Online]. Disponibile su: <https://www.confservizi.emr.it/2023/03/critical-raw-materials-act-ecco-cosa-prevede-su-rifiuti-e-riciclo/>
- [9] B. Swain, J. R. Park, e C. G. Lee, «Industrial recycling of end-of-life vehicle windshield glass by mechanical beneficiation and complete recovery of polyvinyl butyral», *J. Clean. Prod.*, vol. 334, p. 130192, feb. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130192.
- [10] «Design for disposal : Strumenti progettuali per la dismissione di apparecchiature elettriche ed elettroniche con applicazione a categoria R1 (clima e freddo)». Consultato: 27 marzo 2024. [Online]. Disponibile su: <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/19245>
- [11] R. Geyer, «The Industrial Ecology of the Automobile», in *Taking Stock of Industrial Ecology*, R. Clift e A. Druckman, A c. di, Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 331–341. doi: 10.1007/978-3-319-20571-7_18.
- [12] X. Zhao, W. Verhagen, e Curran, «Disposal and Recycle Economic Assessment for Aircraft and Engine End of Life Solution Evaluation», *Appl. Sci.*, vol. 10, p. 522, gen. 2020, doi: 10.3390/app10020522.