



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
A.a. 2021/2022
Sessione di Dicembre

Tesi di Laurea Magistrale

**Analisi della gestione dei rifiuti
tessili**

La filiera Italiana

Relatore:
Prof.ssa Silvia Fiore

Candidato:
Ilaria Zucchetto
Matricola:
292378

Riassunto

Negli ultimi anni l'aumento dei prodotti tessili, con un passaggio da 34 mln t di fibre prodotte nel 1975 a 109 mln t nel 2020 e un aumento dell'acquisto di indumenti in Europa pro capite del 40% tra il 1996 e il 2020, ha visto anche l'aumento della produzione di rifiuti tessili. Le cause si possono ritrovare nell'importanza sempre maggiore della fast fashion, vestiti e accessori a basso prezzo e con minore durabilità o qualità. I rifiuti tessili si dividono in post consumo, scartati dai cittadini dopo l'utilizzo e pre consumo o scarti di produzione; in questo secondo caso ci si riferisce a capi e oggetti rimasti invenduti o con difetti e quindi scartati e scarti provenienti dai processi come pezzi di stoffe o fibre e filati in base alla produzione. In Italia gli scarti tessili post consumo costituiscono 761063 t mentre quelli pre consumo 262984 t (nel 2019). I dati forniti sono incerti e imprecisi in quanto non vi è ancora un sistema di rendicontazione chiaro e oggettivo. Le alternative oltre allo smaltimento in discarica, fino ad ora maggiormente utilizzato in gran parte del Mondo, sono la termovalorizzazione con recupero di energia, riuso e riciclo o recupero di materia. Proprio in questo senso l'Unione Europea, con il New Circular Economy Action Plan, ha varato una serie di misure per rendere la produzione dei tessili maggiormente sostenibile, incentivando all'utilizzo di materiali riciclati e riciclabili e introducendo il principio dell'EPR, Responsabilità Estesa dei Produttori. Per quanto riguarda i rifiuti tessili viene introdotto l'obbligo di raccolta differenziata entro il 2025 e incentivi per la creazione di una rete infrastrutturale di impianti per la gestione, con la creazione dei Textile Hubs. A fronte delle proposte del documento sopra citato sono stati seguiti due approcci. In primo luogo è stata considerata la produzione tessile e gli impatti derivanti; sono stati selezionati sei grandi gruppi di abbigliamento e di ognuno è stato analizzato il report di sostenibilità 2021. La gestione dei rifiuti tessili, anche post consumo, sembra costituire un obiettivo di miglioramento per i gruppi che, in base al tipo di produzione e prodotti, presentano approcci diversi. In secondo luogo è stata invece analizzata la filiera della gestione dei rifiuti tessili attualmente presente in Italia; attraverso una ricerca sono state selezionate, intervistate e visitate alcune aziende attive nel settore. Quello che emerge è una filiera costituita da piccole imprese, abbastanza ampia per il trattamento del pre consumo che viene spesso recuperato per creare ovatta e da qui nuove fibre anche se in rari casi, riempimenti per il settore automotive o altri oggetti come pannelli isolanti o pezzame industriale. La filiera sembra invece molto ridotta per quanto riguarda il post consumo; le aziende contattate si occupano principalmente di selezione. Circa il 50% degli indumenti scartati è riutilizzabile e viene rivenduto in filiere estere mentre il restante 50% non è più riutilizzabile e viene ridotto a pezzame industriale o materiale da riempimento ma nella maggior parte dei casi in aziende estere. Infine sono state elencate e confrontate alcune iniziative e progetti per il riciclo degli scarti tessili, molte di queste però anche se promettenti sono ancora a scala di laboratorio. Quello che emerge dalla ricerca è la necessità di una migliore progettazione e gestione da parte delle aziende produttrici da un lato e di una filiera più specifica e diffusa sul territorio per il recupero dei tessili dall'altro.

Analisi della gestione dei rifiuti tessili

Sommario

Riassunto	i
Indice delle figure	i
Indice delle tabelle	iv
Introduzione	1
Ciclo di vita dei tessili	3
Step principali della produzione tessile	3
Materie prime: dati e proprietà	3
Prodotti tessili: dati	10
Rifiuti Tessili: dati	13
Alternative alla discarica	18
Riuso, Riciclo e Second Hand.....	18
New circular economy action plan.....	20
Rapporto di sostenibilità: aziende a confronto	23
Gruppi della moda analizzati.....	23
Impatti ambientali e attenzione alla gestione dei rifiuti tessili.....	37
Gestione dei rifiuti tessili: letteratura scientifica	49
Metodi di classificazione e separazione delle fibre tessili	49
Possibilità di riciclo, prodotti e relative tecnologie.....	52
Gestione dei rifiuti tessili in Italia	59
Enti coinvolti nella filiera dei rifiuti di attività tessile.....	59
I distretti tessili in Italia	63
Aziende intervistate	64
Rifiuti post consumo	68
Rifiuti pre consumo	75
Rifiuti pre&post consumo	87
Confronto dei casi studio	97
Analisi delle singole aziende contattate.....	97
Analisi della filiera	101
Conclusioni	106
Bibliografia e sitografia	109

Indice delle figure

Figura 1: Vendita e scarti degli indumenti in 15 anni. Fonte (Ellen Macarthur Foundation, 2020).....	1
Figura 2: Rifiuti tessili prodotti nel mondo. Dati rielaborati da (Beall,2020),(Tartaglia,2019), (La casa in ordine, 2015).....	2
Figura 3 Impatti della filiera tessile. Grafico rielaborato da (Moazzem, Crossin, Daver, & Wang, 2021)	3
Figura 4:produzione delle fibre tessili. Dati rielaborati da (Textile exchange, 2020), (Prato textile).....	4
Figura 5: Isoterme di assorbimento di alcune fibre tessili (Prato textile)	7
Figura 6: Isteresi nella curva di assorbimento ad emissione della lana (Prato textile).....	7
Figura 7: Deformazione elastica e plastica (Prato textile).....	8
Figura 8: Curve carico-allungamento delle principali fibre tessili (Prato textile).....	8
Figura 9: L.O.I. di alcuni tipi di fibre (Prato textile)	9
Figura 10: Ordine decrescente delle fibre tessili in relazione all'impatto (Moazzem, Crossin, Daver, & Wang, 2021).....	10
Figura 11: Impatti della produzione tessile nel 2019. Dati rielaborati da (Parlamento Europeo, 2022)	11
Figura 12: Import-export prodotti tessili per e dall'Italia in quantità (t). Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)	12
Figura 13: Import-export prodotti tessili per e dall'Italia in quantità (t). Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)	12
Figura 14: Produzione rifiuti tessili post-consumo pro capite. Dati rielaborati da (European Commission, 2020) (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021) (Beall, 2020) ...	14
Figura 15: Gestione dei rifiuti tessili negli Stati Uniti (EPA, 2018).....	15
Figura 16: Produzione e gestione dei rifiuti tessili in Italia. Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021).....	17
Figura 17: Import/export dei rifiuti tessili per e dall'Italia. Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021).....	17
Figura 18: Economia lineare vs economia circolare	22
Figura 19: Consumo di acqua dichiarato nei report di sostenibilità	37
Figura 20: Consumo energetico dichiarato nei report di sostenibilità.....	38
Figura 21: % Energia rinnovabile	39
Figura 22: Rifiuti prodotti pericolosi e non pericolosi	40
Figura 23: % di rifiuti recuperati	40
Figura 24: Emissioni scope 1&2	42
Figura 25: Emissioni scope 3.....	43
Figura 26: Termogramma a ioni totali e spettro di massa (Nacci, Sabatini , Cirrincione, Degano, & Colombini , 2022)	50
Figura 27: Spettri ATR-FTIR (Riba, Cantero, Canals, & Puing, 2020)	51
Figura 28: Tipo di legame e tipo di fibra (Riba, Cantero, Canals, & Puing, 2020)	51
Figura 29: Tecnica dell'agugliatura (Stanescu, 2021)	53
Figura 30: Riciclo di scarti di cotone misto PET (Stanescu, 2021)	54
Figura 31: Performance ambientali dei diversi processi di gestione dei rifiuti tessili (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014)	57

Figura 32: Resa delle tecnologie di riciclo dei rifiuti tessili (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014)	57
Figura 33: Performance del sistema integrato di gestione dei rifiuti (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014).....	58
Figura 34: Impianti che gestiscono i rifiuti del settore tessile in Italia nel 2019 (dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)	59
Figura 35: Ciclo di gestione dei rifiuti del settore tessile	62
Figura 36: Ubicazione delle aziende contattate	66
Figura 37: Filiera della gestione dei rifiuti tessili post consumo	68
Figura 38: Aziende contattate per post-consumo.....	69
Figura 39: schema di processo di ECOTESSILE.....	70
Figura 40: Schema di processo di TMP21.....	71
Figura 41: Schema di processo di Pezzamificio GESTRI MARCO	72
Figura 42: Schema di processo di LA.I.PE.	73
Figura 43: Schema di processo di HERMAN TEXTIL RECYCLING.....	74
Figura 44: Filiera della gestione degli scarti industriali e pre consumo	75
Figura 45: aziende contattate per pre consumo	76
Figura 46: Schema di processo di EUROCORPORATION.....	77
Figura 47: Schema di processo di BERTELLI.....	77
Figura 48: Schema di processo di RITECA.....	78
Figura 49: Schema di processo di GF CASCAMI	79
Figura 50: Schema di processo di ZETA POLIMERI	80
Figura 51: Schema di processo di SFILACCIATURA RE FRANCO	81
Figura 52: Schema di processo di SFILACCIATURA VERRONE	82
Figura 53: INPUT	83
Figura 54: Taglierina, step 1	84
Figura 55: Umidificazione del materiale, sfilaciatrice e sacchi contenenti polvere	84
Figura 56: Calamita nel tubo di aspirazione e pressa.....	85
Figura 57: Prima, durante, dopo l'attività della sfilaciatrice SAMA	86
Figura 58: Schema di processo della Sfilaciatrice SAMA.....	86
Figura 59: INPUT da selezionare da Fratelli Boretti	88
Figura 60: Cardatura e filato.....	88
Figura 61: Schema di processo pre consumo di EUROFIBRE.....	89
Figura 62: Schema di processo post consumo di EUROFIBRE.....	90
Figura 63: Schema di processo pre e post consumo di NAZENA.....	91
Figura 64: prodotti in ingresso	92
Figura 65: Taglierina e cella di miscelazione	93
Figura 66: Sfilaciatrice e pressa	93
Figura 67: Prodotto in uscita	94
Figura 68: Schema di processo pre consumo di SFILACCIATURA NEGRO	95
Figura 69: Schema di processo post consumo di SFILACCIATURA NEGRO	96
Figura 70: KPI1 [t/anno].....	98
Figura 71: KPI2	98
Figura 72:KPI 3.....	99
Figura 73: KPI 4	100
Figura 74: Numero di aziende intervistate per ogni attività	101
Figura 75: Media del materiale in ingresso per ogni attività [t/anno]	102

Figura 76: Numero di aziende che utilizzano processi meccanici	103
Figura 77: Recupero da pre consumo monomateriale.....	104
Figura 78: Recupero da pre consumo multimateriale.....	104
Figura 79: Recupero da post consumo multimateriale	105

Indice delle tabelle

Tabella 1: Scheda descrittiva del gruppo LVMH (LVMH, 2021)	25
Tabella 2: Scheda descrittiva del gruppo PRADA (PRADA Group, 2021)	27
Tabella 3: Scheda descrittiva del gruppo CALZEDONIA (CALZEDONIA Group, 2021)	29
Tabella 4: Scheda descrittiva del gruppo NIKE (NIKE, 2021)	31
Tabella 5: Scheda descrittiva del gruppo H&M (H&M Group, 2021)	33
Tabella 6: Scheda descrittiva del gruppo OVS (OVS Spa, 2021)	35
Tabella 7: Materie prime utilizzate dal gruppo PRADA	44
Tabella 8: Materie prime utilizzate dal gruppo CALZEDONIA	44
Tabella 9: Materiali finiti acquistati dal gruppo CALZEDONIA	44
Tabella 10: Materie prime utilizzate dal gruppo NIKE	45
Tabella 11: Materie prime utilizzate dal gruppo H&M	45
Tabella 12: Materie prime utilizzate dal gruppo OVS	46
Tabella 13: Principali certificazioni della filiera del tessile (Dress the change, s.d.)	46
Tabella 14: Classificazione attività di recupero e smaltimento rifiuti (Comoglio, 2022), (GAZZETTA UFFICIALE, 2006)	60
Tabella 15: Aziende contattate e intervistate	65
Tabella 16: Scheda descrittiva ECOTESSILE	70
Tabella 17: Scheda descrittiva TMP21	71
Tabella 18: Scheda descrittiva PEZZAMIFICIO GESTRI MARCO	72
Tabella 19: Scheda descrittiva LA.I.PE.	73
Tabella 20: Scheda descrittiva HERMAN TEXTIL RECYCLING	74
Tabella 21: Scheda descrittiva EUROCORPORATION	77
Tabella 22: Scheda descrittiva BERTELLI	77
Tabella 23: Scheda descrittiva RITECA	78
Tabella 24: Scheda descrittiva GF CASCAMI	79
Tabella 25: Scheda descrittiva ZETA POLIMERI	80
Tabella 26: Scheda descrittiva RE FRANCO	81
Tabella 27: Scheda descrittiva SFILACCIATURA VERRONE	82
Tabella 28: Scheda descrittiva SFILACCIATURA SAMA	83
Tabella 29: Scheda descrittiva Azienda Nuova Fratelli Boretti, Filatura Filpucci, Rifò lab	87
Tabella 30: Scheda descrittiva EUROFIBRE	89
Tabella 31: Scheda descrittiva NAZENA	91
Tabella 32: Scheda descrittiva SFILACCIATURA NEGRO	92

Introduzione

Questa tesi di laurea magistrale ha come obiettivo l'analisi tecnica e ambientale della gestione dei rifiuti tessili. Si tratta di una tematica attuale che vede, da una parte, la rapida crescita della produzione industriale, in particolare del fenomeno "fast fashion", definito da Treccani come "la capacità di alcune aziende di immettere sul mercato un prodotto in tempi brevi" con un ciclo di vita dei prodotti anche di poche settimane (Treccani, 2008), e dall'altra la problematica dello smaltimento dei rifiuti tessili per cui non vi è ancora una chiara normativa. Per il settore tessile si parlerà di fast fashion per indicare, come detto dalla definizione, la produzione e il consumo di indumenti e accessori sempre più rapido associato anche a prezzi bassi e a breve durata di utilizzo.

La seguente immagine, fornita da Ellen Macarthur Foundation, fornisce un'idea più chiara del fenomeno: in 15 anni, dal 2000 al 2015, la vendita di capi è raddoppiata, come mostrato dalla linea viola, e di conseguenza è aumentato anche il prodotto interno lordo, world GDP. La linea azzurra mostra invece come è diminuito l'effettivo utilizzo dei capi acquistati, infatti essa rappresenta il numero di volte in cui un capo viene indossato prima di essere scartato come rifiuto; tra gli stessi anni l'utilizzo è diminuito del 40%, questo dimostra che la vendita sempre maggiore di indumenti corrisponde anche ad un minor utilizzo di essi. (Ellen Macarthur Foundation, 2020)

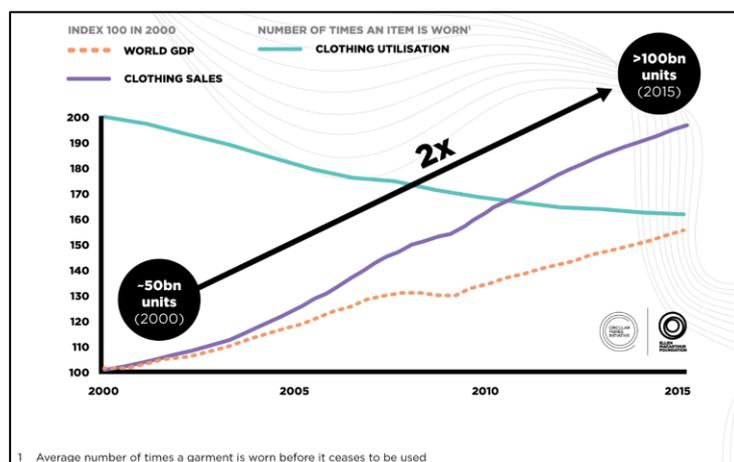


Figura 1: Vendita e scarti degli indumenti in 15 anni. Fonte (Ellen Macarthur Foundation, 2020)

Il primo marchio di cui si abbia notizia in grado di proporre una grande quantità di indumenti e accessori a prezzi ridotti e quindi a introdurre questo fenomeno è stato Hennes, ora H&M, in Svezia a partire dal 1947 seguito poi da Zara, in Spagna, nel 1975. A partire dagli anni 2000 il fenomeno cresce rapidamente diventando globale, soprattutto grazie all'utilizzo di internet che permette l'acquisto degli indumenti online. Le leggi del mercato hanno prodotto, insieme

all'acquisto, anche l'aumento della produzione di rifiuti tessili raggiungendo, nel 2020, 92 mln di tonnellate all'anno (Beall, 2020) pari, in peso, a 77 mln di automobili.



Figura 2: Rifiuti tessili prodotti nel mondo. Dati rielaborati da (Beall,2020),(Tartaglia,2019), (La casa in ordine, 2015)

(per l'illustrazione sono stati considerati i seguenti dati medi: 1200 kg per automobile e 0.5 kg per indumento (Tartaglia, 2019), (La casa in ordine, 2015))

L'approccio al lavoro è stato basato in una prima fase sull'analisi della letteratura tecnica e scientifica, considerando due obiettivi. Il primo è il confronto, basato sui Report di Sostenibilità di 6 casi studio di aziende produttrici di moda "fast" e non. Dall'analisi dei report di sostenibilità si è posta l'attenzione sull'impatto ambientale dei sei grandi gruppi della moda e sulle iniziative di mitigazione di essi che ciascun gruppo propone. In secondo luogo è stato analizzato l'approccio al tema dei rifiuti tessili, pre consumo e scarti di processo, prodotti dalle loro stesse attività e post consumo, prodotti dai clienti.

Il secondo obiettivo è l'analisi della filiera di gestione dei rifiuti tessili attualmente attiva in Italia. Attraverso una ricerca sono state contattate e intervistate alcune aziende italiane presenti nella filiera dei rifiuti tessili. Per ognuna di esse è stata descritta l'attività, la quantità e la tipologia di rifiuti gestiti e le tecnologie utilizzate.

I risultati attesi dalla ricerca sono:

- analisi della produzione dei rifiuti tessili pre e post consumo in Italia e nel Mondo;
- analisi dell'impatto ambientale della produzione tessile e approccio dei produttori al tema dei rifiuti tessili;
- analisi dell'attuale filiera italiana di gestione dei rifiuti tessili individuando punti di forza ed eventuali carenze del settore.

Ciclo di vita dei tessili

Step principali della produzione tessile

Il ciclo di vita di un prodotto tessile è composto da numerosi step, dalla produzione delle fibre fino alla destinazione finale. Ogni fase del processo comporta numerosi impatti sull'ambiente. Nella seguente figura si riportano i passaggi principali del processo di realizzazione di un indumento o di un prodotto tessile e i relativi impatti da essi derivanti.

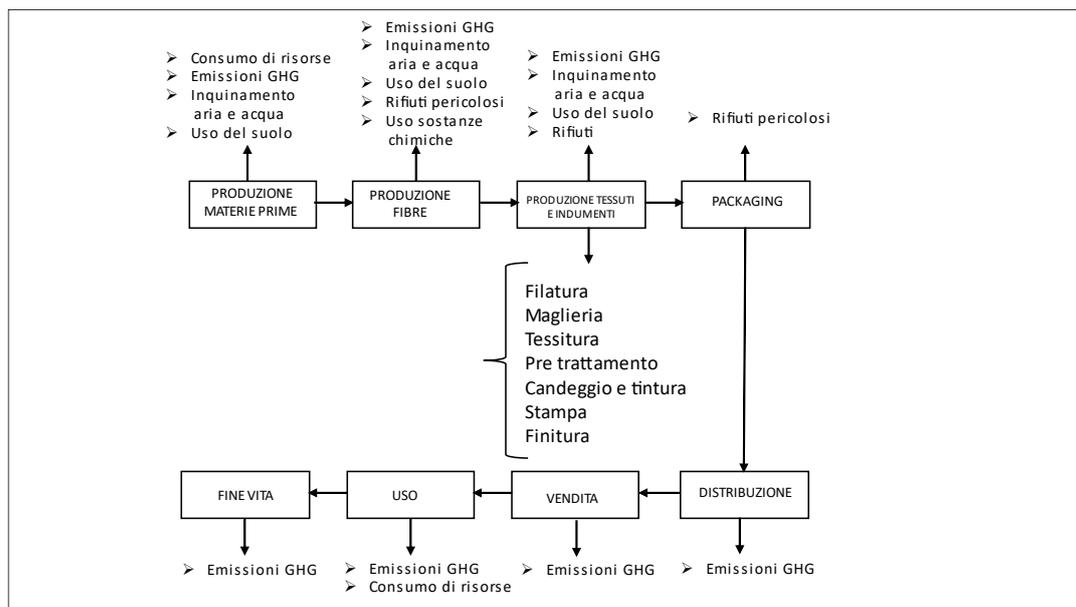


Figura 3 Impatti della filiera tessile. Grafico rielaborato da (Moazzem, Crossin, Daver, & Wang, 2021)

Un'analisi quantitativa dei singoli impatti risulta molto difficile perché sono variabili e dipendenti dal grado di tecnologia utilizzato durante i processi, quindi ad esempio dall'utilizzo delle BAT, Best Available Technologies, e dalla zona del Mondo in cui avviene la produzione. In particolare la prima fase legata alla produzione delle materie prime, quindi coltivazione delle piante o allevamento degli animali da cui le fibre derivano, risulta fortemente dipendente dal luogo. (Moazzem, Crossin, Daver, & Wang, 2021)

Materie prime: dati e proprietà

Il punto di partenza della filiera del tessile è la fibra. Dalle fibre tessili si ricavano i fili o filati, attraverso la filatura, e successivamente i prodotti tessili, con la tessitura. La differenza tra fili e filati è che i primi sono costituiti da fibre continue e semicontinue, di lunghezza infinita, che possono essere chimiche, artificiali e sintetiche mentre i secondi sono composti da fibre discontinue, naturali e di varia lunghezza. La proprietà comune delle fibre tessili è lo stato solido a temperatura ambiente e la bassa densità.

I dati pubblicati nel report “Preferred Fiber & Materials, 2021” da TextileExchange mostrano come la produzione di fibre tessili abbia subito negli anni un graduale ma notevole aumento passando da 34 mln t nel 1975 a 109 mln t nel 2020 con una previsione di 146 mln t nel 2030. Ciò che è cambiato è la tipologia di fibre prodotte; fino agli anni '90 la grande percentuale di fibre era composta da fibre vegetali e animali per poi essere sostituita nel corso degli ultimi anni dalle fibre sintetiche in particolare poliammide e poliestere. (Textile exchange, 2021)

In particolare nel 2019 su 111 mln t si ha la seguente suddivisione ((Textile exchange, 2020):

- 52.2 % poliestere;
- 23.2% cotone;
- 6.4% MMCFs;
- 5.9% altre fibre vegetali;
- 5.7% altre fibre sintetiche;
- 5% poliammide;
- 1% lana.

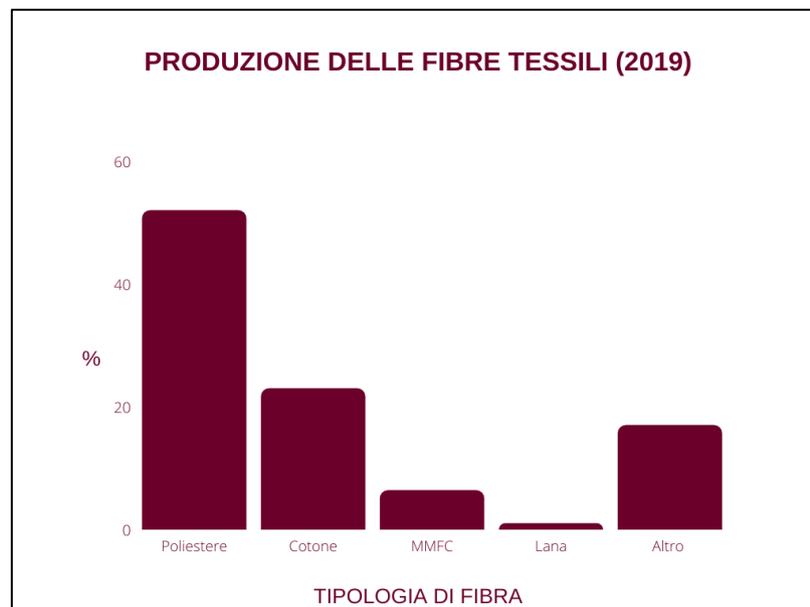


Figura 4: produzione delle fibre tessili. Dati rielaborati da (Textile exchange, 2020), (Prato textile)

Si riportano i dati del 2019 in quanto la produzione degli anni seguenti 2020 e 2021 potrebbe essere stata influenzata dalla pandemia COVID-19 che ha infatti segnato un calo anche nella produzione di fibre di 2 mln t tra il 2019 e il 2020.

Di seguito si elencano le principali tipologie di fibre, filati e materiali utilizzati nell'industria tessile facendo riferimento al documento “Preferred Fiber & Materials, 2021”. (Textile exchange, 2021)

Fibre di origine vegetale

La fibra di cotone è la più utilizzata tra le fibre naturali; contiene più dell'80% di cellulosa e per il restante cere, proteine e sostanze pectiche. È lunga dai 16 ai 52 mm e le caratteristiche principali sono morbidezza, durabilità, tenacità, traspirabilità e assorbenza. La produzione convenzionale di cotone richiede una grande quantità di acqua, energia e terre coltivabili. I maggiori produttori sono Brasile, Pakistan, Cina, India, USA, Costa d'Avorio, Burkina Faso, Camerun e Australia. Attualmente viene riciclato circa il 75% dei rifiuti in cotone pre consumo, trasformate in fibre più corte e utilizzate in altri ambiti come edilizia o arredamento mentre per i prodotti post consumo solo il 5% viene riciclato. Vengono utilizzate principalmente processi meccanici mentre quelli chimici sono ancora in fase di studio.

Altre fibre vegetali diffuse sono iuta, kenaf, fibra di cocco, lino e canapa; esse sono una valida alternativa alle fibre sintetiche e oggi molto utilizzate per le buone proprietà.

Il lino, ad esempio, ha una tenacità maggiore del cotone, è meno sensibile all'esposizione alla luce ed è un buon conduttore di calore.

Le fibre di canapa sono tra le fibre tessili più resistenti e durature, assorbono l'umidità, prevengono la formazione dei batteri e bloccano i raggi UV.

La fibra di iuta è una delle più lunghe, fino a 4m, e tra le migliori caratteristiche presenta basso costo, versatilità e durabilità.

Fibre artificiali

Con MMCf si intende "Manmade Cellulosic Fiber", si tratta di fibre cellulosiche artificiali come viscosa, lyocell e modal. A differenza del cotone questo tipo di fibra è realizzato con processi chimici. L'aspetto negativo della produzione di viscosa, in particolare, è legato all'elevato consumo di acqua, sostanze chimiche ed energia.

Fibre di origine animale

Per quanto riguarda le fibre di origine animale la più prodotta è la lana. I paesi di produzione sono soprattutto Sud Africa, Uruguay, Argentina e Australia. La lana ha ottime proprietà fisiche e termiche, è biodegradabile e si tinge facilmente. È composta per il 97% da proteine, per il 2% da lipidi e per l'1% da altre sostanze. L'impatto dalla produzione delle fibre di lana è costituito però spesso da pratiche non etiche nei confronti degli animali, consumo di acqua ed emissioni. È comunque una fibra resistente per il riuso e facile da riciclare, per la sua lunghezza, con processi meccanici. Le proprietà delle fibre di lana variano in base al tipo, merino, alpaca e cashmere; in generale però è una fibra fine, elastica e resistente al fuoco e isolante.

Il cashmere è un tipo di lana ricavata dal pelo di capra, allevata soprattutto in Iran, Mongolia, Tibet e Afghanistan. A differenza degli altri tipi di lane il cashmere è meno isolante ma allo stesso tempo più morbido e fine e adatto per il contatto con la pelle.

Una caratteristica della lana e in generale delle fibre animali è la feltrabilità dovuta alla struttura a scaglie orientate verso la punta della fibra. Per qualche condizione come calore, umidità o agenti chimici le scaglie potrebbero alzarsi, non permettendo alle fibre di scorrere e causando l'infeltrimento di esse.

È importante nominare, anche se non sono fibre, altri due materiali molto utilizzati nell'industria tessile che sono piuma e pelle. Il 75-90% delle piume proviene dalle anatre mentre il restante delle oche, principalmente dalla Cina. (Textile exchange, 2021)

Fibre sintetiche

Tra le più utilizzate ci sono attualmente le fibre sintetiche costituite in prevalenza da poliestere che ha raggiunto il 50% in produzione tra tutte le fibre nel mondo. Le materie prime per la produzione di queste fibre sono prodotti petrolchimici. L'impatto delle fibre di poliestere è significativo non solo per la produzione ma anche per l'utilizzo e lo smaltimento per via delle microplastiche rilasciate nell'ambiente; la differenza principale con le fibre vegetali e animali è infatti che queste non sono biodegradabili. Il riciclo delle fibre di poliestere in altre fibre non è molto diffuso mentre il 7% delle fibre deriva dal riciclaggio dei materiali in poliestere come le bottiglie.

Il nylon è un'altra fibra sintetica utilizzata in varie applicazioni come imballaggi, tappeti e rivestimenti. In particolare nell'industria dei tappeti il nylon è riciclato in un ciclo chiuso sfruttando processi meccanici e chimici. Anche il nylon ha ottime caratteristiche meccaniche, elevato modulo elastico, durezza e buona resistenza all'abrasione. (Textile exchange, 2021)

Proprietà delle fibre tessili

Le eventuali prove di controllo qualità sulle fibre tessili devono essere effettuate in condizioni atmosferiche standard quindi con umidità relativa del 65% +/- 2% e temperatura di 20°C +/- 2°C.

Si riporta un elenco delle principali proprietà e caratteristiche con cui vengono descritte le fibre tessili.

- **CONTENUTO DI UMIDITA'**: rapporto (%) tra massa di acqua assorbita e massa totale del campione.

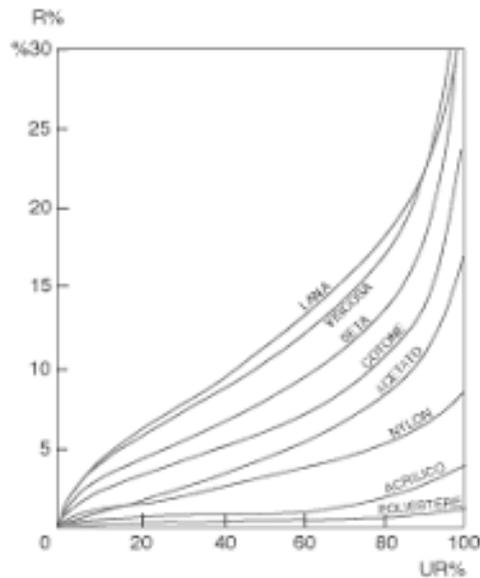
$$U(\%) = 100 * \frac{Ma}{Ma + Ms};$$

Dove Ms è la massa del campione a secco e Ma è la massa della quantità di acqua assorbita.

- **RIPRESA DI UMIDITA'**: rapporto (%) tra massa di acqua assorbita e massa secca del campione.

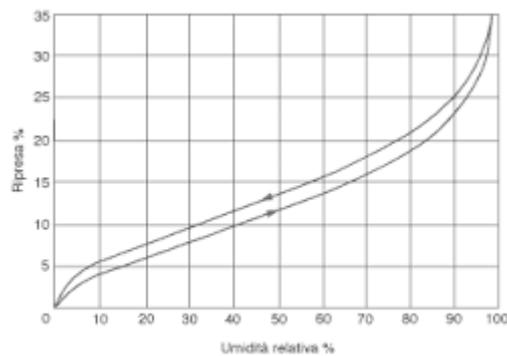
$$R(\%) = 100 * \frac{Ma}{Ms};$$

Le curve isoterme di assorbimento descrivono, a temperatura costante, la relazione tra umidità relativa dell'ambiente e la ripresa di umidità delle fibre. Bisogna però sottolineare che le curve di assorbimento non coincideranno con quelle di disassorbimento per il fenomeno dell'isteresi; considerando una fibra con il 100% di umidità a parità di temperatura e umidità relativa presenterà una ripresa di umidità maggiore rispetto alla fibra secca.



Isoterme di assorbimento di alcune fibre tessili

Figura 5: Isoterme di assorbimento di alcune fibre tessili (Prato textile)



Isteresi nella curva di assorbimento ed emissione della lana

Figura 6: Isteresi nella curva di assorbimento ed emissione della lana (Prato textile)

- PROPRIETA' FISICO-MECCANICHE:

- TENACITA': resistenza alla trazione;
- FLESSIBILITA': facilità di assorbimento delle sollecitazioni alla flessione;
- COMPRIMIBILITA': facilità di indurre la diminuzione dello spessore del materiale;
- ELASTICITA': capacità del materiale di recuperare le deformazioni imposte al termine dell'applicazione della forza;
- RESILIENZA: capacità di assorbire lavoro meccanico senza subire deformazioni permanenti.

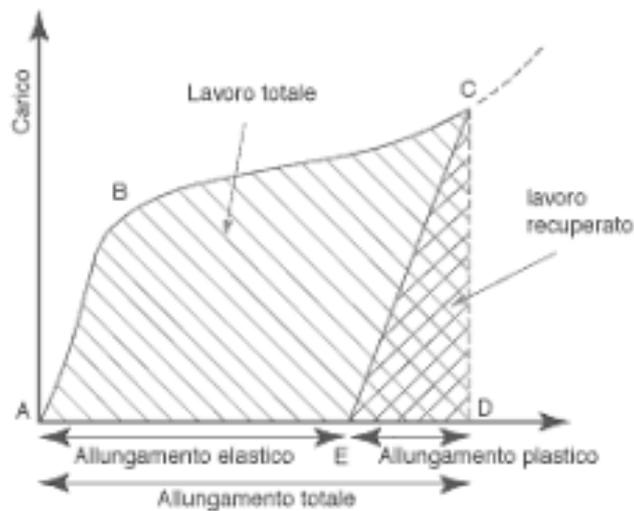
La tenacità è il parametro più importante per la descrizione delle fibre tessili. Il comportamento standard di una fibra sottoposta a trazione si divide in quattro fasi:

1. Distensione e pretensione;
2. Deformazione elastica: in genera in questo tratto le fibre subiscono una deformazione direttamente proporzionale alla forza applicata. Il rapporto tra carico applicato e

deformazione fornisce il Modulo Elastico o di Young. La deformazione verrà completamente recuperata;

3. Deformazione plastica: le deformazioni sono più marcate e non possono essere recuperate completamente;
4. Punto di rottura.

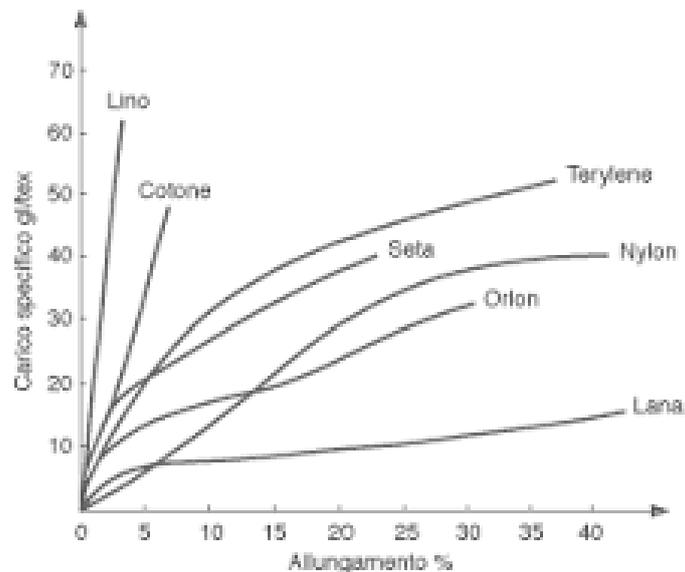
Questo comportamento può essere descritto dalla curva carico/deformazione; l'area sottesa dalla curva rappresenta il lavoro totale prodotto. Conoscendo poi il punto massimo di allungamento elastico è possibile ricavare anche il valore del lavoro recuperato.



Deformazione elastica e plastica (MH)

Figura 7: Deformazione elastica e plastica (Prato textile)

Si riporta il grafico con le curve carico/deformazioni delle principali fibre tessili.



Curve carico-allungamento delle principali fibre tessili

Figura 8: Curve carico-allungamento delle principali fibre tessili (Prato textile)

Lino e cotone sono fibre con un'elevata rigidità; sono quindi poco deformabili. La lana al contrario presenta una scarsa tenacità ma un'elevata deformabilità ed elasticità.

Per valutare il comportamento alla trazione di filati e tessuti vengono utilizzate le prove dinamometriche, con i dinamometri appunto. Essi si suddividono in CRE, Constant Rate Elongation, con allungamento costante, CRL, Constant Rate Load, con incremento di carico a velocità costante e Dinamometri a incremento di carico e allungamento non costanti.

- PROPRIETA' DIELETTICHE ED ELETTRICHE

Altre proprietà importanti per descrivere i tessuti sono le proprietà dielettriche definendo la capacità dielettrica come la capacità di un sistema composto dalle fibre tra due armature di area A a distanza d e la costante dielettrica come il rapporto tra permittività ϵ_r e il suo valore nel vuoto ϵ_0 e le proprietà elettriche definendo la resistenza elettrica specifica come il prodotto tra resistività σ e densità δ .

Si tratta di proprietà fortemente dipendenti dal contenuto di acqua delle fibre.

$$C = \frac{\epsilon A}{d};$$

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0};$$

$$R_s = \sigma * \delta.$$

- PROPRIETA' TERMICHE

Per quanto riguarda le proprietà termiche le principali caratteristiche sono l'intervallo di fusione dei materiali o di degradazione termica senza fusione, la resistività, resistenza e conduttività termica e comportamento al fuoco delle fibre tessili con la misura del L.O.I., Limit Oxygen Index che indica il limite minimo di ossigeno (%) necessario al mantenimento della combustione della fibra.

L.O.I. DI ALCUNI TIPI DI FIBRE	
ACETATO	18
POLIPROPILENE	18
ACRILICA	18
COTONE - LINO	19
RAION VISCOSA	19
POLIAMMIDICA 6/6.6	20
POLIVINILALCOLICA	20
POLIESTERE	22
LANA	25
FACILMENTE INFIAMMABILE	
ARAMIDICA	28
COTONE IGNIFUGATO	28
POLIESTERE FR.	29
VISCOSA FR.	29
MODACRILICA	30
LANA IGNIFUGATA - ZIRPRO	28
POLIAMMIDE-IMMIDE	32
CLOROVINILICA	42
ACRILICA PRE-OX	55
POLIVINILIDENCLORURO (PVDC)	60
POLITETRAFLUOROETILENE	95
PTFE (TEFLON)	
FIBRA DI VETRO	
FIBRA CERAMICA	
FIBRA DI CARBONIO	
FIBRA DI AMIANTO	
MEDIAMENTE INFIAMMABILE	
FLAME RETARDANT	
FLAME RESISTANT	

Figura 9: L.O.I. di alcuni tipi di fibre (Prato textile)

Considerando le principali proprietà delle fibre sopra elencate è possibile classificare in termini qualitativi anche l’impatto ambientale che la lavorazione richiede. La tabella riporta un elenco in ordine decrescente delle fibre in base al grado di impatto.

	Energy use	Water use	GHG emission	Wastewater	Land use
Decreasing environmental impact	Acrylic	Cotton	Nylon	Wool	Wool
	Nylon	Silk	Polyester	Regen. Cellulose	Ramie
	Polyester/PTT*	Nylon	Lyocell	Bast fibres	Cotton
	Viscose, Modal	Viscose, Modal	PLA**	Nylon	Flax
	PLA/Cotton/Lyocell	Acrylic	Viscose	Polyester	Hemp
	Wool	Hemp	Modal		Viscose
	Bast fibres (nettle, hemp, flax)	Wool	Cotton		Modal
		Bast fibres	Bast fibres		Jute
		Polyester	Wool		PLA
					Lyocell

* PTT polytrimethylene terephthalate
** PLA polylactic acid

Figura 10: Ordine decrescente delle fibre tessili in relazione all’impatto (Moazzem, Crossin, Daver, & Wang, 2021)

Prodotti tessili: dati

Per prodotti tessili non si intende solo abbigliamento ma “tutti quei prodotti che, allo stato grezzo di semilavorati, lavorati, semi confezionati o confezionati, sono esclusivamente composti da fibre tessili, qualunque sia il procedimento di mischia o di unione utilizzato”, secondo la definizione riportata nel Reg. UE 1007/2011 (GAZZETTA UFFICIALE DELL’UNIONE EUROPEA, 2011). Lo stesso regolamento definisce le norme per quanto riguarda la denominazione delle fibre tessili e l’etichettatura dei prodotti e per la determinazione della composizione fibrosa dei prodotti tessili con analisi quantitative.

Nella presente ricerca si farà riferimento in particolare alla produzione e al consumo di indumenti ma tra i prodotti tessili si possono quindi nominare anche feltri, stoffe non tessute, ovatte, tappeti, tessuti speciali, tessuti impregnati, spalmati o ricoperti, accessori, manufatti tessili confezionati e cappelli, copricapo o altre acconciature con prodotti tessili.

Secondo il report “L’impatto della produzione e dei rifiuti tessili sull’ambiente, 2020” del Parlamento Europeo (Parlamento Europeo, 2022) ogni cittadino europeo acquista ogni anno 26 kg di prodotti tessili, pari a 52 capi (considerando peso medio di 0.5 kg), con un aumento del 40% nell’acquisto di indumenti rispetto al 1996. Questo fattore è dovuto ad una produzione sempre più veloce e ad una riduzione drastica dei prezzi.

Da qui deriva il problema sempre più attuale dell’impatto ambientale dell’industria tessile. I problemi principali sono dovuti al consumo di acqua e all’inquinamento idrico. Nel 2015 il report del Parlamento Europeo stima un consumo di acqua per l’industria tessile di 79 miliardi di metri cubi e 2700 litri per una sola maglietta, pari a quello che una persona beve in circa due anni e mezzo. Il secondo dato riguarda l’inquinamento idrico e denuncia che il 35% delle microplastiche primarie rilasciate nell’ambiente deriva proprio dall’industria tessile. L’ultimo

dato riguarda invece le emissioni di carbonio di cui la produzione di tessili è responsabile per il 10%.



Figura 11: Impatti della produzione tessile nel 2019. Dati rielaborati da (Parlamento Europeo, 2022)

Oltre all’impatto ambientale di questo tipo di industria è molto importante sottolineare anche un altro aspetto che riguarda soprattutto la fast fashion: le condizioni di produzione dei tessuti e dei capi di abbigliamento. La crescente richiesta e la necessità di presentare prezzi sempre più competitivi ha spinto negli anni le società, anche se con sede in Europa, a spostare l’acquisto di tessuti e semilavorati e la produzione dall’Europa a paesi in via di sviluppo extra Eu dove la manodopera presenta prezzi inferiori. In particolare il 30% degli indumenti importati proviene dalla Cina, il 18% dal Bangladesh e il 12% dalla Turchia seguiti da Regno Unito, Vietman, India e Cambogia per un valore complessivo, nel 2020, di 69 miliardi di euro. Il più grande importatore europeo di vestiti da paesi extra EU è la Germania seguita da Spagna e Francia. Un dato interessante da notare riguarda però l’Italia che risulta il primo esportatore europeo dei vestiti. Si nota però un calo significativo per import ed export tra il 2019 e il 2020 dovuto all’epidemia COVID-19. (Bergamini, 2021)

Le figure 12 e 13 invece mostrano in termini quantitativi i prodotti tessili e indumenti importati ed esportati dall’Italia verso Stati Europei e Asiatici. Tra il 2010 e il 2019 si presenta un calo delle importazioni dalla Cina di tessuti e abbigliamento e dall’India di tessuti, si ha però un significativo aumento dell’import di tessuti dalla Turchia e di vestiti da Bangladesh e Spagna. L’export è in calo per il settore dei tessuti mentre risulta in crescita quello degli articoli di abbigliamento soprattutto verso Tunisia e Germania.

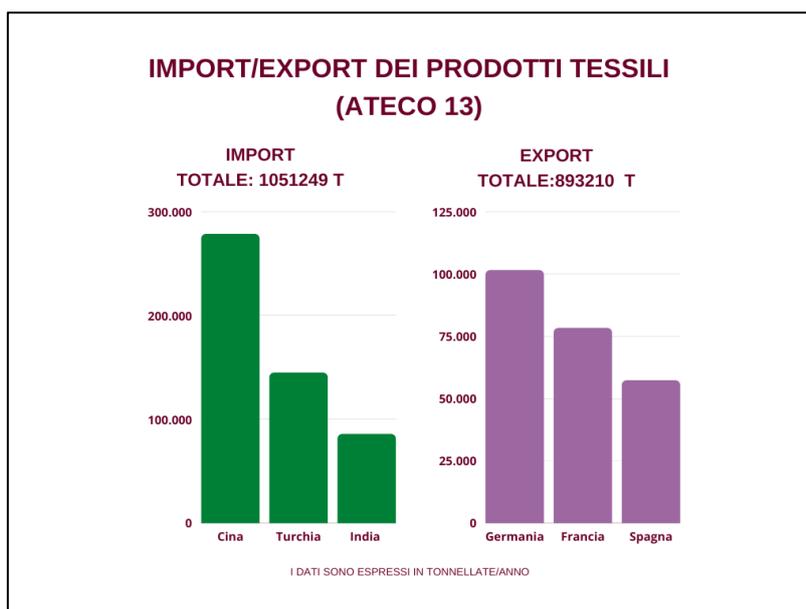


Figura 12: Import-export prodotti tessili per e dall'Italia in quantità (t). Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

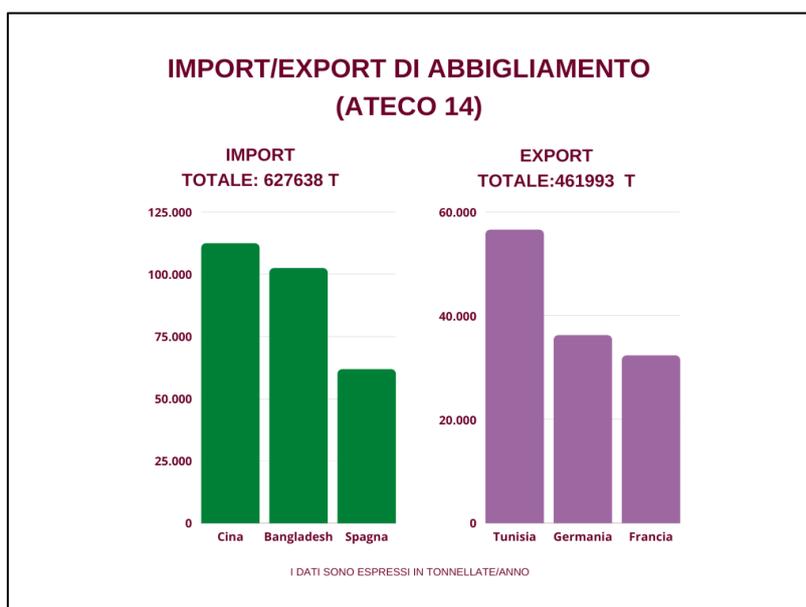


Figura 13: Import-export prodotti tessili per e dall'Italia in quantità (t). Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

I bassi costi di produzione nei paesi extra UE rispetto ai paesi dell'Unione Europea sono dati dal minore costo della manodopera e da regole di produzione diverse e non autorizzate in Europa che portano spesso alla luce gravi problemi come mancanza di tutele per quanto riguarda salute e sicurezza, lavoro minorile, salari insufficienti, mancanza di tutele nella vecchiaia e cattiva gestione delle risorse. Anche per questo motivo uno degli obiettivi della Commissione Europea per il 2030 è quello di una visione nuova per la sostenibilità e la circolarità del settore tessile con tessuti più durevoli, riparabili, riciclabili e privi di sostanze pericolose e prodotte nel pieno rispetto dei lavoratori. (Rai news, 2022)

Le aziende attive nella filiera della produzione tessile sono industrie tessili, aziende di confezionamento e riparazione e aziende di distribuzione. In Italia nel 2019 le aziende attive

nel tessile erano 179795 con un totale di più di 786000 lavoratori. A dimostrazione di quanto detto precedentemente, confrontando i dati relativi all'andamento in Italia tra il 2010 e il 2019 del settore tessile si nota che esso registra un calo del 14%. Un dato però significativo e in linea con l'attuale transizione ad un'economia circolare è quello che riguarda la riparazione degli articoli tessili, in aumento del 162.2% rispetto al 2010.

Rifiuti Tessili: dati

Per rifiuto si intende “un oggetto o una sostanza di cui qualcuno ha l'intenzione o il desiderio di disfarsi” (GAZZETTA UFFICIALE, 2006). Nella tesi ci si concentrerà sui rifiuti tessili che possono classificarsi in rifiuti di produzione, quindi scarti di processo e cascami tessili o pre consumo, scartati dalle aziende prima della vendita o rimasti invenduti e in post consumo, generati invece dal consumatore dopo l'utilizzo. In generale gli scarti tessili di produzione sono riciclati con maggiore facilità perché meno eterogenei e generalmente di migliore qualità. (Lau, 2015)

A livello europeo i rifiuti tessili sono identificati con i seguenti codici CER, Codice Europeo dei Rifiuti (Certifico, 2021):

- 040209: rifiuti da materiali compositi (fibre impregnate, elastomeri, plastomeri);
- 040221: rifiuti da fibre tessili grezze;
- 040222: rifiuti da fibre tessili lavorate;
- 191208: prodotti tessili;
- 150109: imballaggi in materia tessile;
- 200110: abbigliamento da raccolta differenziata;
- 200111: prodotti tessili da raccolta differenziata.

Anche i rifiuti tessili si dividono in rifiuti urbani e rifiuti speciali in base all'origine, nel primo caso sono prodotti dall'attività domestica dei cittadini, i secondi sono invece generati da attività produttive, commerciali, attività di recupero o smaltimento dei rifiuti o attività sanitarie.

Post consumo

Come i dati sulla produzione anche i dati sulla successiva gestione dei rifiuti tessili post consumo variano molto in base al continente e allo stato, i dati possono risultare anche molto diversi perché non vi è ancora un sistema di raccolta e di tracciamento univoco e oggettivo.

Nel mondo si conta una produzione dei rifiuti tessili pari 92 Mt all'anno con una stima per il 2030 di 134 Mt. Negli Stati Uniti viene stimato un consumo di indumenti pari a 37 kg per persona all'anno. In Europa la produzione di rifiuti tessili post consumo è di 11 kg annui per persona. (Beall, 2020), (Parlamento Europeo, 2022)

Per quanto riguarda l'Italia secondo il documento “Italia del riciclo 2021”, redatto dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, la raccolta urbana dell'abbigliamento usato nel 2019

era pari a 156943 t, circa 2.7 kg per persona. In particolare la raccolta urbana dei rifiuti tessili vede una percentuale del 51% al Nord, 27% al Sud e 20% al centro. Le regioni maggiormente interessate sono in ordine decrescente Lombardia (28.13 kt), Campania (15.34 kt), Veneto (14.74 kt), Lazio (14.37 kt) ed Emilia Romagna (14.07 kt). Questo dato è molto basso rispetto alla media europea e mondiale; è necessario però sottolineare che, non essendo ancora obbligatoria la raccolta differenziata per i tessili, una rendicontazione dei rifiuti post consumo è ancora molto complessa e incerta. Se si considera infatti che la percentuale di rifiuti tessili nella raccolta indifferenziata è del 5.7%, si aggiungerebbero 604120 t di rifiuti tessili che come indifferenziati vengono conferiti a discarica o termovalorizzatore. Sommando i tessili inseriti nell'indifferenziato e quelli conferiti ad apposita raccolta si giunge ad un quantitativo di indumenti, scarpe e accessori tessili scartati da ogni cittadino italiano di 13 kg all'anno. (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

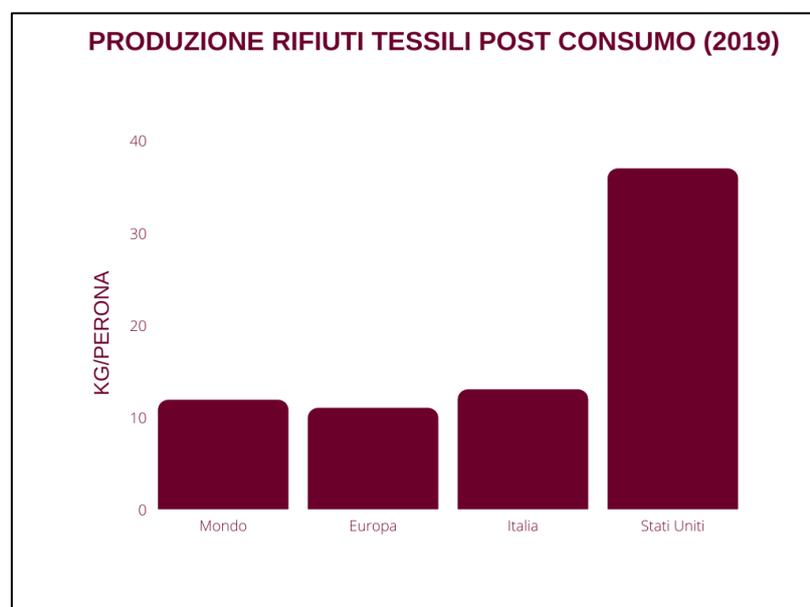


Figura 14: Produzione rifiuti tessili post-consumo pro capite. Dati rielaborati da (European Commission, 2020) (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021) (Beall, 2020)

Anche i dati relativi alla gestione dei rifiuti tessili post consumo sono molto incerti e variabili. Secondo EPA, United States Environmental Protection Agency, negli Stati Uniti i rifiuti tessili nel 2018 erano 17 Mt; di questi il 14.7% è stato riciclato, circa il 19% è stato destinato a termovalorizzazione e il 66% è stato inviato a discarica. Per avere un'idea più chiara della gestione attuale dei rifiuti si può dire che ogni secondo un camion di tessuti viene bruciato o buttato in discarica. Osservando la tabella riportante i dati forniti da EPA, si possono fare due considerazioni significative. La prima riguarda l'aumento della quantità di rifiuti tessili negli anni, del 965% dal 1980 al 2018. La seconda riguarda invece la gestione di essi; si nota negli anni un aumento dei rifiuti utilizzati per recupero energia e di quelli riciclati anche se l'invio a discarica costituisce per ogni anno la via preferita. (EPA, 2018)

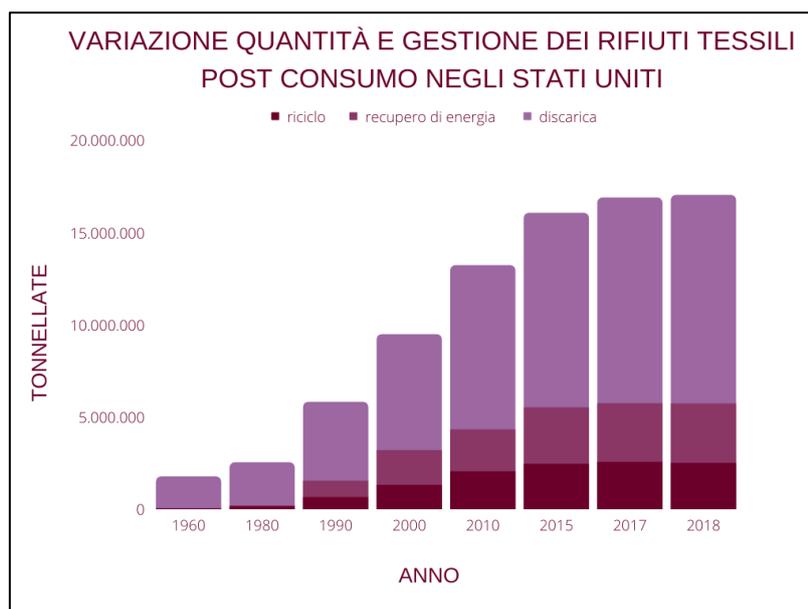


Figura 15: Gestione dei rifiuti tessili negli Stati Uniti (EPA, 2018)

Per quanto riguarda l'Europa si stima che l'87% dei rifiuti tessili sia inviato a termovalorizzatore o discarica. (Parlamento Europeo, 2022)

In Italia la frazione tessile dei rifiuti urbani identificati con CER 20 è regolamentata dalla normativa in materia di rifiuti contenuta nel D.lgs. 152/06. La precedente normativa è stata integrata dalla Legge 166/2016 per quanto riguarda le attività di recupero finalizzate alla re immissione di indumenti e accessori di abbigliamento usati direttamente in nuovi cicli di consumo e definendo la differenza tra beni e rifiuti. (GAZZETTA UFFICIALE, 2006), (GAZZETTA UFFICIALE, 2016) Ad ora l'attività di raccolta dei rifiuti tessili post consumo è svolta in modo permanente ma non obbligatorio nei comuni italiani utilizzando contenitori posizionati su suolo pubblico e in isole ecologiche. A differenza della raccolta differenziata di altri materiali come plastica o carta, la raccolta dei rifiuti tessili post consumo non è municipalizzata, quindi realizzata per conto del comune, ma è realizzata da aziende private che si occupano della raccolta, oppure da enti benefici che possono riutilizzare gli indumenti adatti oppure rivenderli. Il trasporto del materiale tessile, quando classificato come rifiuto deve essere effettuato da operatori autorizzati e iscritti all'Albo dei Gestori Ambientali che devono inoltre garantire la tracciabilità del rifiuto. Dei rifiuti tessili conferiti ad apposito cassonetto si stima che solo una quantità dal 3% al 5% venga inviata a smaltimento, questo grazie ad una sempre maggiore sensibilità e attenzione.

Per i rifiuti tessili raccolti separatamente, oltre il 3% conferito a smaltimento, si stima che circa il 50% del restante possa essere riutilizzato e quindi rivenduto, il restante 50% può invece essere recuperato come pezzame industriale, riempimenti o, in rari casi, nuove fibre.

Gli indumenti che possono essere riutilizzati vengono spesso venduti a mercati stranieri; nel 2019 14311 t di indumenti sono stati esportati, i maggiori paesi di destinazione sono Tunisia, Guinea e Pakistan. L'import di indumenti è stato invece di 3324 t principalmente da Germania, Svizzera e Austria. Per la frazione destinata a recupero di materie ma non riuso invece l'import

nel 2019 equivale a 11987 t principalmente da India, Bangladesh e Pakistan mentre l'export è di 28185 soprattutto verso India, Francia e Pakistan. Rispetto al 2010, import ed export di indumenti usati sono in aumento, mentre il commercio di rifiuti non riutilizzabili registra un calo. È necessario però sottolineare che, a fronte dei dati forniti, solo il 21% dei rifiuti tessili è conferito alla corretta raccolta, il 79% è ancora conferito alla raccolta indifferenziata. (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

Pre consumo

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti pre consumo questa varia significativamente da Stato a Stato in base alle attività produttive presenti e ai sistemi di tracciamento utilizzati. Nel documento ci si concentra sui dati relativi all'Italia, di cui si hanno maggiori informazioni.

Secondo il report Italia del Riciclo 2021, i rifiuti prodotti dall'intero settore tessile erano 479381 t; di questi 156943 t sono riferite alla quantità di tessili post-consumo da raccolta urbana e 118817 t, con codice CER 04, sono rifiuti e scarti tessili da produzione. Ci sono poi 24134 t di rifiuti con codice CER 19 che derivano dal trattamento di rifiuti e 120033 t di rifiuti da imballaggio con codice CER 15; di queste una parte è di tipo tessile ma non viene specificata la percentuale.

In Italia, secondo l'elaborazione Ecocerved su dati MUD nel 2019 il 46% dei rifiuti del settore tessile viene inviato a recupero di materia, l'11% va a smaltimento in discarica mentre il 43% viene destinato ad attività di tipo intermedio come pretrattamenti e stoccaggio dopo il quale viene sottoposto ad un'attività di cernita, preparazione per il riutilizzo e trasformazione in pezzame industriale. La produzione totale di materiali secondari di matrice tessile nel 2019 era di 81000 t in Italia su 480000 t di rifiuti. Gli impianti che producono materiali secondari tessili sono 160, il 7% degli impianti che trattano rifiuti tessili. Altro fattore importante da considerare è il flusso dei rifiuti da e per l'Italia che supera le 116000 t (2019); più del 50% dell'import proviene dalla Germania, il 40% è composto dell'export alla Tunisia e il restante all'Est Europa. (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

Si riporta un'immagine riassuntiva dei dati sulla produzione e gestione dei rifiuti tessili pre e post consumo in Italia. La seconda figura riguarda invece la provenienza e la destinazione dei rifiuti tessili importati ed esportati.

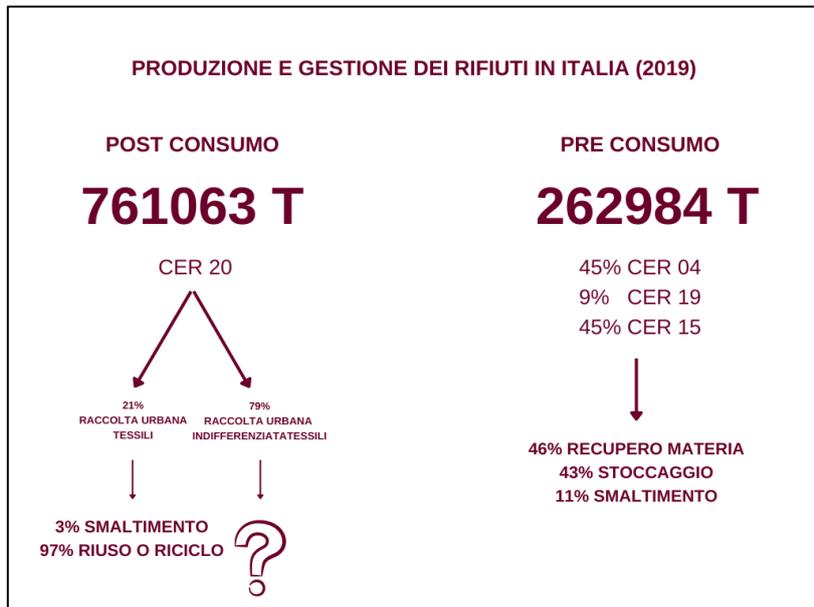


Figura 16: Produzione e gestione dei rifiuti tessili in Italia. Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

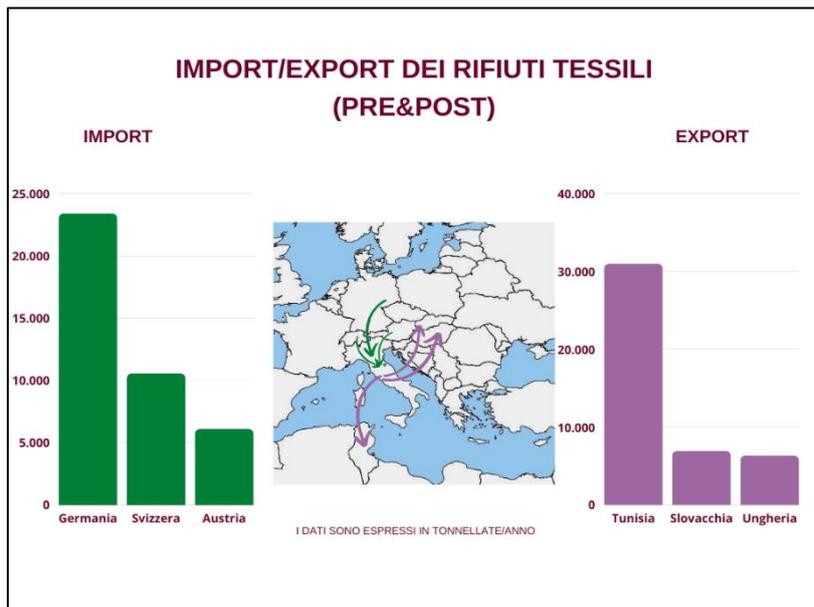


Figura 17: Import/export dei rifiuti tessili per e dall'Italia. Dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

Alternative alla discarica

Riuso, Riciclo e Second Hand

Il rifiuto ha generalmente due destini: smaltimento o recupero. Si riportano le definizioni dell'art.183 del D.Lgs. 152/06. (GAZZETTA UFFICIALE, 2006) Per recupero si intende "Qualsiasi operazione il cui risultato principale sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale".

Per smaltimento si intende invece "Qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia".

Un tipo di recupero è il riciclaggio definito come "qualsiasi operazione attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiale o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini incluso il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il trattamento di materiali da usare come combustibili o in operazioni di riempimento".

In questo capitolo si presentano le principali alternative allo smaltimento della frazione tessile. Per gli scarti di produzione, i cascami tessili, esiste già una filiera consolidata che si occupa del recupero di tali scarti per produrre ovatta usata per nuovi filati o riempimento oppure altri materiali come stracci per la pulizia. In questo caso il recupero risulta più facile perché si tratta generalmente di cascami di buona qualità e nella maggior parte di materiale omogeneo quindi più facile da selezionare e lavorare. Il grande problema riguarda però la gestione dei rifiuti, soprattutto indumenti, post-consumo.

Come emerge dai dati precedentemente commentati le alternative allo smaltimento riguardano sia un utilizzo maggiore dei capi, con la prevenzione del rifiuto, sia possibilità di riuso e riciclo, incentivati dall'ottica di economia circolare.

In particolare un fenomeno da prendere in considerazione è l'utilizzo e la compra-vendita di abiti usati e quindi di "seconda mano".

Si tratta di un fenomeno in crescita negli ultimi anni grazie a internet e ad una nuova concezione dell'usato. Rappresenta infatti una nuova possibilità di guadagno e al tempo stesso una forma di economia circolare. Negli anni l'usato è diventato un "mercato parallelo" diffuso soprattutto nei paesi anglosassoni. In Italia è coinvolto il 15% della popolazione per un valore di 23 miliardi di euro. Sono coinvolti soprattutto i giovani che comprano e vendono gli abiti tramite internet.

Un altro modo per dare una seconda vita ai vestiti usati è possibile non solo con la vendita ma anche con lo scambio; si sono diffusi negli ultimi anni infatti gli swap parties, momenti di scambio e incontro tra amici, parenti o anche sconosciuti; nati a New York nel 2008. Possono essere privati o pubblici, organizzati da negozi o anche da amministrazioni comunali. Questa pratica ha sia una finalità di risparmio, permette infatti di avere nuovi abiti senza spesa

cedendo indumenti non più utilizzati, sia una finalità ecologica in quanto si evita lo spreco di vestiti che possono essere ancora in buone condizioni.

Nei due casi precedentemente citati non si parla però di rifiuti perché i capi vengono venduti o scambiati come beni, evitando in principio la classificazione a rifiuto. È questo il caso di prevenzione della produzione dei rifiuti.

I capi post-consumo che non vengono più utilizzati e che vengono conferiti negli appositi cassonetti, pre-consumo scartati dalle aziende o anche tessuti eliminati durante la produzione diventano rifiuti. In questo caso, oltre allo smaltimento in discarica, le possibilità sono recupero di energia con termovalorizzatori e, da preferire, riutilizzo e riciclo.

È necessario inserire alcune definizioni che verranno utilizzate spesso nella trattazione.

Un rifiuto assume la qualifica di End Of Waste quando “viene sottoposto a un’operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfa i criteri specifici”. (GAZZETTA UFFICIALE, 2006)

I criteri da rispettare per la classificazione di End Of Waste sono:

- utilizzo della sostanza per scopi specifici;
- presenza di un mercato;
- rispetto dei requisiti tecnici e degli standard esistenti;
- assenza di impatti negativi e pericolosi derivanti dall’utilizzo della sostanza.

Nel caso dei rifiuti tessili essi devono essere sottoposti a igienizzazione e selezione; dopo questi passaggi i tessili inviati a riuso o riciclo possono assumere la qualifica di End Of Waste.

Gli step di selezione e preparazione al riutilizzo negli impianti di selezione sono costituiti da una prima cernita per tipologia e poi dalla separazione degli indumenti per riutilizzo da quelli per riciclaggio, una separazione manuale per qualità e infine igienizzazione dei prodotti avviati a riutilizzo per raggiungere le caratteristiche microbiologiche indicate dalla legge. (GAZZETTA UFFICIALE, 2016)

Quando i materiali, opportunamente trattati e recuperati, possono essere utilizzati nei cicli produttivi al posto delle materie prime prendono la denominazione di Materia Prime Secondarie. È ad esempio il caso dell’ovatta ottenuta dagli scarti tessili che può essere utilizzata, al posto delle materie prime, per produrre filati.

Il riciclo dei tessili può essere indirizzato a produzione di pezzame a uso industriale, ad esempio, stracci e strofinacci o a sfilacciamento, rifilatura e cardatura delle fibre per il reimpiego per produrre nuovo tessuto oppure isolanti acustici o termici. Infine, il materiale non riciclato può essere recuperato come materiale da riempimento. Il riciclo fibra a fibra varia molto in base alla tipologia e all’eterogeneità del prodotto; in base ai diversi casi sono necessari processi diversi meccanici o chimici e non sempre la fibra ricavata presenta le stesse proprietà che ha la fibra di origine.

Un tipo di riciclo per quanto riguarda il tessile è la rigenerazione che prevede il riutilizzo di scarti e rifiuti per dare vita a prodotti con un valore maggiore. A differenza del riciclo, le fibre di partenza non vengono distrutte e si ha quindi un consumo di energia minore. Vengono rigenerati soprattutto lana, cashmere e tessuti sintetici ma è possibile rigenerare anche cotone e jeans anche se più complicato. (Rifo-Lab, s.d.)

Coloro che si occupano della gestione dei rifiuti possono essere intermediari o commercianti ed enti o imprese che effettuano operazioni di trasporto di rifiuti speciali a impianti di trattamento dei rifiuti e soggetti pubblici o privato addetti alla raccolta dei rifiuti urbani.

New circular economy action plan

Il Green Deal europeo è la nuova agenda europea che ha come obiettivo “la trasformazione dell’UE in un’economia moderna garantendo emissioni zero di gas serra per il 2050, crescita economica disaccoppiata dall’uso delle risorse e più attenzione ai cittadini”. (European Commission, 2020) Per portare a termine questi obiettivi sono state introdotte delle azioni in ambito sociale, economico e politico tra cui il New Circular Economy Action Plan di cui l’industria tessile e della moda costituiscono una parte fondamentale. Questo piano, varato nel marzo 2020, presenta iniziative che riguardano l’intero ciclo di vita dei prodotti ponendo l’attenzione alla produzione e incoraggiando il consumo sostenibile, riduzione degli sprechi e promuovendo processi di economia circolare.

Gli obiettivi sono:

- rendere i prodotti più sostenibili;
- responsabilizzare consumatori e acquirenti pubblici;
- concentrarsi sui settori che utilizzano molte risorse e dove il potenziale di circolarità è elevato;
- garantire meno sprechi;
- promuovere l’economia circolare.

Per quanto riguarda la produzione sostenibile ad oggi non esiste una serie completa di requisiti per garantire che tutti i prodotti diventino sempre più sostenibili e adatti alla circolarità poiché gli strumenti esistenti come l’Ecolabel EU o i criteri dell’UE per gli appalti pubblici verdi sono a base volontaria. È per questo stata proposta dal piano una iniziativa legislativa per ampliare la direttiva sulla progettazione ecocompatibile per la gamma più ampia possibile di prodotti. (European Commission, 2020)

Altro elemento essenziale del piano è la circolarità dei processi produttivi; la Commissione consentirà una maggiore circolarità nell’industria facilitando la simbiosi industriale e promuovendo l’uso di tecnologie digitali per il tracciamento e la mappatura delle risorse.

Il settore tessile rappresenta molte difficoltà sia per la necessità elevata di risorse (materie prime e acqua) e gli impatti generati sia per la concorrenza della produzione extra UE. Per questo la Commissione propone una strategia globale dell’UE per i tessili coinvolgendo industria e parti interessate per rafforzare la competitività industriale e l’innovazione del settore, per rilanciare il mercato dell’UE per i tessili sostenibili e circolari, per affrontare una moda sempre più veloce e promuovere nuovi modelli di business. Le misure principali messe in atto sono:

- applicazione del nuovo quadro per i prodotti sostenibili; compreso lo sviluppo di misure di progettazione ecocompatibile, l’adozione di materie prime secondarie, la lotta alla presenza di sostanze chimiche pericolose e la responsabilizzazione dei consumatori;

- migliorare il contesto commerciale e normativo per i tessili sostenibili e circolari nell'UE;
- fornire orientamenti per raggiungere livelli elevati di raccolta differenziata dei rifiuti tessili, che gli stati membri devono garantire entro il 2025;
- promuovere la selezione, il riutilizzo e il riciclaggio dei tessili, attraverso l'innovazione, incoraggiando le applicazioni industriali e misure normative come la responsabilità estesa al produttore.

Quest'ultimo punto introduce il principio dell'EPR, Responsabilità Estesa del Produttore, ovvero le norme che assicurano che ai produttori spetti la responsabilità finanziaria e operativa della gestione del ciclo di vita in cui il prodotto diventa rifiuto per favorire, appunto, una progettazione più consapevole e attenta. (Cupellaro, 2022)

L'Italia con il D.lgs. 116/2020 ha previsto l'obbligo di raccolta differenziata dei tessili a partire dal 1° gennaio 2022, con tre anni di anticipo rispetto agli altri stati europei. Emergono però alcune problematiche che riguardano i comuni per quanto riguarda il ritiro e il conferimento dei beni ma anche i produttori su cui ha un forte impatto l'introduzione della Responsabilità Estesa del Produttore; per questi motivi viene richiesto più tempo per prepararsi alla raccolta differenziata. A questo si aggiunge inoltre il problema della mancanza di una rete di impianti in grado di recuperare materia dagli scarti tessili. Per questo sono stati destinati i fondi del PNRR, Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza approvato il 13 luglio 2021, per la costruzione di "textile hubs" e per le amministrazioni pubbliche per la raccolta. (Carillo, 2022)

In particolare dei 600 milioni di euro destinati dal PNRR ai progetti per la realizzazione di un'economia circolare, 150 milioni saranno utilizzati per la creazione dei centri con l'obiettivo del 100% di recupero nel settore tessile. I textile hubs saranno infatti impianti e infrastrutture dedicate alla raccolta delle frazioni di tessili pre consumo e post consumo e di riciclo. (Ministero della Transizione Ecologica, 2021)

La prima città italiana a candidarsi come Textile Hubs, grazie alla lunga tradizione nel riciclo dei tessili, è Prato. L'impianto oggetto del bando sarà gestito dalla società pubblica dei rifiuti urbani Alia e sarà realizzato nella zona sud della città. Accoglierà e selezionerà i rifiuti pre e post consumo con una percentuale di riciclaggio prevista del 94%. Verrà inoltre implementata una tecnologia a infrarossi per selezionare i tessuti in base alle fibre e ai colori con una potenzialità di trattamento di 4 tonnellate all'ora. (Bittau, 2022)

L'obiettivo è quindi la transizione anche per la filiera del tessile da un modello lineare ad un modello circolare come è già avvenuto per altri materiali come vetro, plastica e carta.

Come ogni transizione anche quella del settore tessile porterà ad un aumento dei prezzi che però inizieranno a diminuire con lo sviluppo di nuove tecnologie e l'entrata a regime del processo circolare. (Ellen Macarthur Foundation, 2020)



Figura 18: Economia lineare vs economia circolare

Rapporto di sostenibilità: aziende a confronto

Gruppi della moda analizzati

Il report di sostenibilità o bilancio di sostenibilità è “un documento con cui le imprese comunicano ai propri stakeholder interni ed esterni le prestazioni e gli impatti di sostenibilità dell’azienda o dell’organizzazione”. (Balocco, 2021)

Le informazioni fornite dall’azienda devono rispettare la Direttiva 2014/95/UE e devono essere qualitative e quantitative; devono quindi fornire anche una rendicontazione degli impatti ambientali considerati nel report.

Non essendo ancora obbligatorio per tutte le aziende e organizzazioni, ma solo per le grandi imprese di interesse pubblico, ognuno può adottare diversi metodi di rendicontazione anche se le linee guida più ampiamente utilizzate sono definite dal Sustainability Reporting Framework, fornite dalla Global Reporting Initiative (GRI). Gli ambiti analizzati nei report sono economico, sociale e ambientale. Gli standard forniti dal GRI per l’ambito ambientale riguardano materiali, energia, acqua, biodiversità, emissioni, scarichi idrici, biodiversità, rifiuti, compliance ambientale e valutazione ambientale dei fornitori.

Si analizzano in seguito gli approcci alla sostenibilità di sei gruppi tessili italiani e mondiali. Per poter paragonare in modo più veritiero i vari report di sostenibilità sono state scelte delle grandi aziende che utilizzano materie prime provenienti anche da paesi stranieri e possiedono poli produttivi e punti vendita in tutto il mondo e inoltre per ogni fascia è stata selezionata un’azienda italiana e una straniera. Il metro di paragone utilizzato per classificare le aziende in fascia alta, media e bassa è il prezzo a cui viene venduto l’abbigliamento prodotto:

- FASCIA ALTA: t-shirt uomo > 200 euro;
- FASCIA MEDIA: t-shirt-uomo da 50-200 euro;
- FASCIA BASSA: t-shirt uomo da 5-50 euro.

Le aziende o i gruppi del lusso selezionati sono la sezione tessile del Gruppo francese LVMH e del Gruppo Prada, rispettivamente il più grande a livello mondiale e a livello italiano.

Le aziende di fascia media analizzate sono NIKE e Gruppo Calzedonia.

Le aziende rappresentative della moda fast considerate sono H&M e OVS.

Dall’analisi dei rapporti di sostenibilità potrebbe emergere un fenomeno su cui è necessario porre l’attenzione, il cosiddetto “green washing”; questo termine indica la tendenza di alcune aziende di definirsi sensibili ai temi ambientali, dichiarando di seguire un processo produttivo ecosostenibile ma senza delle prove oggettive o omettendo pratiche non sostenibili. Le aziende che vogliono dimostrare la reale sostenibilità dei loro processi devono sottoporsi a certificazioni ambientali, regolamentate dagli standard EMAS e ISO 14001 o dal GRS, Global Recycled Standard. Inoltre, altro elemento importante è che tutte le informazioni fornite dalle aziende siano verificabili, oggettive, veritiere e non semplice pubblicità. Nei report analizzati si considera solo la parte relativa ad impatti ambientali, ambiente e sostenibilità.

Leggendo i report di sostenibilità dei sei gruppi sono emerse alcune criticità che non permettono un chiaro confronto tra essi. In particolare, bisogna considerare che i dati riportati vengono calcolati in modo diverso da gruppo a gruppo. In alcuni casi non vengono considerate tutte le sedi produttive o i punti vendita, in altri non vengono compresi gli impatti dalla catena di fornitori di materie prime o semilavorati.

Per ogni impatto i cui dati vengono riportati sono elencati anche i metodi di rendicontazione ed eventuali mancanze quando specificato nel report.

Tabella 1: Scheda descrittiva del gruppo LVMH (LVMH, 2021)

GRUPPO	LVMH
SEDE	Parigi, Francia
ATTIVITA'	Progettazione, produzione e commercio di vini, profumi e cosmetici, orologi e gioielli, abbigliamento e articoli in pelle
CONTINENTI DI PRODUZIONE	Europa, Asia, America
DIPENDENTI	175647
DESCRIZIONE DEL GRUPPO	
<p>Il gruppo LVMH, nato in Francia nel 1953, si occupa non solo del settore tessile, che rappresenta il 48% delle vendite, ma anche di altri settori come produzione di vino, gioielli e profumi con un totale di 175647 dipendenti in 80 diverse nazioni. Il gruppo possiede 75 marchi e punti vendita in Europa, Stati Uniti e Asia.</p>	
DESCRIZIONE REPORT	
<p>Si analizza il report di sostenibilità 2021 facendo riferimento alle informazioni relative al solo settore tessile; fin dalle prime pagine si nota una grande attenzione alle tematiche ambientali e numerosi riferimenti agli obiettivi dell'agenda 2030.</p> <p>Il gruppo ha sviluppato una strategia di economia circolare ponendo in primo piano il rispetto per l'ambiente preservando le materie prime e riducendo o evitando i rifiuti. Per mettere in atto questi obiettivi le azioni principali sulle quali il gruppo si concentra sono l'ecodesign e analisi del ciclo di vita dei prodotti per rendere la produzione più sostenibile, riciclo di materiali come lana, seta, cotone, cashmere e pelle e priorità agli stock più vecchi. Un altro elemento molto importante è la tracciabilità dei materiali dall'origine al prodotto finito. Il termine "Eco-design" ricorre spesso ed è uno degli obiettivi per il 2030 per tutti i prodotti; si riferisce ad una produzione più consapevole e che prende in considerazione tutte le fasi del prodotto, dalla fornitura dei materiali che dovranno essere certificati, alla lavorazione e vendita, ai servizi di riparazione dei prodotti fino alla gestione dei capi e accessori che vengono scartati dal cliente in processi di riuso, riciclo e riproposta per dare al capo nuova vita.</p> <p>Nel rapporto di sostenibilità vengono inoltre riportati i dati relativi alla carbon footprint, al consumo di acqua e all'impatto sulla biodiversità per ciascuna fase del processo e i metodi utilizzati per il calcolo.</p> <p>I dati riportati non considerano le attività logistiche e amministrative.</p> <p>Sono inoltre riportati i consumi di energia e la tendenza degli ultimi tre anni, 2019-2021, il consumo di acqua, emissione di gas serra, il packaging utilizzato, i rifiuti prodotti pericolosi e non pericolosi e le quantità di rifiuti recuperati. In generale si riscontra un miglioramento tra il 2019 e il 2021 in tutti gli ambiti. Viene però specificato che non si considerano i siti amministrativi con meno di venti dipendenti e alcuni punti di vendita al dettaglio (26%). In particolare, i siti coperti dalla rendicontazione sono 301 su 446.</p> <p>I dati riportati sono stati calcolati sulla base di questionari su consumi, trasporti e materie prime utilizzate forniti e compilati dai siti produttivi di proprietà dell'azienda.</p>	

OBIETTIVI 2023
Nuovi servizi per l'economia circolare dei prodotti
OBIETTIVI 2025-2026
Zero plastica nel packaging
OBIETTIVI 2030
100% Prodotti eco-designed 100% Prodotti tracciabili
RISULTATI 2021
41% di materiale riciclato per il packaging 4000 prodotti con sistema di tracciamento certificazioni materiale in ingresso (61% per cotone, 81% per pelle) 657000 ettari di habitat naturale preservato e restaurato 6% di riduzione emissioni GHG rispetto all'anno precedente 39% energia rinnovabile

Tabella 2: Scheda descrittiva del gruppo PRADA (PRADA Group, 2021)

GRUPPO	PRADA
SEDE	Milano, Italia
ATTIVITA'	Progettazione, produzione e commercio di abbigliamento e articoli in pelle
CONTINENTI DI PRODUZIONE	Europa
DIPENDENTI	13140
DESCRIZIONE DEL GRUPPO	
<p>Fondato nel 1913 a Milano il gruppo possiede oggi 23 sedi produttive delle quali 20 in Italia, 1 in Inghilterra, 1 in Francia e 1 in Romania e 635 store in tutto il mondo. È inoltre costituito da sette brand di cui quattro operanti nel settore tessile con prodotti in pelle, indumenti e scarpe.</p> <p>Le materie prime vengono fornite da 470 fornitori; di questi l'84% è in Italia, il 5% nel resto dell'Unione Europea e l'11% di Paesi extra UE. Anche per i semilavorati che Prada acquista da fornitori, l'87% è composto da prodotti di manifatture italiane, il 7% da manifatture dell'UE e il restante 7% da manifatture extra UE. Tutte le aziende che lavorano per il gruppo devono aderire il Codice Etico e vengono selezionate e valutate tramite una procedura "Qualified Vendor List" che definisce i criteri per valutare le prestazioni etiche, tecniche ed economiche dei fornitori.</p>	
DESCRIZIONE REPORT	
<p>Si analizza il report di sostenibilità 2021. Nel capitolo riguardante la sostenibilità ambientale si presta molta attenzione alle materie prime utilizzate ponendosi come obiettivo l'utilizzo di materie prime a basso impatto ambientale. È analizzata anche la generazione di rifiuti durante il ciclo produttivo sottolineando anche la quantità di scarti tessili di produzione e rifiuti tessili pre consumo. In questo specifico caso la produzione di scarti tessili è diminuita negli anni da 619 t nel 2019 a 489 t nel 2021; rimane però alta la quantità di scarti tessili che è inviata a smaltimento, il 56%.</p> <p>Vengono inoltre presentati alcuni progetti di "pensiero circolare" come l'utilizzo di Nylon esclusivamente riciclato, l'iniziativa del marchio Miu Miu di riproporre l'usato e il vintage e l'utilizzo di materiale riciclato per il packaging. A differenza del primo gruppo analizzato in questo caso non si fa riferimento i rifiuti tessili post consumo e alle possibili soluzioni per ridurre la produzione ma si sottolinea comunque l'alta qualità dei prodotti e di conseguenza la garanzia di durabilità.</p> <p>Un'altra differenza rispetto al report del gruppo precedente è che non vengono specificati gli obiettivi che il gruppo si pone per anni futuri.</p> <p>L'attenzione per la Biodiversità e la natura si manifesta attraverso la tutela di alcuni ambienti naturali come l'area marina protetta di "Capo Carbonara" in Sardegna e il progetto SEA BEYOND in collaborazione con la Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) dell'UNESCO. SEA BEYOND è composto da una serie di eventi che hanno lo scopo di diffondere le conoscenze sull'oceano, la necessità di salvaguardia di esso e promuovere le iniziative di tutela.</p>	

RISULTATI 2021

Progetti di economia circolare
53% di energia rinnovabile
Impianti di trattamento acque
Impianto fotovoltaico

Tabella 3: Scheda descrittiva del gruppo CALZEDONIA (CALZEDONIA Group, 2021)

GRUPPO	CALZEDONIA
SEDE	Verona, Italia
ATTIVITA'	Progettazione, produzione e commercio di abbigliamento
CONTINENTI DI PRODUZIONE	Europa, Asia, Africa
DIPENDENTI	39236
DESCRIZIONE DEL GRUPPO	
<p>Il gruppo Calzedonia, nato nel 1986 in Italia, possiede 7 brand del settore tessile. Opera in 55 paesi del mondo con 24 stabilimenti produttivi, 7 poli logistici. Gli stati in cui viene prodotta la merce proposta sono Italia, Croazia, Serbia, Bulgaria, Bosnia, Sri Lanka ed Etiopia e quello che è specificato è che tutti gli stabilimenti sono allineati alle prescrizioni italiane ed europee a prescindere dall'ubicazione. È inoltre specificato che tutte le aziende del gruppo hanno adottato sistemi di gestione ambientale come ISO 14001. Nei poli produttivi di proprietà del gruppo viene realizzata 82% della merce venduta, per la restante parte il gruppo si occupa solamente della vendita.</p>	
DESCRIZIONE REPORT	
<p>Anche per il gruppo Calzedonia è stato analizzato il rapporto di sostenibilità 2021. Come nei due casi precedenti il capitolo dedicato alla gestione ambientale delle aziende concentra l'attenzione sulla tracciabilità delle materie prime però definendo in modo più dettagliato l'origine e le caratteristiche dei materiali. I fornitori vengono scelti considerando standard di qualità e competitività del prezzo e adesione al Codice Etico e di Condotta previsto dall'azienda. Il 44% delle materie prime proviene dall'Italia, il 24% dall'Asia e il 30% dagli altri paesi Europei; il gruppo predilige fornitori locali anche per vantaggi logistici e di sicurezza dell'approvvigionamento.</p> <p>Sono descritti in modo molto dettagliato anche i materiali per il packaging e i dati su consumi idrici, consumo di energia, utilizzo di fonti rinnovabili ed emissioni così come la metodologia e gli standard di rendicontazione.</p> <p>Alcune delle iniziative introdotte per ridurre gli impatti ambientali descritte nel report sono l'utilizzo di macchinari all'avanguardia per produrre modelli più sostenibili e collezioni prodotte con materiali riciclati per ridurre il consumo di acqua ed energia, campagne di raccolta di indumenti post consumo e la collaborazione con istituti di ricerca per individuare tecnologie e strategie di riutilizzo del materiale derivante dalle lavorazioni.</p>	
OBIETTIVI 2023	
Collaborazioni con associazioni locali per riutilizzo e riciclo di scarti di produzione	
OBIETTIVI 2030	
25% di capi prodotti con materiali a basso impatto	

RISULTATI 2021

Fornitori locali

Controllo filiera produttiva

17% di capi prodotti con materiali a basso impatto

90% del packaging in carta e cartone riciclati

Tabella 4: Scheda descrittiva del gruppo NIKE (NIKE, 2021)

GRUPPO	NIKE
SEDE	Beaverton, Oregon, Stati Uniti
ATTIVITA'	Progettazione e commercio di abbigliamento e scarpe, supervisione di aziende di produzione
CONTINENTI DI PRODUZIONE	America, Asia, Europa
DIPENDENTI	65283
DESCRIZIONE DEL GRUPPO	
<p>Nike è un'azienda americana fondata nel 1964. Oltre a capi di abbigliamento, l'azienda è specializzata nella produzione di scarpe, la produzione avviene in aziende americane e asiatiche supervisionate da NIKE per un totale di 1153199 lavoratori.</p>	
DESCRIZIONE REPORT	
<p>E' stato analizzato il report di sostenibilità 2021.</p> <p>Nelle prime pagine del rapporto, a differenza degli altri, sono elencati tutti gli obiettivi che l'azienda si è posta per il 2025 e l'attuale posizione. Le tematiche ambientali in primo piano riguardano l'emissione di gas serra, l'utilizzo di energia prodotta da fonti rinnovabili, produzione e gestione dei rifiuti e consumo di acqua.</p> <p>Nel report di sostenibilità del gruppo non si parla nello specifico dei poli produttivi. Al contrario degli altri report però ci si concentra attentamente sui materiali utilizzati che sono poliestere, gomma, cotone, pelle ed EVA Foam, un materiale a base di polietilene. Per ognuno di questi materiali è specificata la quantità utilizzata e la percentuale di essi che proviene da materiale riciclato. La percentuale più alta riguarda il poliestere, 33%, mentre per gli altri materiali varia tra 0,1 e 2%.</p> <p>A differenza degli altri report, Nike pone l'attenzione anche sui rifiuti post-industriali, quindi scarti di produzione e sui rifiuti post-consumo e sulla loro possibile gestione; viene proposto un sistema di riciclo open-loop con la produzione di oggetti per la palestra, skateboard, parti di biciclette e scooter e pavimentazione. Oltre a queste iniziative sono proposte e in via di sviluppo possibilità di riciclo close-loop di poliestere e cotone. Per ridurre i rifiuti post-consumo NIKE adotta alcuni principi come l'estensione del tempo di vita dei prodotti aumentando la qualità e attuando partnership con organizzazioni, comunità e scuole per incentivare la donazione e il riuso di indumenti o scarpe non più utilizzate.</p>	
OBIETTIVI 2025-2026	
<p>Riduzione del 70% di gas serra rispetto al 2015 100% energia rinnovabile Riduzione del 10% di produzione dei rifiuti rispetto al 2015 0% dei rifiuti a discarica Riduzione del 25% di acqua per la produzione dei capi rispetto al 2015 50% di materie prime a basso impatto</p>	

RISULTATI 2021

78% energia rinnovabile

Riduzione del 43% di emissioni di gas serra dal 2015

Riduzione del 6% del consumo di acqua rispetto al 2015

Collaborazione con associazioni per

Riutilizzo e donazione di rifiuti post-consumo

Collaborazione con altri enti per riciclo di poliestere e cotone

Tabella 5: Scheda descrittiva del gruppo H&M (H&M Group, 2021)

GRUPPO	H&M
SEDE	Stoccolma, Svezia
ATTIVITA'	Progettazione e commercio di capi di abbigliamento, supervisione di aziende di produzione
CONTINENTI DI PRODUZIONE	Europa, Asia
DIPENDENTI	116000
DESCRIZIONE DEL GRUPPO	
<p>H&M è una catena di abbigliamento svedese fondata nel 1947. In questo caso la produzione non avviene all'interno di stabilimenti gestiti direttamente dall'azienda ma in centri di produzione principalmente in Asia ma supervisionati dall'azienda e selezionate con il metodo di giudizio FSLM e FEM. I paesi di produzione sono in particolare Bangladesh, Cambogia, Cina, India, Indonesia, Myanmar e Turchia. Tutti i membri della supply chain devono aderire al codice etico e all'impegno di sostenibilità dell'azienda.</p>	
DESCRIZIONE REPORT	
<p>E' stato analizzato il report di sostenibilità 2021. Anche nel report di H&M nella prima parte sono analizzati gli obiettivi raggiunti nell'anno di riferimento come la riduzione delle emissioni e la riduzione degli imballaggi in plastica e viene sottolineato l'obiettivo di circolarità dei prodotti per il 2025. Nella seconda parte con una tabella è indicato l'andamento negli ultimi 4 anni per alcuni impatti ambientali e gli obiettivi per il 2030. Anche la scelta delle materie prime è un punto importante per il report che presente come obiettivo per 2030 l'utilizzo del 100% di fibre riciclate o comunque fibre prodotte in modo più sostenibile. I materiali più utilizzati da H&M sono cotone al 61.4%, poliestere al 20.1% e mmcf al 5.6 %.</p> <p>I dati riportati sulle emissioni di gas serra comprendono anche quelli forniti dalle aziende produttrici supervisionate; i lavoratori direttamente dipendenti di H&M sono 116000 (dato del 2013) ma poiché alcuni dei dati riportati tengono conto anche dei siti produttivi si considerano anche i lavoratori di tali siti che ammontano a 1243632.</p> <p>A differenza degli altri report questo presenta e descrive anche alcuni processi utilizzati o che si intende utilizzare per i diversi materiali.</p>	
OBIETTIVI 2025-2026	
<p>Eco design per tutti i prodotti 30% materiali riciclati Utilizzo di materiali certificati FSC per il packaging 100% materiali certificati RWS o GCS</p>	
OBIETTIVI 2030	

Riduzione del 56% delle emissioni rispetto al 2019 circolarità dei prodotti
100% energie rinnovabili
100% materiali riciclati
Riduzione del 25% nell'uso di energia

RISULTATI 2021

Riduzione delle emissioni rispetto al 2019
Riduzione del 16% del consumo di energia rispetto al 2016
21% di riciclo di acqua
Utilizzo del 17% di materiali riciclati

Tabella 6: Scheda descrittiva del gruppo OVS (OVS Spa, 2021)

GRUPPO	OVS
SEDE	Mestre, Italia
ATTIVITA'	Progettazione e commercio di capi di abbigliamento, supervisione di aziende di produzione
CONTINENTI DI PRODUZIONE	Europa, Asia
DIPENDENTI	8259
DESCRIZIONE DEL GRUPPO	
<p>OVS è nata nel 1972 in Italia e comprende 8 brand con 2052 negozi in tutto il mondo. Il 91% della produzione è effettuata da più di 600 fornitori esterni all'azienda che sono supervisionati da essa per un totale di 90000 lavoratori. I fornitori, situati soprattutto in Bangladesh, Cina e Pakistan, sono scelti attraverso due moduli di valutazione, FEM e FSLM, e accettati solo se condividono i propri dati sulla piattaforma Higg.</p>	
DESCRIZIONE REPORT	
<p>È stato analizzato il report di sostenibilità 2021. Il report di OVS è organizzato come un'intervista all'amministratore delegato che rispondendo alle domande affronta i temi principali.</p> <p>Non è presente un capitolo interamente dedicato alla gestione ambientale ma alcune tematiche vengono trattate nella prima parte come gli obiettivi raggiunti e da raggiungere, mentre nell'ultima parte sono riportate le tabelle con i dati su alcuni impatti ambientale rendicontati dal gruppo. OVS commercializza una grande quantità di indumenti a basso prezzo; per gestire il problema della sovrapproduzione i prodotti invenduti vengono riproposti nella stagione successiva o indirizzati agli outlet. Al termine del report sono riportati i dati relativi agli impatti ambientali quindi emissioni, consumo acqua ed energia e produzione e gestione dei rifiuti. In questo caso viene fatto un confronto tra l'anno in esame e l'anno precedente.</p> <p>I dati sui consumi e sulle emissioni in questo caso non comprendono quelli relativi ai fornitori; infatti, rispetto agli altri gruppi risultano molto più bassi.</p> <p>Anche nel presente report viene fatto un riferimento ai capi post-consumo favorendo e incentivando iniziative di donazione.</p>	
OBIETTIVI 2025-2026	
90% dei prodotti realizzati con materiali da filiere certificate a ridotto impatto	
OBIETTIVI 2030	
<p>100% materiali cellulosici prodotti in accordo allo standard FSC o PEFC Riduzione emissione del 46% rispetto al 2019</p>	
RISULTATI 2021	

1,8 mln di capi in materiali sintetici riciclati
3 mln di capi con cellulosa riciclata
100% cotone biologico o riciclato

Impatti ambientali e attenzione alla gestione dei rifiuti tessili

In seguito all'analisi dei rapporti di sostenibilità si confrontano i gruppi considerando due aspetti; da una parte l'impatto che il settore tessile ha sull'ambiente e le iniziative intraprese e dall'altra l'approccio nei confronti della gestione dei rifiuti tessili di produzione e pre e post consumo.

Si riportano i dati relativi ai principali impatti che la produzione e il commercio dei prodotti tessili comportano per tali aziende. Essi riguardano consumo di acqua, consumo di energia, energia da fonti rinnovabili utilizzata, rifiuti prodotti e successiva gestione, carbon footprint ed emissioni di gas serra.

Consumo idrico

Il consumo di acqua rappresenta uno degli aspetti più critici della produzione tessile; una grande quantità è richiesta infatti per la produzione delle fibre e poi per la produzione vera e propria del tessuto e dell'indumento.

I dati riportati nelle dichiarazioni di sostenibilità si riferiscono al consumo diretto all'interno degli stabilimenti quindi il consumo per la produzione delle fibre non è compreso.

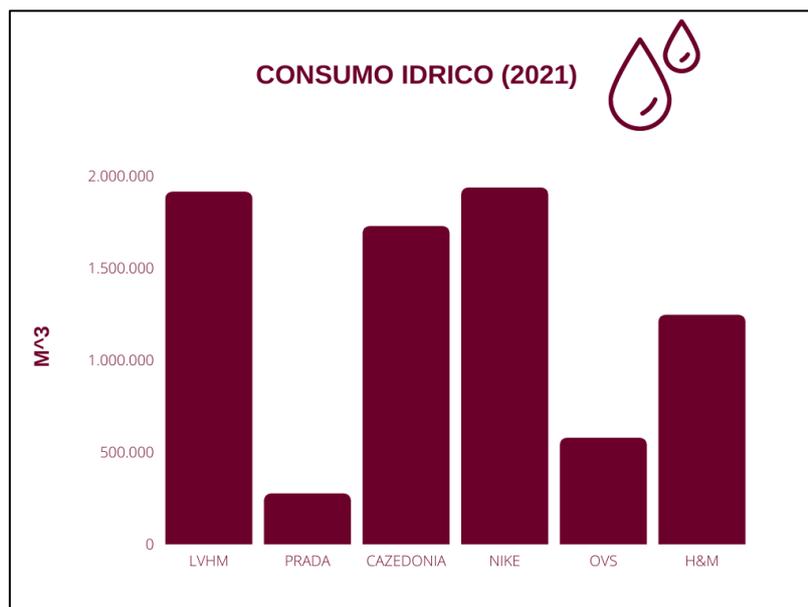


Figura 19: Consumo di acqua dichiarato nei report di sostenibilità

Fare un confronto è molto difficile; bisogna infatti considerare se la produzione dei tessuti e degli indumenti avviene in stabilimenti di proprietà dell'azienda e se non è così considerare se i consumi dei fornitori sono inclusi.

Il gruppo PRADA presenta un consumo particolarmente basso in confronto a quello degli altri gruppi; si tratta infatti di un gruppo di dimensioni minori e vengono considerati i consumi di solo il 90% degli stabilimenti. Inoltre, i siti produttivi in cui viene utilizzata acqua per i processi

industriali sono la conceria francese e lo stabilimento di Torciano (Italia) dove viene prodotta maglieria che richiede numerosi cicli di lavaggio.

Il gruppo CALZEDONIA considera i consumi idrici di tutte gli stabilimenti di proprietà del gruppo; le fabbriche sono responsabili del 91% del consumo di acqua, soprattutto utilizzata per i processi di tintura, lavaggio e stiratura, la restante parte, 9%, è da attribuirsi ai consumi delle sedi e filiali commerciali.

Nike include anche i dati relativi ai consumi di acqua dei fornitori chiave che si occupano della tintura, finitura e assemblaggio dei prodotti finiti. In particolare, viene specificato che per ogni kg di tessile finito vengono consumati 79.10 l di acqua.

OVS non comprende i consumi derivanti dai fornitori e produttori della merce, infatti i consumi risultano molto bassi.

H&M comprende anche i consumi di acqua apportati dalle manifatture e fornitori dei prodotti finiti; l'utilizzo di acqua per kg di tessuto finito è di 86 l.

Le aziende a fronte del grande consumo di acqua prevedono però l'utilizzo e la realizzazione di sistemi di trattamento dell'acqua reflua di processo che può essere riciclata.

Consumo energetico

Il secondo grafico riguarda l'energia consumata all'interno degli impianti comprendendo energia elettrica e termica con la rispettiva percentuale di energia derivata da fonti rinnovabili.

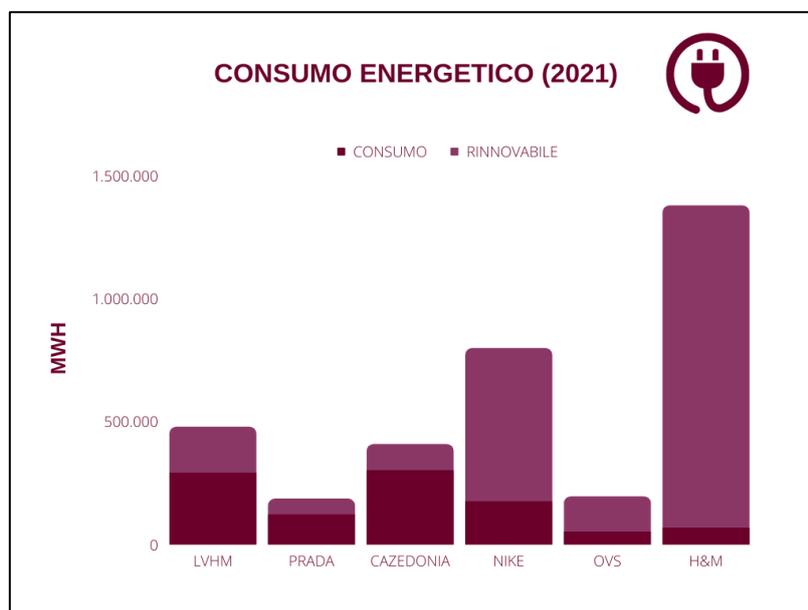


Figura 20: Consumo energetico dichiarato nei report di sostenibilità

I gruppi LVMH e PRADA comprendono solo i dati forniti dalle sedi di loro proprietà.

Il consumo energetico di OVS è la somma del consumo di sedi commerciali, punti vendita e depositi; non vengono compresi i siti produttivi.

Anche il gruppo CALZEDONIA considera solo i consumi energetici diretti di sedi, negozi, filiali produttive e commerciali.

I gruppi H&M e NIKE comprendono invece anche i dati forniti dai loro fornitori. Per maggiore chiarezza si riportano anche le percentuali di energia rinnovabile per ogni gruppo.

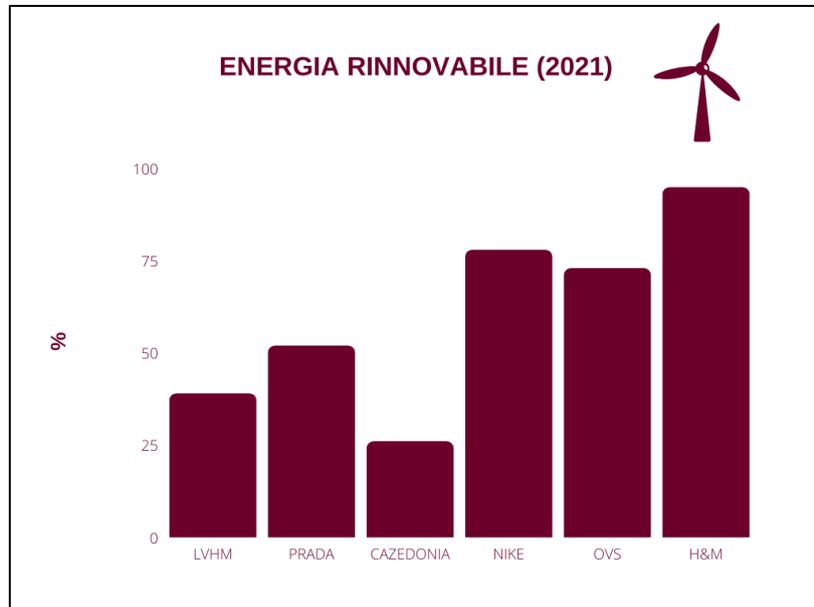


Figura 21: % Energia rinnovabile

Nike e i suoi fornitori utilizzano energia rinnovabile prodotta on site, con impianti fotovoltaici, e off site tramite accordi tra le aziende di proprietà o fornitori e i produttori di energia rinnovabile.

Rifiuti

La produzione di rifiuti riguarda anche in questo caso le attività produttive e commerciali di proprietà dei gruppi e si divide in pericolosi e non pericolosi. Viene riportata anche la seguente gestione; per rifiuti recuperati si intendono tutti i rifiuti non inviati a discarica, quindi quelli inviati a riuso e riciclo o a termovalorizzatori per il recupero di energia.

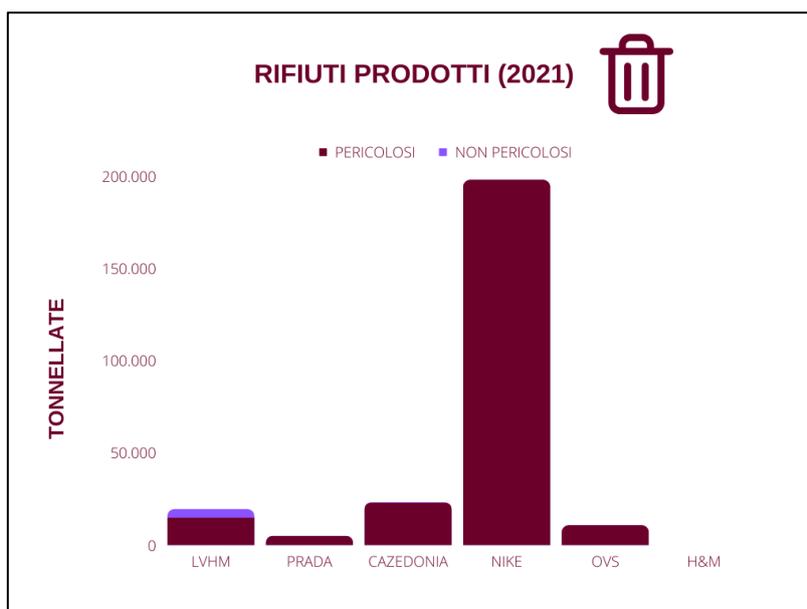


Figura 22: Rifiuti prodotti pericolosi e non pericolosi

La produzione di rifiuti pericolosi di Prada, Caledonia, Nike e OVS, rispettivamente 92, 208, 0 e 5 t è irrilevante rispetto alla produzione di rifiuti non pericolosi.

Anche per il calcolo del dato relativo alla produzione dei rifiuti NIKE considera quelli dei servizi aziendali, produzione dei prodotti finiti, logistica e anche l'imballaggio applicato dai fornitori. H&M non specifica il dato relativo alla produzione dei rifiuti.

Nel seguente grafico si riporta la percentuale di rifiuti inviati a recupero di materia o di energia.

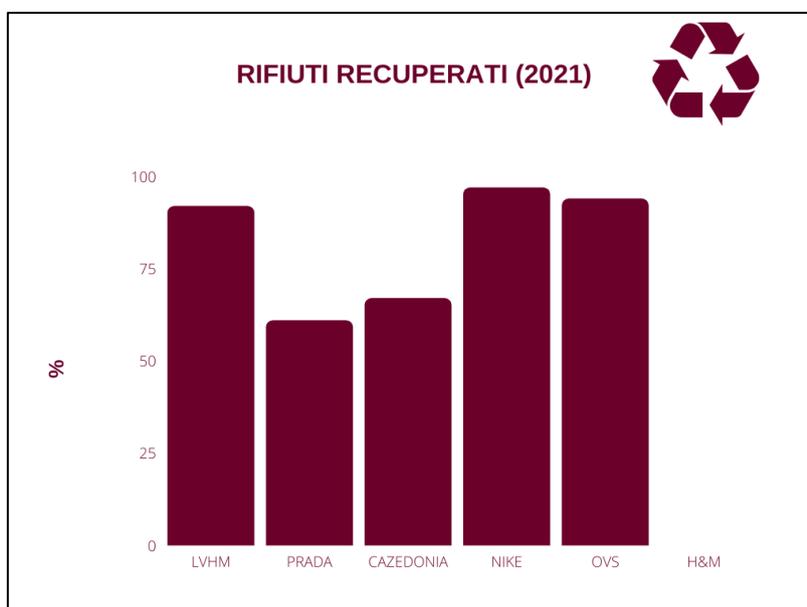


Figura 23: % di rifiuti recuperati

La maggior parte dei rifiuti prodotti è destinato al recupero di materia o energia. In questo caso vengono compresi tutti i rifiuti della produzione quindi plastica, carta fanghi e tessuti.

Generalmente per gli scarti tessili di produzione esiste una filiera abbastanza ampia che si occupa del recupero dei cascami industriali quindi si ipotizza che anche per questi gruppi, anche se non specificato, gli scarti tessili industriali vengano recuperati da aziende terze per produrre nuovi filati e tessuti o altri materiali, ad esempio materiali isolanti e da riempimento. I gruppi LVMH e PRADA riportano la percentuale dei rifiuti non smaltiti; vengono inclusi quindi anche i rifiuti inviati a recupero energetico.

Il gruppo CALZEDONIA include solo i rifiuti recuperati e non quelli inviati a recupero di energia. Anche per NIKE il 97% dei rifiuti recuperati indica quelli non inviati a discarica e comprende quelli destinati a recupero di energia.

NIKE pone l'attenzione soprattutto ad un ciclo chiuso di riciclo degli scarti di produzione delle calzature cercando di promuovere il riciclo degli scarti, soprattutto la gomma; al momento solo il 7% degli scarti di questo settore è riciclato nel programma di ciclo chiuso. È necessario comunque elencare i dati che riguardano il post consumo; 170 metric t di rifiuti post consumo o prodotti finiti non venduti sono riciclati attraverso un ciclo aperto.

Rifiuti tessili

Per rifiuti tessili si intendono quelli pre consumo, prodotti dal gruppo e dalle sedi di produzione di capi finiti. Inoltre, vengono inclusi anche gli scarti di pelle se usata durante la produzione.

Il gruppo LVMH non distingue i rifiuti prodotti nelle varie categorie ma solo tra pericolosi e non pericolosi.

Anche NIKE non specifica le quantità delle singole categorie di rifiuto.

OVS dichiara una produzione annua di 640 kg di rifiuti tessili, costituiti da scarti degli store, danneggiati o invenduti. Si tratta di prodotti finiti e che sarebbero stati destinati alla vendita. Questo valore è molto basso perché OVS non si occupa direttamente della produzione, quindi, non vengono inclusi gli scarti tessili di processo.

Come per gli altri dati relativi ai rifiuti, anche quelli relativi ai tessili non vengono riportati nel report di H&M.

CALZEDONIA e PRADA sono gli unici gruppi, tra quelli analizzati, che specificano la quantità di rifiuti tessili di produzione, rispettivamente di 2069 t e 489 t. Il report del gruppo PRADA specifica anche che il 44% non è inviato a smaltimento.

Emissioni di gas serra

Il calcolo delle emissioni di gas serra non è semplice e si basa su calcoli di bilancio di massa e rapporti stechiometrici; inoltre, ogni settore si basa su un modello specifico. L'unità di misura utilizzata si riferisce a tonnellate di CO₂ equivalente; ogni quantità emessa relativa ai singoli gas serra, come anidride carbonica e metano, è quindi convertita in tonnellate di CO₂ equivalente. Le linee guida maggiormente utilizzate sono quelle fornite dal GHG Protocol, lanciato nel 1998 e quadro standard a livello globale per la misurazione delle emissioni di gas

serra. Le linee guida del GHG Protocol suddividono le emissioni da rendicontare per le aziende in tre categorie, Scope 1, Scope 2 e Scope 3.

Per lo Scope 1 vengono incluse le emissioni derivanti dagli stabilimenti di proprietà dell'azienda e direttamente controllate da essa; sono comprese quindi le emissioni degli impianti di riscaldamento e di combustione, dei macchinari di processo e dei veicoli utilizzati dall'azienda.

Gli scope 2 e 3 riguardano invece le emissioni che sono una conseguenza dell'attività in esame e che sono indirette. Lo scope 2 comprende le emissioni provocate dalla produzione e fornitura di energia termica ed elettrica utilizzata dall'azienda.

Lo scope 3 comprende invece tutte le emissioni delle attività di supply chain dell'azienda, non direttamente controllate e possedute da essa. In particolare si dividono in upstream e downstream; nel primo caso sono comprese le emissioni indirette della catena di fornitura delle materie prime e dei prodotti ingresso, mentre il secondo caso si riferisce alle emissioni indirette della rete di vendita dei prodotti e anche smaltimento e trattamenti di fine vita dei prodotti in uscita. (Climat partner, 2022)

Si riportano nelle seguenti tabelle i dati relativi alle emissioni dei gruppi analizzati.

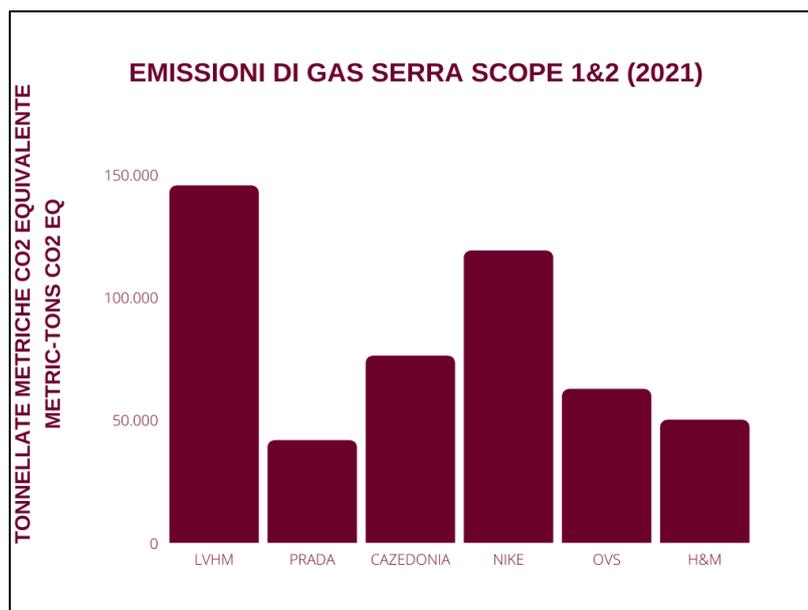


Figura 24: Emissioni scope 1&2

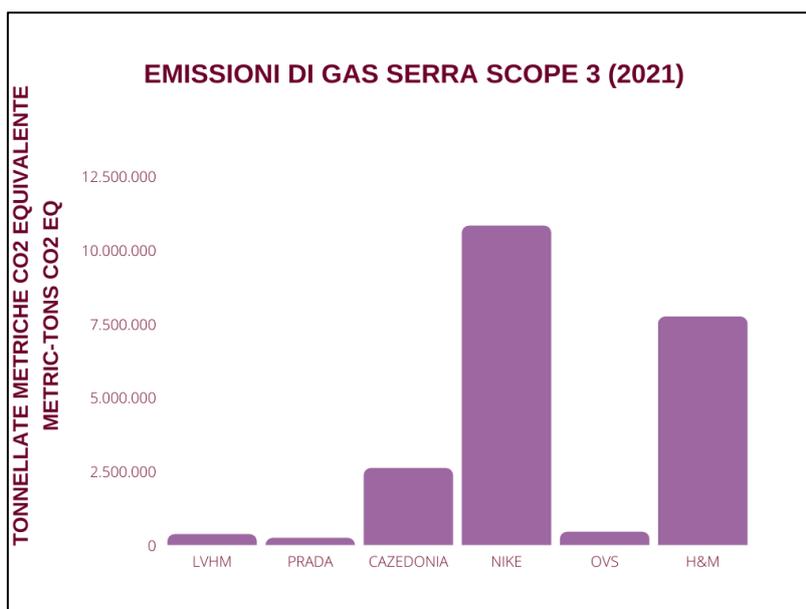


Figura 25: Emissioni scope 3

Il gruppo LVMH nello scope 3 comprende solamente le emissioni generate dal trasporto dei bene a monte e a valle dei loro processi; vengono specificate anche le percentuali di emissione per ciascun mezzo di trasporto; il trasporto a monte è effettuato via cielo per circa il 60% e via terra per circa il 30% mentre il trasporto a valle è effettuato quasi interamente via cielo.

Il gruppo PRADA per lo scope 3 considera le emissioni di gas serra provocate dall'acquisto di beni e servizi, logistica e distribuzione, attività di leasing e investimenti, non sono però rendicontate le emissioni per il trasporto e la distribuzione downstream.

Anche il gruppo CALZEDONIA per lo scope 3 considera solo le emissioni generate dagli spostamenti. In questo caso la tipologia di spostamento più impattante è quella su ruota, responsabile per il 58% delle emissioni rendicontate nello scope 3.

Le emissioni dello scope 3 di NIKE sono particolarmente alte perché vengono inclusi tutti i dati delle attività upstream e downstream, compresi i produttori delle materie prime, le manifatture, i fornitori di primo e secondo livello e i gestori dei rifiuti.

OVS comprende nello scope 3 l'acquisto di beni e servizi, beni strumentali, trasporti upstream e downstream, attività legate ai combustibili, gestione dei rifiuti prodotti, trattamento di fine vita dei prodotti venduti e franchises.

H&M nello scope 3 comprende le emissioni generate dalla produzione delle materie prime, produzione di indumenti e accessori, trasporti, uso dei prodotti e gestione dei prodotti venduti a fine vita e gestione dei rifiuti di produzione.

Per compensare e ridurre l'impatto ambientale della propria attività i gruppi si impegnano per la salvaguardia di riserve naturali e il ripristino di habitat e controllo della biodiversità.

Materie prime utilizzate

In base al tipo di produzione e ai prodotti venduti le materie prime utilizzate dai gruppi variano in tipologia, quantità e paese di provenienza. Nel presente capitolo si elencano le materie prime tessili utilizzate da ciascun gruppo e, se fornite, le relative quantità e luoghi di provenienza.

Il gruppo LVMH non elenca le materie prime utilizzate e la relativa quantità ma specifica i materiali utilizzati e la percentuale di materiale certificato, con l'obiettivo di giungere al 100% per il 2026. I materiali utilizzati, sottoposti a certificazione sono pelle di bovino, ovino e coccodrillo, cotone, carta e legno, pelliccia di visone e volpe, lana e cashmere.

Il gruppo PRADA focalizza l'attenzione sui fornitori delle materie prime, 84% italiani, 5% dal resto dell'Europa e 11% dal resto del Mondo. Anche i fornitori di semi lavorati (lavorazioni esterne) l'86% è italiano. Sono specificate le quantità di materia prime utilizzata, con diverse unità di misura in base al materiale.

LVMH e PRADA in parte producono i capi e le calzature attraverso attività interne di diretta proprietà dell'azienda comprando solamente la materia prima e in parte lavorano i semilavorati da altre aziende; non vengono specificate però le quantità.

Tabella 7: Materie prime utilizzate dal gruppo PRADA

Materiale	Unità di misura	2021
Pelle	Piedi	17.408.039
Tessuti	Metri	4.039.425
Filati per maglieria	Chilogrammi	185.055
Fondi per calzature	Paia	1.436.327

Il gruppo CALZEDONIA acquista come materie prime principalmente tessuti, filati e accessori (es. elastici) che provengono da Italia, Cina, Serbia e Sri Lanka.

Tabella 8: Materie prime utilizzate dal gruppo CALZEDONIA

Materiale al greggio	Unità di misura	2021
Filato naturale	t	4.194
Filato artificiale	t	1.466
Filato sintetico	t	2.862
Altro	t	-
Tessuto naturale	t	1.169
Tessuto artificiale	t	797
Tessuto sintetico	t	3.040

Poiché una parte di prodotti venduta dal gruppo non viene prodotta dallo stesso vengono riportate anche le quantità e le tipologie di prodotto finito acquistato dal gruppo.

Tabella 9: Materiali finiti acquistati dal gruppo CALZEDONIA

Materiale finito	Unità di misura	2021
-------------------------	------------------------	-------------

Tessuto naturale	t	3.849
Tessuto artificiale	t	864
Tessuto sintetico	t	6.760
Altro	t	-

I materiali maggiormente utilizzati da NIKE sono poliestere, cotone, gomma, EVA foam e pelle. Il report di sostenibilità riporta anche le quantità di materiale utilizzato e la rispettiva percentuale di prodotto precedentemente riciclato.

Tabella 10: Materie prime utilizzate dal gruppo NIKE

Materiale	Unità di misura	2021	Riciclato 2021 (%)
Poliestere	Metric t	166.343	33
Cotone	Metric t	115.543	0.8
Gomma	Metric t	78.896	0.9
EVA Foam	Metric t	53.055	2
Pelle	Metric t	60.502	-

H&M fornisce non le quantità ma le percentuali dei materiali utilizzati. Il materiale precedentemente riciclato e utilizzato costituisce il 17.9%. L'obiettivo è quello di raggiungere per il 2030 il 100% di utilizzo di materiale riciclato.

Tabella 11: Materie prime utilizzate dal gruppo H&M

Materiale	Unità di misura	2021
Cotone	%	61.4
Poliestere	%	20.1
MMCF	%	5.6
Poliammide	%	3.3
Lana	%	0.9
Pelle	%	0.1
Altro	%	8.6

OVS nel report di sostenibilità indica la percentuale di materie prime utilizzate che sono certificate; i dati forniti sono prodotto certificato al 100% per il cotone, 49% per la viscosa, 40% materiali mmcf e in tutto 82% di prodotti realizzati da filiera certificata a ridotto impatto. Inoltre, si indica che il 70% dei materiali utilizzati proviene da fonti rinnovabili; In una successiva tabella, infine, vengono elencate le materie prime utilizzate e le rispettive quantità.

Tabella 12: Materie prime utilizzate dal gruppo OVS

Materiale	Unità di misura	2021
Cotone	t	21.410
Poliestere	t	4.923
Poliammide	t	1.081
Viscosa	t	1.386
Acrilico	t	978
Elastan	t	332
Poliuretano	t	173
Lino	t	225
Lana	t	198
Altri rinnovabili	t	809
Altri non rinnovabili	t	400

Considerazioni sugli obiettivi di sostenibilità

Tra gli obiettivi comuni ci sono innanzitutto un aumento della tracciabilità delle materie prime; le aziende sono orientate verso fornitori selezionati attraverso audit e materie prime certificate. Si elencano di seguito le principali certificazioni tessili che testimoniano e garantiscono la qualità delle materie prime, la tracciabilità, il basso impatto ambientale e il rispetto dei lavoratori coinvolti nella filiera. (Dress the change, s.d.)

Tabella 13: Principali certificazioni della filiera del tessile (Dress the change, s.d.)

Certificazione	Breve descrizione
Fairtrade Textile Standard	Obbliga all'adeguamento dello stipendio al salario minimo, a politiche commerciali responsabili e relazioni durature
ISO (International Organization for Standardization)	Standard internazionali relative alla sostenibilità
EU-ECOLABEL	Certifica il ridotto impatto ambientale dei prodotti e dei servizi offerti dalle aziende
GOTS (Global Organic Textile Standard)	Garantisce che i prodotti tessili biologici sono ottenuti nel rispetto di stringenti criteri ambientali e sociali
OEKO-TEX	Garantisce che i prodotti tessili non contengano sostanze tossiche o pericolose per la salute
Associazione Tessile e Salute	Vigila contro la diffusione di prodotti nocivi e dà rilevanza alle imprese che operano nel rispetto delle normative

Ecocert	Certifica l'utilizzo di materiali organici cresciuti secondo lo Standard Organic Content
Naturtextil	Garantisce l'utilizzo del 100% di fibre ecologiche
Global Recycle Standard	Si applica ai prodotti che contengono materiale riciclato e riguarda l'intero ciclo di produzione
From Cradle to Cradle	Valuta la sicurezza del prodotto e la sua progettazione considerando l'utilizzo di materiali riciclati
Get It Fair	È sviluppato coinvolgendo gli Stakeholders e fornisce una valutazione dei reali rischi di una produzione

Si segnala soprattutto per le aziende fast fashion un'attenzione particolare per l'utilizzo di fibre riciclate.

Un altro obiettivo che accumuna le aziende è la riduzione del packaging e l'utilizzo di materiale riciclato, a basso impatto ambientale e riciclabile.

Analizzando gli obiettivi presentati nei report di sostenibilità si giunge al secondo tema della trattazione: l'approccio dei gruppi ai rifiuti post consumo.

In questo caso l'approccio e la gestione sono molto diversi in base al gruppo. Il gruppo LVHM ha come scopo l'eliminazione di rifiuti post consumo garantendo la massima qualità e durabilità dei capi e fornendo servizi di assistenza e riparazione o modifica degli abiti; in questo caso si tratta di una produzione al dettaglio caratterizzata da pochi capi in modo tale da evitare la sovrapproduzione. Entrambi i gruppi sottolineano comunque l'importanza dell'ecodesign e il principio di economia circolare anche per il mondo del fashion. Per il 2030 l'obiettivo è quello di controllare l'intero ciclo di vita del prodotto dalle materie prime utilizzate, che devono essere certificate, allo smaltimento se non può essere utilizzato con iniziative di donazione, riciclo e riuso.

Anche NIKE e CALZEDONIA si impegnano a garantire una maggiore durabilità di capi e accessori; la diversa quantità di produzione e richiesta rispetto alle due aziende del lusso non permetterebbe però di garantire le stesse prestazioni. I due gruppi portano comunque avanti importanti iniziative per quanto riguarda la raccolta e il recupero di abiti usati collaborando con enti di beneficenza per donazione e con istituti di ricerca per elaborare il processo più efficiente per il riciclo degli indumenti scartati.

I due gruppi rappresentativi della moda "fast" basano il loro commercio sulla produzione di abiti di tendenza e a basso prezzo e nonostante le aziende si impegnino per conferire maggiore qualità agli indumenti e quindi durabilità, i capi prodotti sono soggetti ad un ricambio molto veloce.

Si segnala comunque in tutti i report il riferimento al tema dell'ecodesign, anche le aziende fast fashion sono orientate verso un tipo di progettazione e poi di produzione più responsabile che preveda l'utilizzo di materie prime vergini certificate e prodotte in modo sostenibile o

materiale riciclato e che dia la possibilità di dare seconda vita ai rifiuti post consumo, realizzando ad esempio capi più omogenei e quindi più facilmente riciclabili.

Considerando gli obiettivi e le linee guida delle aziende, quindi attenzione alle materie prime e preferenza per fibre da materiale riciclato, attenzione alla qualità e durabilità degli indumenti e iniziative di riuso, donazione e riciclo, si può iniziare a collegare anche il mondo della moda a quello di economia circolare. L'organizzazione britannica Ellen MacArthur Foundation è stata la prima a introdurre il concetto di economia circolare associata alla moda con il progetto "Make Fashion Circular" al Copenhagen Fashion Summit nel 2018 definendo proprio le linee guida citate, unendo diverse figure come industrie della moda, designer, brand e cittadini e favorendo la conoscenza e la diffusione di esempi virtuosi e innovativi del punto di vista della sostenibilità. (Ellen Macarthur Foundation, 2020)

Gestione dei rifiuti tessili: letteratura scientifica

Metodi di classificazione e separazione delle fibre tessili

Le fibre naturali sono composte da polimeri presenti in natura come cellulosa e proteine mentre le fibre artificiali sono il risultato di processi che riguardano la cellulosa oppure polimeri sintetici. Il primo step per gestire un rifiuto tessile è la classificazione del tessuto e la selezione in base alla tipologia di materiale.

La selezione è ad oggi sempre manuale; in questo capitolo si analizzano le tecniche di laboratorio e sperimentali utilizzate per la classificazione delle fibre e di pezzi di tessuto eterogeneo.

Per approfondire il tema della caratterizzazione delle fibre tessili si fa riferimento ad un articolo scientifico basato su esperimenti ed analisi condotti da un gruppo di studiosi dell'università di Pisa e dal CISUP, Center for Instrument of the University of Pisa su parti di tessuti provenienti dal laboratorio di restauro arazzi e tappeti di Palazzo Vecchio a Firenze. (Nacci, Sabatini, Cirrincione, Degano, & Colombini, 2022) Dall'analisi delle varie fibre tessili emerge che le fibre naturali presentano una variabilità intrinseca maggiore di quelle artificiali che sono realizzate in condizioni controllate. I metodi microscopici come la microscopia ottica e la SEM, Scanning Electron Microscopy, sono i metodi di analisi più utilizzati e affidabili finora per le fibre tessili. Tuttavia, oggi anche la spettroscopia Raman e a infrarossi è molto utilizzata. In particolare, per le fibre sintetiche si utilizza in la tecnologia FTIR, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, e la ATR-FTIR, Attenuated Total Reflectance FTIR Spectroscopy. Queste tecnologie sono le più utilizzate soprattutto perché non sono distruttive per la fibra. Per avere informazioni più dettagliate sulla fibra e su coloranti e additivi presenti bisognerebbe utilizzare tecniche più invasive.

Ad esempio, una tecnica molto promettente è la HPLC-MS, High Performance Liquid Chromatography associata a Mass Spectrometry che permette di riconoscere i componenti di tessuti molto eterogenei. Lo studio a cui si fa riferimento in particolare si concentra su due tecnologie oggetto di sperimentazione:

- EGA-MS: Evolved Gas Analysis coupled to Mass Spectrometry;
- Py-Gc/MS: Multi-shot pyrolysis coupled to Gas Chromatography and Mass Spectrometry.

Per il primo metodo è stato utilizzato un micro-forno Multy-shot Pyrolyzer e un gas cromatografo con un tubo di trasferimento in acciaio disattivato e non rivestito per collegare la porta di iniezione e lo spettrometro di massa.

Nel micro-forno sono stati inseriti 300 microgrammi per ogni campione di tessuto e portati ad una temperatura di 800°C. Sono state quindi eseguite la analisi EGA e raccolti i dati; per ogni campione è stato ricavato il termogramma a ioni totali.

Per il secondo metodo è stata usata la stessa strumentazione cambiando il tubo di trasferimento con uno in silice. Sono stati inseriti 90 microgrammi per campione di tessuto e

portati a 600°C e analizzati. Anche in questo caso sono stati prelevati i dati, processati e realizzati i termogrammi a ioni totali.

In conclusione, emerge che i dati provenienti dai due processi coincidono. Per ogni grafico sono stati confrontati i picchi di temperatura e il numero caratteristico di ioni m/z che permette di riconoscere il tipo di fibra.

Si riporta nella seguente figura il risultato dell'analisi su un campione composto per metà da lana e per metà da acrilico effettuato con la tecnica EGA-MS. Associato al termogramma a ioni totali si ha lo spettro di massa, diagramma che riporta l'abbondanza di una tipologia di ione in funzione del rapporto m/z , massa su carica.

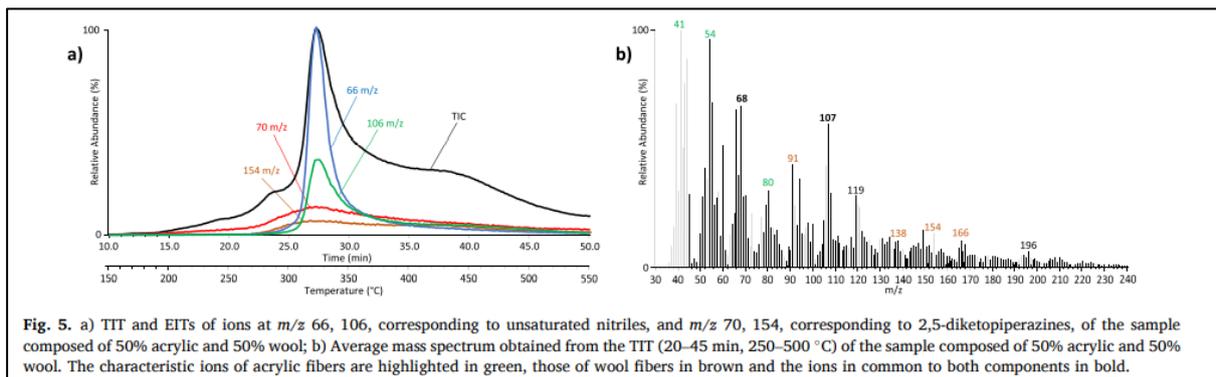


Figura 26: Termogramma a ioni totali e spettro di massa (Nacci, Sabatini, Cirrincione, Degano, & Colombini, 2022)

In conclusione, dall'analisi di due miscele di fibre con composizione nota emergono i seguenti risultati per un campione composto dal 60% di poliestere e 40% di poliammide e uno composto dal 92% di acrilico e 8% da poliammide:

- la tecnica ATR-FTIR non ha riconosciuto la frazione di poliammide;
- la tecnica EGA-MS non ha riconosciuto la frazione di poliammide del secondo campione per la bassa quantità;
- la Tecnica Py-GC/MS è risultata la migliore.

Le tecniche proposte in precedenza sono tuttavia applicabili in scala di laboratorio e non su larga scala, quindi non applicabili in un ambiente industriale con una quantità di tessuti da separare elevata. A questo scopo risulta più adeguata la metodologia, già citata, ATR-FTIR. (Riba, Cantero, Canals, & Puing, 2020)

La tecnologia si basa su radiazioni elettromagnetiche del campo degli infrarossi, con numero d'onda tra 4000 e 400 cm^{-1} . Da ogni campione si ricava quindi il rispettivo spettro.

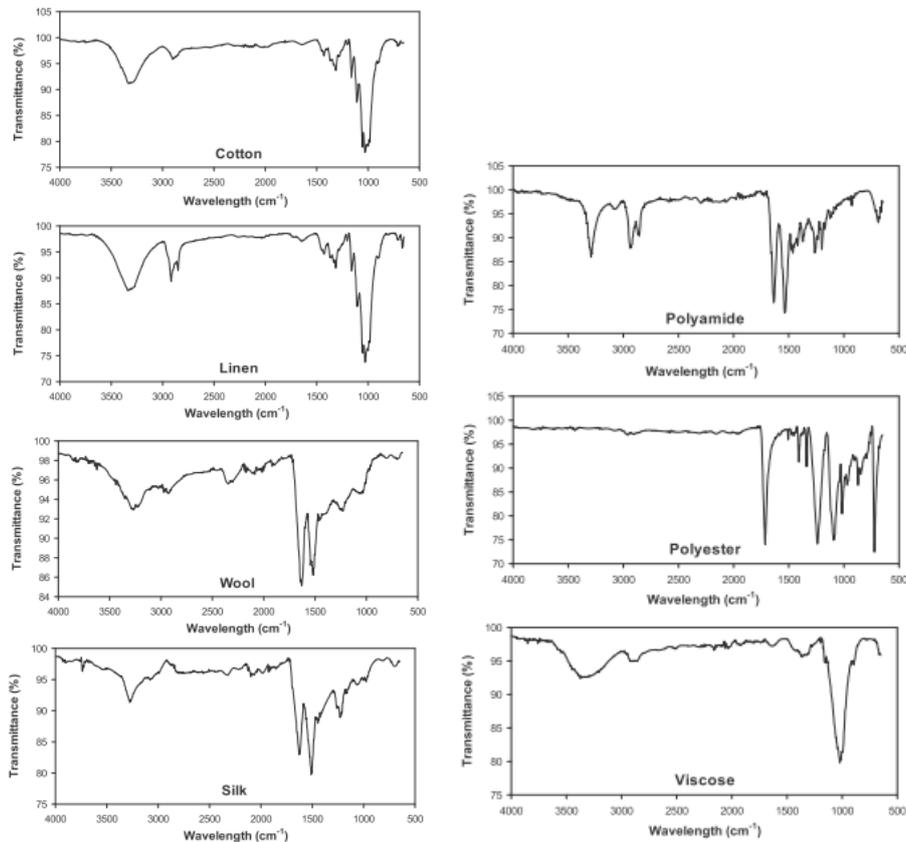


Figura 27: Spettri ATR-FTIR (Riba, Cantero, Canals, & Puig, 2020)

Gli spettri mostrano picchi diversi in base al gruppo funzionale delle molecole delle diverse fibre. Ad esempio cotone, lino e viscosa mostrano picchi tra 3500 e 3000 cm^{-1} per il legame OH e tra 1100 e 1000 cm^{-1} per il legame CO mentre per lana, seta e poliammide si riconosce la presenza del legame NH.

Band frequency (cm^{-1})	Type of bond-vibration	Type of fiber
3500–3000	O–H stretching	Cellulosic fibers (N and A)
3500–3000	N–H stretching	Polyamide(S), wool(N), silk(N)
1750–1715	C=O stretching (ester)	Polyester(S)
1680–1630	C=O stretching (amide)	Polyamide(S), wool(N), silk(N)
1570–1515	N–H bending (amide)	Polyamide(S), wool(N), silk(N)
1250–1150	C–O stretching (ester)	Polyester(S)
1100–1000	C–O stretching	Cellulosic fibers (N and A)
730–700	C–H aromatic ring wagging	Polyester(S)

(N) natural fibers; (A) artificial; (S) synthetic.

Figura 28: Tipo di legame e tipo di fibra (Riba, Cantero, Canals, & Puig, 2020)

Lo spettro IR è molto specifico per ciascuna molecola per via dei legami circostanti a ciascun gruppo funzionale; ogni fibra può presentare un proprio spettro, diverso dagli altri. Per questo alla tecnica ATR-FTIR è necessario associare un modello matematico in grado di rilevare le differenze tra due spettri molto simili ma al tempo stesso di associare ciascuna fibra analizzata al gruppo di riferimento. Gli algoritmi utilizzati possono variare in base al tipo di fibre che si intende dividere e alla loro futura applicazione. Dalle prove effettuate questa risulta essere

una tecnologia promettente anche se necessita ancora di ulteriori sviluppi prima di essere applicata su macchinari di smistamento veri e propri poiché permetterebbe la classificazione di un grande volume di materiali limitando i costi.

Un altro modo per dividere i rifiuti tessili è in base al colore. Anche in questo caso si propongono le tecnologie oggetto di studio e trattate negli articoli scientifici di riferimento. I problemi associati alla divisione per colore sono l'infinità di colori e le diverse sfumature, la presenza di ombre dovute anche alle pieghe del tessuto e il tempo di esposizione necessario per il macchinario utilizzato. L'articolo analizzato si basa su una prova eseguita con due telecamere con diverse esposizioni, una per colori chiari e una per colori scuri. Attraverso un opportuno modello il colore rilevato viene quindi associato ad un colore presente nel database di riferimento. (Zhou, Zou, & Wong, 2021)

Le tecnologie descritte sono al momento in fase di sviluppo e a livelli di laboratorio, infatti, al momento gran parte della separazione dei rifiuti tessili avviati a riuso o riciclo è svolta manualmente poiché non vi sono ancora impianti a larga scala. La tecnologia più promettente rimane comunque quella basata su selezionatori ottici a infrarossi; si segnala infatti il primo impianto automatizzato di selezione dei rifiuti tessili pre e post consumo, installato in Svezia nel 2021. Si tratta di un impianto progettato da STADLER con una serie di sensori ottici NIR, Near Infrared Spectroscopy, realizzati da TOMRA. L'impianto ha una capacità di 4,5 tonnellate all'ora per linea. Il materiale viene fatto passare con dei nastri trasportatori ad alta velocità sotto le unità di selezione ottica. (Recycling industry, 2021)

Possibilità di riciclo, prodotti e relative tecnologie

La seconda parte dopo la selezione e separazione delle varie tipologie di materiali è il recupero o riciclo. In questa sezione si elencano le principali alternative; alcune di esse sono applicate a scala industriale, altre sono ancora in scala di laboratorio. Per la seguente trattazione si fa riferimento all'articolo scientifico "State of the art of post consumer textile waste upcycling to reach the zero waste milestone" pubblicato il 30 gennaio 2021. (Stanescu, 2021)

Nuovi materiali non tessuti

Una possibilità di valorizzare i rifiuti tessili è l'impiego per la produzione di nuovi materiali non tessuti come salviettine igieniche, assorbenti e pannolini o materiali per l'isolamento di edifici e automobili oppure come rinforzanti per cemento armato.

Il primo step del processo è composto da taglio e triturazione del tessuto dei rifiuti da parte del trituratore tessile composto da rulli accoppiati di diversi diametri che ruotano ad elevata velocità distruggendo gli scarti tessili.

Il prodotto ottenuto può essere usato tal quale attraverso la tecnica dell'agugliatura oppure miscelato con altri polimeri sintetici o naturali.

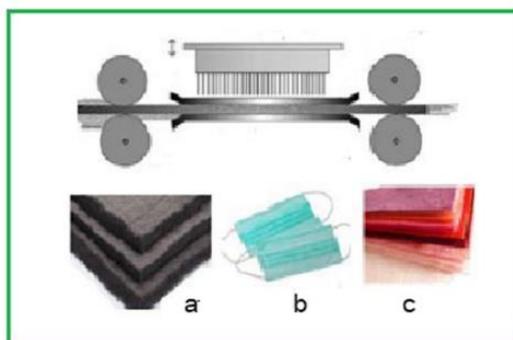


Figura 29: Tecnica dell'agugliatura (Stanescu, 2021)

Ad esempio, le fibre recuperate di poliestere o poli acrilonitrile miscelate con fibre di polipropilene possono essere utilizzate come materiali geotessili, gli scarti di tessuto denim possono essere accoppiati a una matrice di resina epossidica ed essere utilizzati per diverse applicazioni come tavole, compensato e pavimenti, le fibre vegetali e di cotone riciclate con alginato di sodio o glutaraldeide come legante vengono utilizzate come isolanti negli edifici. Un'altra applicazione molto diffusa degli scarti tessili recuperati è l'utilizzo in conglomerati bituminosi e cemento poiché permettono l'aumento del modulo elastico e della resistenza a fatica.

Nuove fibre

Un altro modo per riciclare i rifiuti tessili è la realizzazione di nuove fibre attraverso tecnologie meccaniche come frantumazione, triturazione e trazione. Il processo per ottenere nuove fibre è diverso in base alla fibra di origine e solitamente comprende l'inserimento anche di fibre vergini. Un esempio famoso è il cotone rigenerato, il cui prezzo è fino al 33.5% più basso di quello delle fibre di solo cotone vergine. Questo processo è sviluppato soprattutto per gli scarti di produzione di buona qualità e composti da un solo materiale. Questi vengono sfilacciati ottenendo ovatta, utilizzata per realizzare nuovi filati.

Il caso più difficile è quello però di tessuti composti da tipi di fibre diversi che devono essere riciclate separatamente. Queste possono essere separate, se possibile, attraverso metodi di dissoluzione selettiva e, in questo caso, vengono recuperate come tali, oppure attraverso processi chimici nei quali uno dei due componenti è decomposto.

Il cotone, ad esempio, può essere recuperato da tessuti composti da un misto di cotone e poliestere tritutando prima i rifiuti, trattandoli con reagenti e sbiancanti e infine aggiungendo un solvente ionico. Attraverso il dry jet spinning della soluzione di cellulosa vengono ricavate nuove fibre mentre il poliestere solido è ricavato attraverso la filtrazione. Un'altra tecnica di separazione si basa invece sulla dissoluzione del poliestere in un solvente adeguato, la separazione delle fibre di cotone per filtrazione e il recupero del poliestere per evaporazione del solvente. Anche l'utilizzo di specifici enzimi del cotone permette il recupero delle fibre di poliestere. In questo caso il cotone viene degradato in diversi prodotti come oligosaccaridi e

glucosio e il poliestere viene separato per filtrazione; si tratta però di un metodo ancora in fase di studio.

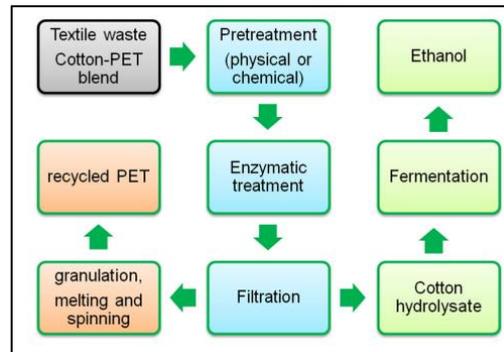


Figura 30: Riciclo di scarti di cotone misto PET (Stanescu, 2021)

In conclusione, si può dire che la generazione di nuove fibre non è sempre raccomandata e fattibile; dipende dalla qualità delle fibra, dalla resa del processo a dal suo impatto ambientale.

Sintesi di vari composti

I rifiuti tessili possono essere utilizzati anche come materia prima seconda per la produzione di composti organici che sarebbero altrimenti ottenute da fonti fossili.

Si riporta un elenco dei principali composti:

- **DERIVATI DELLA CELLULOSA:** dal cotone si può ricavare acetato di cellulosa o cellulosa carbossimetile con l'utilizzo di acido acetico e acido solforico. I nuovi prodotti possono essere utilizzati come filtri per le acque di scarico.
- **POLIMERI DA INNESTO:** dalla polimerizzazione di acido acrilico con un iniziatore redox si ottiene una matrice di acrilato. Una miscela di rifiuti tessili viene pretrattata per 8 ore a 363 K, filtrata e lavata con acqua distillata. I copolimeri risultanti vengono quindi funzionalizzati con un trattamento di 8 ore a 313 K con una soluzione di etilene diammina. Il prodotto finale risulta un buon adsorbente per la bonifica di acque reflue.
- **ACIDO SUCCINICO:** dalla fermentazione del glucosio ottenuto dagli scarti tessili di cotone si può produrre acido succinico. Il processo avviene in presenza di un biochar per l'assorbimento dei coloranti del cotone che potrebbero inibire il materiale utilizzato per la fermentazione del glucosio. Dal composto ottenuto si possono poi sintetizzare molti altri prodotti come l'acido adipico (monomero per la produzione di nylon).
- **ETANOLO:** può essere prodotto dagli scarti a base jeans o anche altri rifiuti tessili dopo pretrattamenti per l'idrolisi delle parti non cellulosiche e con la fermentazione di quelle cellulosiche.
- **CARBONE ATTIVO:** ottenuto dalla conversione termo-chimica dei tessuti. Vengono usati principalmente scarti a base di cotone pretrattati con composti inorganici e poi scaldati a 500° o 700° in base ai prodotti utilizzati (acido solforico o cloruro di zinco), ottenendo carbone attivo con micro-pori con un elevato grado di assorbimento e meso pori che invece facilitano la diffusione. Altri materiali a base cellulosica che possono essere utilizzati

sono iuta e lino. Per la iuta prima si esegue la carbonizzazione in ambiente inerte e poi l'attivazione con CO₂ mentre il procedimento per il lino è lo stesso del cotone. Per quanto riguarda i tessuti sintetici si può utilizzare il poliestere trattato con derivati del magnesio e portato a 900°C. Il carbone attivo può avere molte applicazioni come depurazione delle acque reflue o controllo degli odori.

Valorizzazione in energia

Nonostante il riciclo o riuso siano da preferire nella gestione dei rifiuti, un altro modo per valorizzare gli scarti è la produzione di energia da essi. I processi termici che possono essere applicati sono

- incenerimento;
- pirolisi;
- gassificazione.

Dall'incenerimento si ottiene calore, CO₂, vapore acqueo e ceneri. L'aspetto positivo è la produzione di energia termica ed energia elettrica, l'aspetto negativo è invece la necessità di attenzione per quanto riguarda l'emissione di gas serra. Secondo lo studio (Cucchiella et al. 2017) però la produzione di energia con un termovalorizzatore in alternativa alla discarica permette una riduzione di 370 kg di CO₂ eq per ogni tonnellata di rifiuti.

La pirolisi è una degradazione termica a 400-700° in assenza di agenti ossidanti che porta alla formazione di gas (CO, CO₂, H₂ e idrocarburi), oli e carbone. Per la pirolisi è necessario un pretrattamento dei rifiuti per eliminare le impurità.

La gassificazione consiste nella digestione biologica anaerobica di rifiuti organici con la produzione di gas, principalmente metano. Viene applicata soprattutto su rifiuti di cotone con l'idrolisi delle parti sintetiche.

Caso studio

Per comprendere quale sia la migliore soluzione per i tessuti tessili si prende come riferimento un caso studio condotto in Svezia dal dipartimento di Ingegneria Chimica e Biologica dalla Chalmers University of Technology e descritto nell'articolo scientifico "A Carbon Footprint of Textile Recycling" di (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014). Lo studio citato ha come scopo l'analisi del ciclo di vita e il calcolo del relativo GWP, Global Warming Potential, di tre opzioni di riciclo dei tessili e il confronto con il recupero di energia con termovalorizzatori, la soluzione maggiormente adottata in Svezia. La prova viene condotta su un campione di tessuti composti per il 50% da cotone e il 50% da poliestere e i metodi di riciclo confrontati sono metodi meccanici per riuso dei materiali, separazione di cellulosa dal poliestere con solventi e riciclo del poliestere.

Per l'analisi del ciclo di vita si considera come primo punto il momento in cui il rifiuto arriva all'impianto di trattamento e come ultimo punto il trattamento dei residui generati dal processo di riciclo, quindi, non sono inclusi gli impatti ambientali dovuti alla raccolta e al

trasporto dei rifiuti perché irrilevanti rispetto agli altri. Inoltre, si ipotizza che il riciclo e la futura vendita dei prodotti avvenga in Svezia. La produzione dei tessuti e dei capi scartati si assume però che avvenga in Cina e, in questo caso, viene considerato l'impatto ambientale.

Vengono brevemente descritti i processi analizzati nello studio:

Riuso: i rifiuti sono lavati utilizzando 20l di detergente per 1t di prodotto. In seguito, vengono separati manualmente, tagliati e inviati alla macchina da cucire per creare nuovi prodotti. La resa del processo dipende dalla qualità dei rifiuti e dalla richiesta di mercato dei materiali prodotti; può quindi essere molto variabile. Nel processo analizzato la produzione risultante è di sacchi in tessuto, poi distribuiti in Europa.

- Separazione di cellulosa dal poliestere con solvente NMMO (N-metilmorfolina N-ossido): i rifiuti selezionati vengono triturati e la parte risultante mischiata al solvente. Viene utilizzato tra 0.01 e 0.05 Kg di solvente per 1 Kg di cellulosa. Le fibre di cellulosa vengono poi separate tramite lavaggio, viene quindi rimossa l'acqua e asciugate le fibre. Si stima che il 98% di solvente possa essere riutilizzato e che venga riciclato in nuove fibre il 100% di cellulosa mentre il poliestere rimanente può essere fuso e anch'esso riciclato.
- Riciclo del poliestere: nel processo considerato vengono separati manualmente i capi e tessuti di puro poliestere. I tessuti vengono poi triturati e sottoposti ad una reazione chimica con metanolo per ottenere molecole di DTM (dimetiltriptamina). Per 1t di poliestere sono necessari 333Kg di metanolo. Infine, il DTM è trattato chimicamente e fuso. Si assume che l'efficienza del processo sia del 90%.

I residui dei tre processi sono inviati a termovalorizzatore o discarica.

Per lo studio del LCA dei rispettivi processi gli indicatori utilizzati sono:

- domanda di energia: in questo caso non si considera la fonte (rinnovabile o non rinnovabile);
- GWP (global warming potential): sono considerate tutte le fonti di emissioni significative del processo incluse le emissioni per la produzione delle fibre, per la produzione di energia, per la produzione delle sostanze chimiche utilizzate e i solventi e l'eventuale processo di incenerimento.

I dati riportati nell'articolo sono ricavati da diverse fonti di letteratura.

Nella seguente figura si può analizzare la prestazione totale di ogni processo per tonnellata di rifiuti; la linea più sottile rappresenta la sensibilità e il possibile errore di ogni analisi dovuto alla diversa resa che potrebbe derivare da ogni processo e particolarmente significativa per il processo di riuso. (tabella)

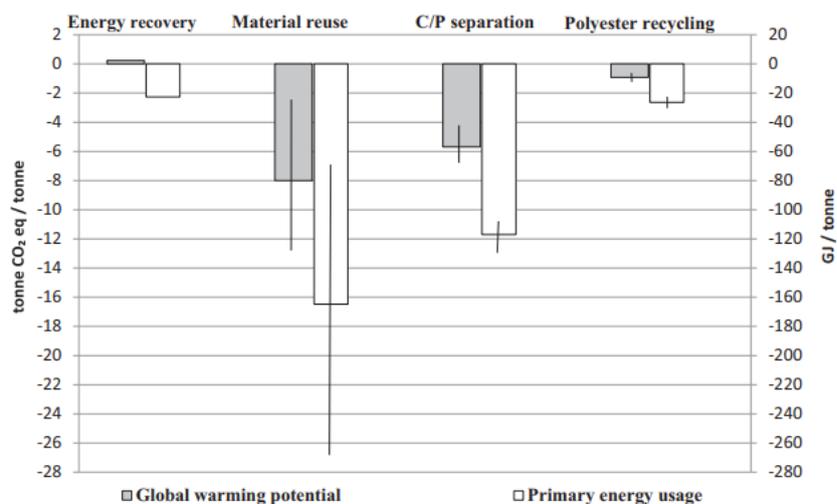


Figure 5 Comparison of the environmental performance of textile waste management technologies: energy recovery, material reuse, cellulose/polyester (C/P) separation, and polyester recycling in terms of net global warming potential and net primary energy usage, including results from sensitivity analysis based on yield variation in each technology, illustrated as error bars in the figure. The error bars are built up based on the variation of the yields in the recycling techniques. Since these recycling techniques are not applied on an industrial scale, there are no available data related to the yield of the processes. CO₂ = carbon dioxide; GJ = gigajoule.

Figura 31: Performance ambientali dei diversi processi di gestione dei rifiuti tessili (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014)

Process	Worst-case scenario (%)	Baseline scenario (%)	Best-case scenario (%)
Yield of material reuse process	15	50	85
Yield of dissolution of cellulose by NMMO	50	75	95
Yield of DMT production	50	90	100
Loss percentage in cotton yarn spinning from primary resources	35	20	5
Loss percentage in cellulose yarn spinning	35	20	5

Note: NMMO = N-methylmorpholine-N-oxide; DMT = dimethyl terephthalate.

Figura 32: Resa delle tecnologie di riciclo dei rifiuti tessili (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014)

I risultati negativi del grafico sono dati dal fatto che è stato aggiunto al calcolo il valore relativo all'impatto evitato della produzione utilizzando, al posto dei rifiuti, prodotti primari. La tecnologia che presenta un maggior recupero di energia è il riuso degli scarti tessili, nonostante la grande incertezza sulla resa. Per quanto riguarda i processi di separazione cellulosa/poliestere si osserva che il recupero di energia è minore bisogna però considerare che non è una pratica ancora diffusa a scala industriale quindi i risultati si basano sulla comparazione con altri processi e non sono del tutto certi. Il processo di riciclo del poliestere risulta essere il più costoso a livello energetico.

Si considera ora un processo integrato su 1 t di rifiuti considerando i seguenti passaggi:

1. raccolta dei rifiuti e trasporto al centro di trattamento;
2. lavaggio e asciugatura;
3. separazione manuale dei pezzi di buona qualità (500 kg);
4. processo di riuso dei tessuti di buona qualità e produzione di 2732 borse di stoffa;
5. processo di separazione cellulosa/poliestere della parte restante;
6. produzione di 187.5 kg di filato di cellulosa;
7. riciclo del poliestere con produzione di 225 kg di filato di poliestere;
8. invio a inceneritore dei residui (87.5 kg).

Anche in questo caso la figura mostra il confronto tra la termovalorizzazione di rifiuti, con recupero di energia, e l'applicazione del sistema integrato descritto in precedenza considerando diverse possibilità di resa. Anche considerando il caso peggiore il sistema integrato risulta comunque migliore della termovalorizzazione con elevati vantaggi ambientali. Questo risultato, anche se non ancora a scala industriale, dimostra che il sistema di riciclo dei tessuti può e deve essere implementato e rappresenta un modo per ridurre l'impatto ambientale dei rifiuti tessili.

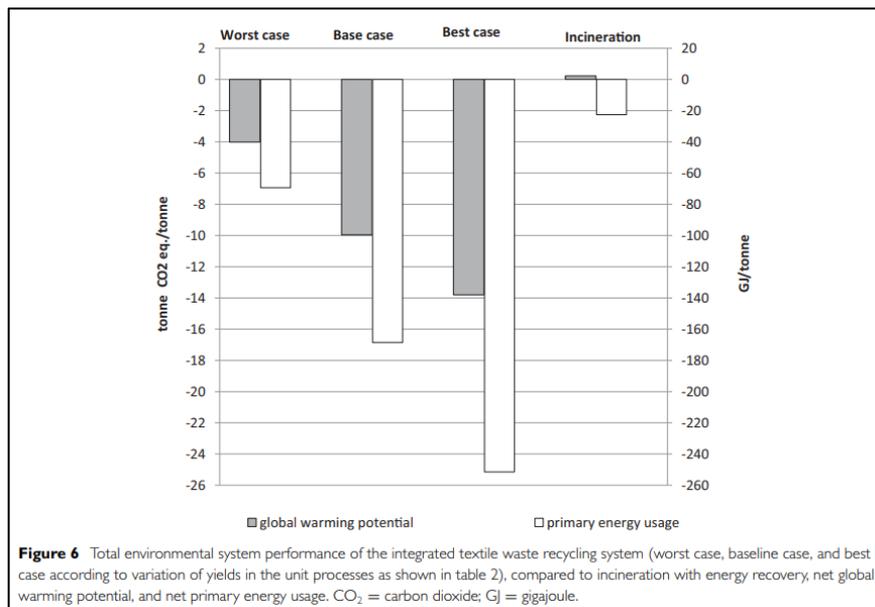


Figura 33: Performance del sistema integrato di gestione dei rifiuti (Zamani, Svanstrom, Peters, & Rydberg, 2014)

Gestione dei rifiuti tessili in Italia

Enti coinvolti nella filiera dei rifiuti di attività tessile

Gli impianti che operano nella gestione dei rifiuti prodotti dal settore tessile in Italia erano 2249 nel 2019. Bisogna però considerare che alcuni impianti svolgono più di una attività di trattamento e inoltre i dati riportati riguardano tutti i rifiuti prodotti dalla filiera del tessile quindi non solo quelli tessili.

Il settore con il maggior numero di attività è quello del recupero di materia seguito dall'attività di stoccaggio. Per stoccaggio si intende l'attività di raccolta che viene poi integrata dall'attività di selezione. Le regioni con il maggior numero di impianti per la gestione dei rifiuti prodotti dalla filiera del tessile sono in ordine Lombardia, Veneto, Toscana, Piemonte e Campania. (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

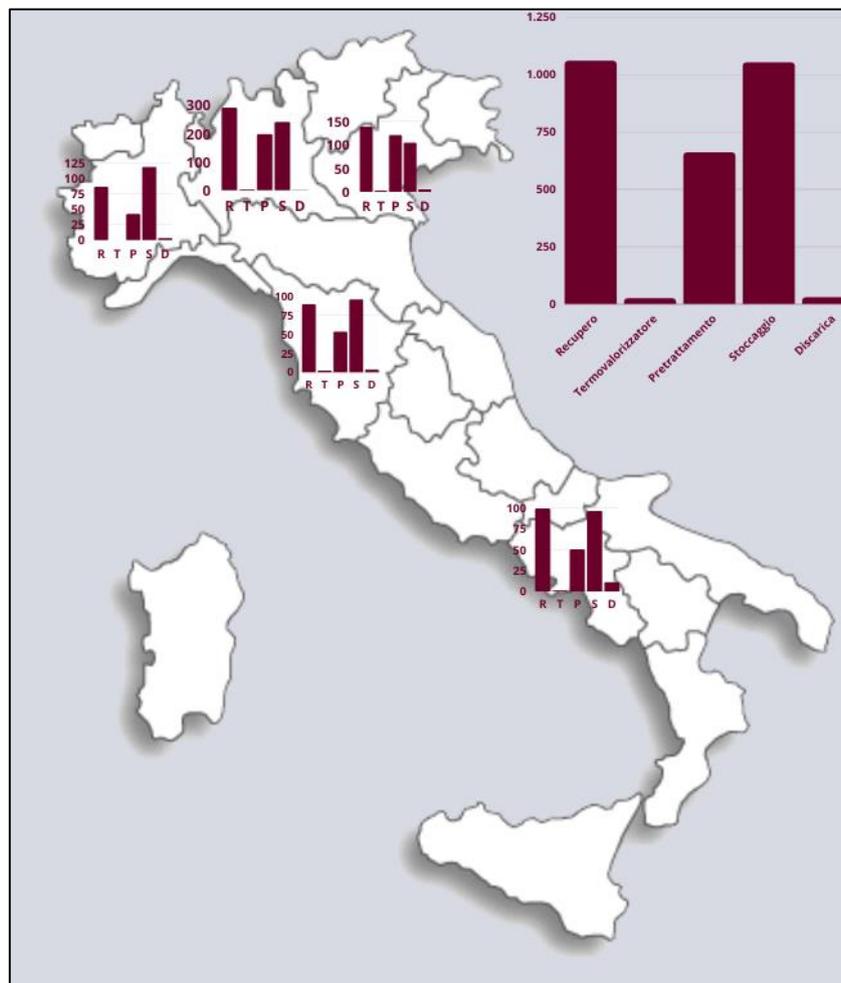


Figura 34: Impianti che gestiscono i rifiuti del settore tessile in Italia nel 2019 (dati rielaborati da (Fondazione sviluppo sostenibile, 2021)

Gli enti coinvolti nella gestione dei soli rifiuti tessili sono coloro che si occupano della raccolta, dello smistamento e selezione e dell'eventuale riciclo, recupero o smaltimento.

Le varie attività sono collegate dal trasporto che è effettuato da enti autorizzati; in base alla tipologia di materiale trasportato vi è una diversa regolamentazione. Essi sono obbligati alla compilazione del FIR, Formulario di Identificazione dei Rifiuti.

Tutte le attività che raccolgono e trasportano o che svolgono attività di intermediazione dei rifiuti devono essere iscritte all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali e redigere annualmente il MUD, Modello Unico di Dichiarazione Ambientale.

Tutti coloro che si occupano della gestione dei rifiuti, quindi anche attività di recupero e smaltimento e produttori devono redigere il registro di carico e scarico. Gli impianti di stoccaggio, trattamento o smaltimento devono richiedere inoltre l'autorizzazione AIA, Autorizzazione integrata ambientale, o, con procedure semplificata per impianti che attuano operazioni di recupero previste da DM 5/2/98 e/o DM 161/2002, AUA, Autorizzazione Unica Ambientale.

Le operazioni di recupero e smaltimento sono definite dalla normativa (D.Lgs. 152/06) che specifica anche quali operazioni che possono essere effettuate sui rifiuti; in base all'attività svolta, gli impianti sono soggetti ad una specifica autorizzazione. (Comoglio, 2022)

Nel grafico si riporta la classificazione prevista per le attività di recupero e smaltimento; sono state evidenziate le attività e le autorizzazioni che presentano le aziende contattate.

Tabella 14: Classificazione attività di recupero e smaltimento rifiuti (Comoglio, 2022), (GAZZETTA UFFICIALE, 2006)

RECUPERO		SMALTIMENTO	
R1	Utilizzazione principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia	D1	Deposito sul o nel suolo
R2	Rigenerazione/recupero di solventi	D2	Trattamento in ambiente terrestre
R3	Riciclo/recupero delle sostanze organiche non solventi	D3	Iniezioni in profondità
R4	Riciclo /recupero dei metalli e composti metallici	D4	Lagunaggio
R5	Riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche	D5	Messa in discarica specialmente allestita
R6	Rigenerazione degli acidi o delle basi	D6	Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione
R7	Recupero dei prodotti che servono a captare gli inquinanti	D7	Immersione, compreso il

			seppellimento nel sottosuolo marino
R8	Recupero di prodotti provenienti dai catalizzatori	D8	Trattamento biologico
R9	Rigenerazione o altri reimpieghi degli oli	D9	Trattamento fisico-chimico
R10	Spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia	D10	Incenerimento a terra
R11	Utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10	D11	Incenerimento in mare
R12	Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11	D12	Deposito permanente
R13	Messa in riserva di rifiuti per sottoporli ad una delle operazioni indicate da R1 a R12	D13	Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12
		D14	Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13
		D15	Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14

Con l'introduzione dell'EPR (Responsabilità Estesa dei Produttori) anche i produttori diventano parte attiva della gestione dei rifiuti tessili e, per questo, si pone necessaria la creazione di consorzi che hanno il compito di assolvere il produttore da tale responsabilità collegando i produttori stessi, i cittadini, i centri di raccolta e i centri di riciclo.

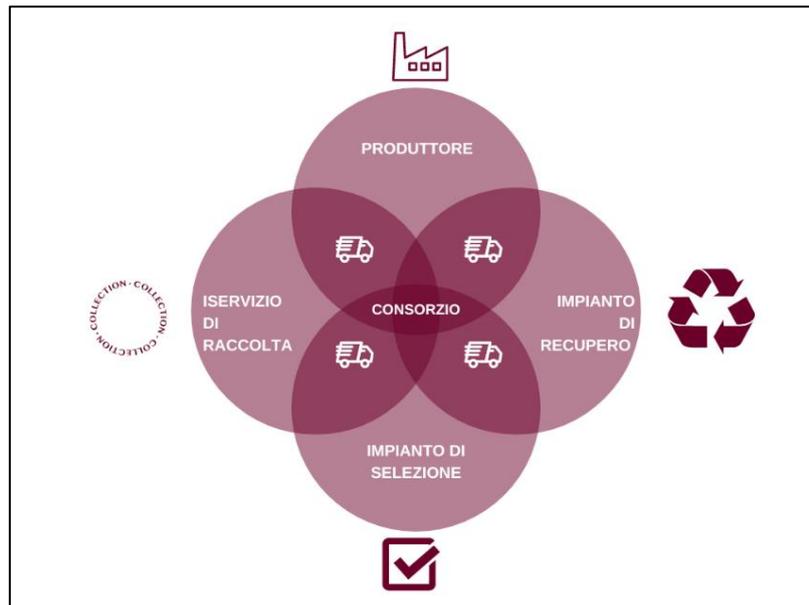


Figura 35: Ciclo di gestione dei rifiuti del settore tessile

I consorzi di filiera sono enti costituiti in ambito nazionale per favorire e migliorare la gestione di alcune tipologie di rifiuti. Vi partecipano i produttori dei beni, gli utilizzatori dei materiali recuperati e gli enti che si occupano del riciclo. I compiti di un consorzio sono gestire la raccolta dei rifiuti di interesse, il riciclaggio e il recupero di essi. I mezzi finanziari per il funzionamento dei consorzi sono costituiti dai contributi dei soggetti partecipanti e dalle attività di recupero. (ARPAV, 2020)

I primi consorzi in Italia per la gestione dei rifiuti tessili sono Ecoremat, Ecotessili, Retex.Green e Cobat Tessile.

I primi due, Ecoremat ed Ecotessili, fanno parte del sistema Ecolight e si occupano rispettivamente della gestione di materassi e rifiuti tessili provenienti dalle industrie. Sono due consorzi nazionali promossi da Federdistribuzione e da imprese associate che promuovono la costruzione di una filiera di raccolta e riciclo di queste tipologie di materiali. (Askaneews, 2021)

Retex.green è una rete per la gestione dei rifiuti tessili, calzature e pelletteria lanciato da Sistema Moda Italia e Fondazione del tessile italiano (Askaneews, 2021). È un sistema volontario di responsabilità estesa del produttore che coinvolge aziende di produzione associate a Sistema Moda Italia. Le attività del consorzio saranno svolgere, massimizzare quantitativamente e migliorare qualitativamente la raccolta differenziata e la gestione dei rifiuti tessili, promuovere le pratiche di prevenzione della produzione dei rifiuti e supportare i consorziati nelle pratiche amministrative. (SMI, s.d.)

Anche Cobat Tessile è un consorzio dedicato alla filiera del tessile, nato nel marzo 2022 e promosso da Federmoda. Si occupa della raccolta, trattamento e avvio a recupero dei prodotti tessili a fine vita con l'obiettivo di trasformarli in nuove materie prime seconde o energia ponendo particolare attenzione allo sviluppo e ricerca di nuove tecnologie per ridurre i consumi idrici ed energetici. A Cobat tessile partecipano alcuni produttori, le Associazioni delle piccole

e medie imprese e grandi industrie e la società attiva nel settore del riciclo Tintess spa. (SMI, s.d.)

I distretti tessili in Italia

Le regioni d'Italia che hanno il maggior numero di impianti che si occupano dei rifiuti del settore tessile corrispondono anche alle regioni con i più grandi distretti tessili. I distretti tessili sono dei gruppi di aziende localizzate in un'area geografica circoscritta e con la stessa finalità produttiva. I distretti sono caratterizzati dalla cooperazione tra le aziende che ne fanno parte e la creazione di un indotto che garantisce qualità e al tempo stesso più flessibilità ed efficienza. In Italia sono individuati 36 distretti del settore abbigliamento e accessori di moda, tra i più famosi ci sono il distretto di Prato, il Distretto di Carpi, il Distretto tessile di Schio, Thiene-Valdagno, il Distretto serico Comasco e il distretto tessile Biellese. (Markers Valley, 2022)

Il distretto di Prato

Prato, situato in Toscana, è uno dei più grandi distretti industriali d'Italia e il più grande centro tessile a livello europeo e tra i più importanti nel Mondo per la lavorazione e produzione di tessuti in lana, costituito da circa 7000 imprese della moda. (Unione Industriale Pratese)

L'industria tessile a Prato si sviluppò a partire XIII secolo intorno alle gore, i canali realizzati dal fiume Bisenzio con la formazione nel secolo successivo della Corporazione dell'Arte della Lana. Dopo un periodo di crisi, l'industria della lana Pratese rifiorì nel XVIII secolo grazie alla realizzazione del primo importante lanificio e all'esportazione di prodotti nel Medio Oriente. Nel secolo successivo, con la rivoluzione industriale, vennero perfezionate le macchine di filatura e realizzate nuove macchine per il cardato dando vita al procedimento per la rigenerazione dei ritagli dei tessuti. I ritagli venivano selezionati con cura e trasformati in lana rigenerata che veniva poi miscelata con lana vergine e consentiva di produrre tessuti cardati. Proprio questi prodotti permisero all'attività di Prato di progredire fino a raggiungere, con gli anni, il mercato mondiale.

Il riutilizzo degli scarti tessili delle lavorazioni, ma anche capi di abbigliamento usati sono un elemento fondamentale dell'attività Pratese grazie anche alla creazione di macchinari per la rigenerazione e il riciclo di queste frazioni che sarebbero state considerati rifiuti.

A partire dagli anni '70, per far fronte alle nuove richieste del mercato vi è stato un grande cambiamento da distretto laniero a distretto della moda per l'apertura a nuove produzioni. Inoltre grazie al grande sviluppo del dopoguerra ha visto anche un grande arrivo di lavoratori da altre parti d'Italia e poi dall'estero, in particolare dalla Cina. Si è creato così negli ultimi anni una specie di "distretto parallelo" rappresentato dalle attività straniere che rappresentano però un motivo di concorrenza per la tradizionale industria Pratese.

Aziende intervistate

Per ottenere una migliore analisi delle aziende che si occupano della gestione dei rifiuti tessili sono state contattate e visitate alcune aziende attive nella filiera del tessile e in particolare nella gestione dei rifiuti. Le imprese sono state trovate attraverso una ricerca online con l'intenzione di avere una rappresentanza di tutto il territorio nazionale e di tutte le possibili attività.

Sono state contattate N aziende attraverso una ricerca internet e ad ognuna sono state poste alcune domande riguardanti i seguenti argomenti:

- Tipologia di rifiuti gestita;
- Prodotti di input o output;
- Quantità gestita;
- Attività svolta;
- Tipo di processo;
- Eventuale associazione a un consorzio.

Dopo l'intervista telefonica o in videochiamata alle aziende aderenti sono state descritte e confrontate le aziende e selezionate alcune con iniziative interessanti e innovative che sono state visitate.

In particolare l'obiettivo della ricerca è analizzare quali rifiuti vengono maggiormente trattati e perché e le problematiche relative al recupero.

Tabella 15: Aziende contattate e intervistate

AZIENDE CONTATTATE	46
AZIENDE INTERVISTATE	20
AZIENDE VISITATE	4

N°	AZIENDA	SEDE	TIPOLOGIA DI RIFIUTO	ATTIVITA'
1	PEZZAMIFICIO GM GESTRI MARCO	La Loggia (TO)	POST	Selezione e recupero di materia
2	LA.I.PE. S.r.l.	Roma (RO)	POST	Recupero di materia
3	ECOTESSILE S.r.l.	Iglesias (CI)	POST	Selezione
4	HERMAN TEXTIL RECYCLING	Caserta (CE)	POST	Selezione
5	TMP21 S.r.l.	Udine (UD)	POST	Selezione e stoccaggio
6	NAZENA S.r.l.	Vicenza (VI)	PRE&POST	Recupero di materia
7	EUROFIBRE S.r.l.	Trescore Balneario (BG)	PRE&POST	Selezione
8	EUROCORPORATION S.r.l.	Firenze (FI)	PRE	Selezione
9	GF CASCAMI S.r.l.	Castel Goffredo (MN)	PRE	Selezione
10	BERTELLI S.r.l.	Brescia (BS)	PRE	Selezione
11	RITECA S.r.l.	Desenzano del Garda (BS)	PRE	Selezione
12	SFILACCIATURA DI VERRONE S.a.s.	Verrone (BI)	PRE	Recupero di materia
13	SFILACCIATURA NEGRO S.r.l.	Gaglianico (BI)	PRE&POST	Recupero di materia
14	ZETA POLIMERI S.r.l.	Buronzo (VC)	PRE	Recupero di materia
15	RIFO-LAB	Prato (PO)	PRE&POST	Uso materiale rigenerato
16	RE FRANCO S.r.l.	Varallo (VC)	PRE	Recupero di materia
17	SFILACCIATURA SAMA S.r.l.	Prato (PO)	PRE	Recupero di materia
18	AZIENDA NUOVA FRATELLI BORETTI S.r.l.	Prato (PO)	PRE	Selezione

19	FILATURA S.p.a.	FILPUCCI	Prato (PO)	PRE&POST	Realizzazione filato cardato
20	ECOTESSILI (CONSORZIO)		Milano (MI)	PRE&POST	Consorzio

La seguente figura mostra la disposizione delle aziende contattate; i tre colori differenziano pre e post consumo e aziende che si occupano di entrambi e la dimensione rappresenta la quantità di rifiuti che vengono trattati all'interno delle singole imprese. Il colore viola è per le aziende che si occupano di post consumo, verde pre consumo e azzurro entrambi, Le regioni in cui sono stati trovati maggiori contatti sono Lombardia, Piemonte, Toscana, in linea con la figura 34 e, anche in questo caso, con la presenza dei maggiori tessili del Paese. Oltre alle aziende è stata contattato e intervistato il consorzio ECOTESSILI le cui informazioni sono state riportate nel paragrafo precedente.

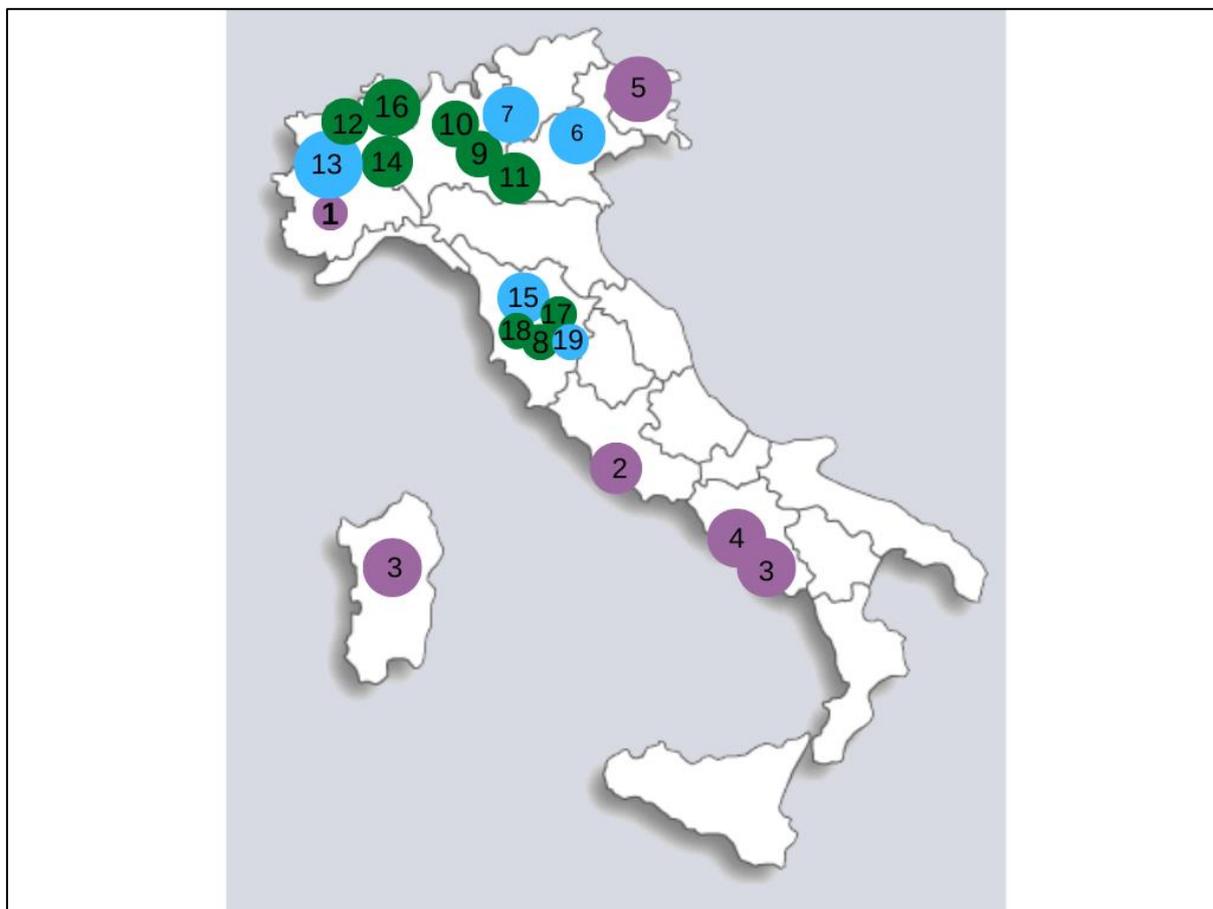


Figura 36: Ubicazione delle aziende contattate

Nelle seguenti pagine si allega per ciascuna azienda contattata una scheda descrittiva e un grafico di processo. I grafici sono realizzati sulla base delle informazioni fornite dalle aziende, più o meno dettagliate. Le parti colorate corrispondono ad attività e prodotti gestiti all'interno dell'azienda, i rombi azzurri riportano l'attività o il macchinario, i rettangoli gialli i prodotti

all'interno del ciclo, quelli rossi i rifiuti del ciclo e quelli verdi i prodotti in uscita. Le parti non colorate riguardano aziende esterne.

Rifiuti post consumo

La gestione dei rifiuti post consumo è la più complessa. Le aziende contattate si occupano della raccolta di rifiuti tessili post consumo che avviene su strada con appositi cassonetti. In questo caso, a differenza della classica raccolta municipale dei rifiuti, non si tratta di un servizio pubblico ma privato che può essere svolto appunto dalle aziende o in alcuni casi da associazioni di beneficenza.

Le aziende italiane che sono state intervistate che gestiscono la raccolta si occupano in molti casi anche della selezione, che è sempre manuale. Il processo di selezione, unito all'igienizzazione, consente la "cessazione della qualifica di rifiuto" e quindi il passaggio alla qualifica di "end of waste".

Dopo la selezione si ottengono generalmente due frazioni; circa la metà è composta da indumenti recuperabili e riutilizzabili che vengono rivenduti su altri mercati mentre l'altra metà è composta da indumenti non più utilizzabili che possono essere convertiti in pezzame per industrie, sfilacciati e riciclati in nuovi filati o sminuzzati per ottenere nuovi oggetti e, in qualche caso, sfilacciati per ottenere nuovi filati.



Figura 37: Filiera della gestione dei rifiuti tessili post consumo

Delle aziende contattate 10 si occupano della gestione dei rifiuti post consumo e in particolare 5 esclusivamente quello, 4 anche di pre-consumo mentre una che si occupa attualmente solo di pre consumo presenta un processo per il post consumo che è in fase di realizzazione.

La prima azienda contattata che si occupa, privatamente, della raccolta e della successiva selezione dei rifiuti tessili post consumo è ECOTESSILE srl.

La seconda azienda attiva nella raccolta è TMP21; l'attività effettuata è però diversa da quella della precedente azienda, infatti questa effettua uno scambio di rifiuti tra la raccolta, effettuata da associazioni benefiche e centri di selezione per tipologia e materiale.

Le aziende che si occupano di selezione sono, oltre a ECOTESSILE, PEZZAMIFICIO GESTRI MARCO ed HERMAN TEXTIL RECYCLING che suddividono in base al grado di usura e EUROFIBRE che invece dividere gli scarti in base al materiale.

Il secondo passaggio, dopo la fase di raccolta e selezione, per gli indumenti non più riutilizzabili è costituita dal riciclo o recupero. Le aziende contattate che si occupano di questa fase sono LA.I.PE, PEZZAMIFICIO GESTRI MARCO, NAZENA e SFILACCIATURA NEGRO.

Essendo i capi post consumo molto eterogenei è spesso molto difficile l'operazione di sfilacciatura su capi non 100% dello stesso materiale; l'alternativa alla sfilacciatura è costituita dalla realizzazione di pezzame per le industrie; PEZZAMIFICIO GESTRI MARCO e LA.I.PE. sono due esempi di questa attività. Altre due aziende si occupano del riciclo, NAZENA che con processi meccanici e chimici realizza accessori di arredamento e SFILACCIATURA NEGRO che presenta un processo per la produzione di ovatta; queste due aziende verranno però descritte nel capitolo Pre&Post consumo poiché si occupano, appunto, di entrambe le tipologie di rifiuto.

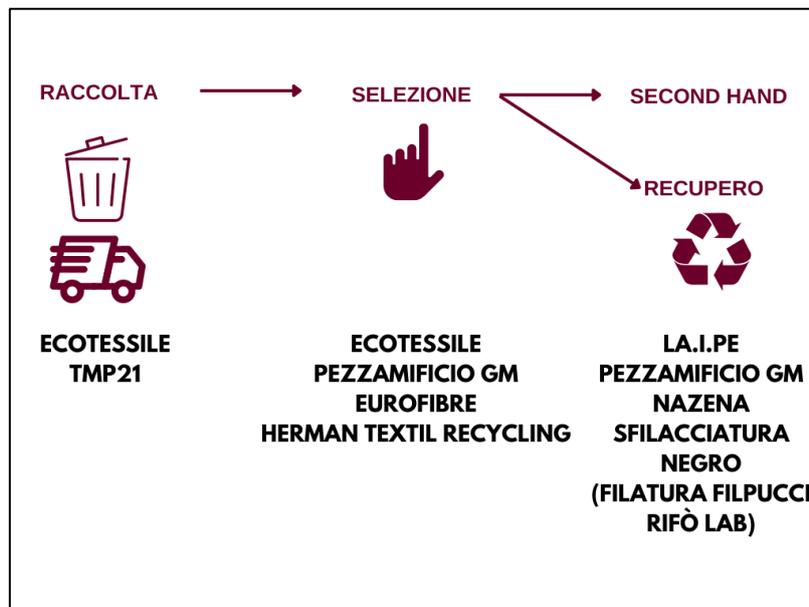


Figura 38: Aziende contattate per post-consumo

Tabella 16: Scheda descrittiva ECOTESSILE

AZIENDA	Ecotessile
SEDE	Iglesias, Sardegna
ATTIVITA'	Raccolta e selezione
QUANTITA'	2000 tons/anno

DESCRIZIONE

Ecotessile è un'azienda che possiede due stabilimenti, in Sardegna e in Campania, coprendo un bacino di utenza di 1 milione di persone. I rifiuti vengono raccolti attraverso cassonetti posti su suolo pubblico dopo richiesta di concessione comunale.

I rifiuti raccolti sono pari a 2 o 3 kg pro capite all'anno, quindi, considerando le persone servite, dai 2 ai 3 milioni all'anno. Dopo la raccolta viene effettuata una prima selezione manuale per eliminare materiale non tessile, come carta e plastica. Il dato positivo e in controtendenza rispetto alla raccolta differenziata di altri materiali è che le parti nella raccolta del tessile estranee costituiscono circa il 3% dei rifiuti. Dopo la separazione del materiale non conforme avviene l'igienizzazione dei tessuti con ozono e in seguito un'ulteriore separazione, sempre manuale, in base al tipo di indumento e al grado di usura. Da questa seconda selezione emerge che circa il 50% è composto da materiale recuperabile, che può essere riutilizzato, mentre il restante 50% è costituito da indumenti non recuperabili. Gli scarti che possono essere riutilizzati vengono esportati e rivenduti come second-hand in altri paesi; in particolare il 90% viene esportato in Africa e il 10% in Paesi dell'Est Europa. Per quanto riguarda la parte non recuperabile invece essa viene venduta ad aziende in Asia, in particolare in India, a Mundra, e il Pakistan, a Karashi, che si occupano della realizzazione di nuovi filati oppure pezzame per industrie.

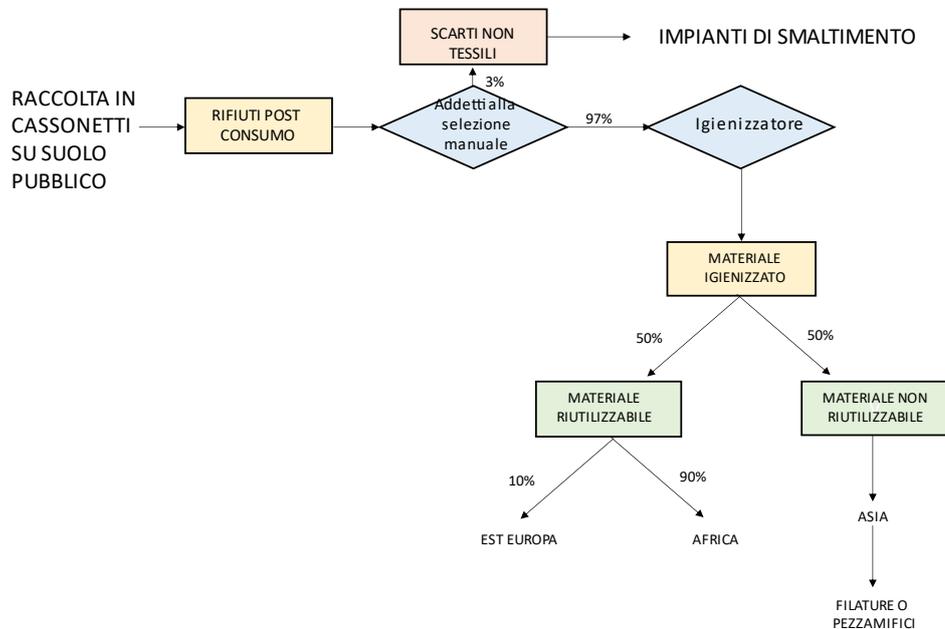


Figura 39: schema di processo di ECOTESSILE

Tabella 17: Scheda descrittiva TMP21

AZIENDA	TMP21
SEDE	Udine
ATTIVITA'	Scambio rifiuti
QUANTITA'	10-12000 tons/anno
DESCRIZIONE	
<p>L'azienda ha sede a Udine ma attività produttiva a Montemurlo (PO), Toscana. TMP21 si occupa di "scambio di rifiuti"; in ingresso riceve rifiuti post consumo, questi vengono sottoposti ad una prima selezione, manuale, per separarli da eventuali componenti non tessili come le borse con cui vengono introdotti nei cassonetti. L'attività principale consiste poi nell'imballaggio e nella riduzione dei volumi. Dopo queste operazioni i prodotti, ancora con la qualifica di rifiuti, vengono inviati prima ad aziende che si occupano del trattamento, igienizzazione e selezione, e in seguito, con la qualifica di End Of Waste, vengono inviati agli opportuni destinatari finali per il riuso o il riciclo.</p> <p>Per la raccolta l'azienda è in rapporto con cooperative sociali di tipo B che raccolgono i rifiuti tessili, rivendendoli a TMP21 con un compenso economico che sarà destinato alle loro iniziative benefiche.</p>	
<pre> graph TD CS[COOPERATIVE SOCIALI] --> RCP[RACCOLTA BENEFICA IN CASSONETTI SU SUOLO PUBBLICO] RCP --> RPK[RIFIUTI POST CONSUMO] RPK --> ASM{Addetti alla selezione manuale} ASM --> SNT[SCARTI NON TESSILI] SNT --> IS[IMPIANTI DI SMALTIMENTO] ASM --> RT[RIFIUTI TESSILI] RT --> PPI{Pressa per imballaggio} PPI --> ISIE[IMPIANTI DI SELEZIONE E IGIENIZZAZIONE] </pre>	
<p>Figura 40: Schema di processo di TMP21</p>	

Tabella 18: Scheda descrittiva PEZZAMIFICIO GESTRI MARCO

AZIENDA	Pezzamificio Gestri Marco
SEDE	La Loggia (TO), Piemonte
ATTIVITA'	Selezione e riciclo
QUANTITA'	105 tons/anno
DESCRIZIONE	
<p>Pezzamificio Gestri Marco si occupa sia di selezione sia di recupero. L'attività della azienda è data dall'acquisto di rifiuti post consumo da centri di raccolta, circa 105000 kg all'anno, e della successiva selezione manuale degli indumenti in base al grado di usura. Circa il 60% dei rifiuti può essere riutilizzato quindi viene rivenduto come second hand, il 30% non può essere riutilizzato ed, essendo molto eterogeneo, non può essere sfilacciato e viene quindi destinato a pezzame industriale, mentre il 10% viene inviato a sfilacciatore a Prato, in Toscana. Dopo la selezione avviene il passaggio per il rifiuto al grado di End Of Waste diventando Materia Prima Secondaria.</p> <p>Il 30% che viene destinato a pezzame industriale è recuperato nella stessa azienda attraverso taglierine che permettono di realizzare pezzame di diverse dimensioni e presse che permettono la compattazione del materiale e l'imballaggio.</p>	
<pre> graph LR A[CENTRI DI RACCOLTA] --> B[RIFIUTI POST CONSUMO] B --> C{Igienizzatore} C --> D{Addetti alla selezione manuale} D -- 60% --> E[INDUMENTI RIUTILIZZABILI] E --> F[SECOND HAND] D -- 30% --> G[TESSUTI INVIATI A RECUPERO] G --> H{Taglierine} H --> I[PEZZAME] D -- 10% --> J[TESSUTI INVIATI A RICICLO] J --> K[SFILACCIATURE DI PRATO] </pre>	
<p>Figura 41: Schema di processo di Pezzamificio GESTRI MARCO</p>	

Tabella 19: Scheda descrittiva LA.I.PE.

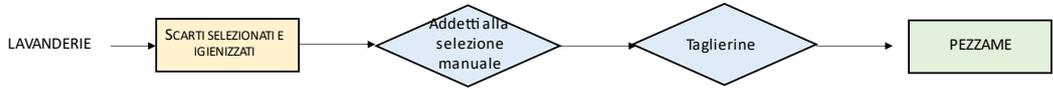
AZIENDA	LA.I.PE.
SEDE	Roma (RO), Lazio
ATTIVITA'	Riciclo
QUANTITA'	-
DESCRIZIONE	
<p>LA.I.PE. si occupa di scarti post consumo da lavanderie; non si tratta in questo caso di indumenti post consumo ma di lenzuola e asciugamani non più utilizzati. Anche LAIPE effettua una selezione manuale per tipo di tessuto, escludendo i tessuti sintetici, e per colore. I tessuti selezionati vengo quindi ridotti a pezzame di diverse misure tramite l'utilizzo delle taglierine. In questo caso la quantità di prodotto non è stata fornita perché molto dipendente dal mercato, dalla richiesta e dalla disponibilità di materiale.</p>	
 <pre> graph LR A[LAVANDERIE] --> B[SCARTI SELEZIONATI E IGIENIZZATI] B --> C{Addetti alla selezione manuale} C --> D{Taglierine} D --> E[PEZZAME] </pre>	
<p>Figura 42: Schema di processo di LA.I.PE.</p>	

Tabella 20: Scheda descrittiva HERMAN TEXTIL RECYCLING

AZIENDA	Herman textil recycling
SEDE	San Marco Evangelista (CE), Campania
ATTIVITA'	Stoccaggio e selezione
QUANTITA'	8100 tons/anno

DESCRIZIONE

Herman Textil Recycling è un'azienda che si occupa dello stoccaggio e selezione dei rifiuti tessili post consumo. Gli scarti vengono selezionati manualmente prima in base alla qualità e poi in base alla tipologia di indumento. Dalla selezione il materiale si divide in un 5-10% di materiale non riutilizzabile e non riciclabile inviato a smaltimento, 50-60% di materiale che può essere riutilizzato e inviato a filiere estere, precisamente a Paesi con minore potere di acquisto come Stati dell'Africa Sub-sahariana e dell'Europa orientale, e 30% di materiale inviato a riciclo in Stati esteri.

Herman Textile Recycling collabora con altre aziende di gestione dei rifiuti tessili che a fronte di una crescente instabilità del mercato hanno creato un'associazione, rete NICE, con l'obiettivo di creare una vera e propria filiera.

Rete NICE è composta da 3 aziende Italiane che si occupano di raccolta e selezione e 4 straniere che si occupano di selezione e riciclo. In Italia 2 aziende si occupano di selezione, tra cui Herman Textil Recycling, e una si occupa della raccolta che avviene principalmente in Lombardia, Abruzzo, Marche, Molise e Lazio.

Il quantitativo di 8100 tonnellate di rifiuti gestiti all'anno si riferisce alle 3 aziende italiane di rete NICE.

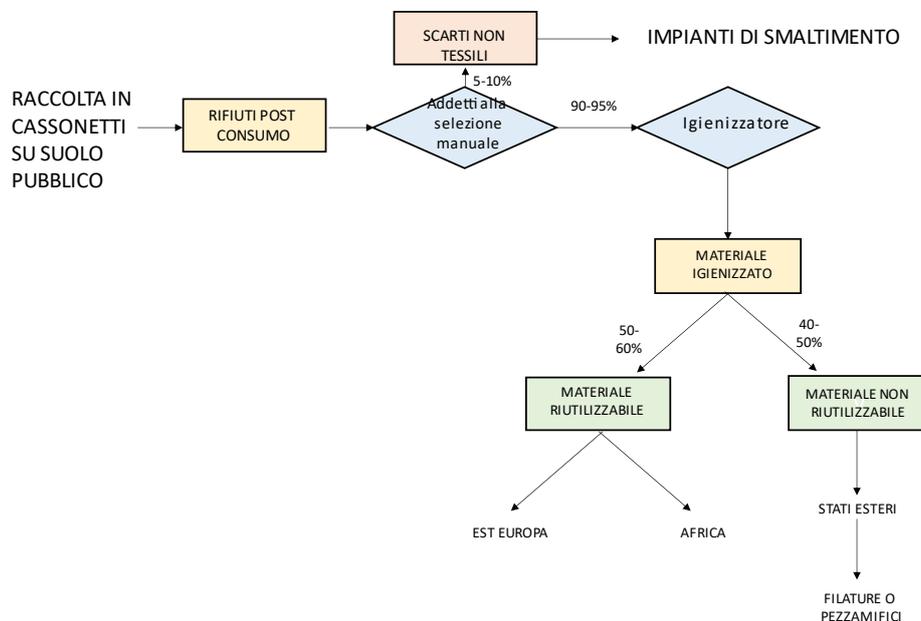


Figura 43: Schema di processo di HERMAN TEXTIL RECYCLING

Rifiuti pre consumo

Gli scarti pre consumo, quindi scarti di processo vengono raccolti direttamente dalle aziende di trasporto all'interno dei centri di produzione con apposito FIR, Formulario di identificazione del rifiuto, e registro di carico e scarico e conferiti alle ditte che si occupano della cernita, selezione. Dopo la selezione, che può essere per colore o per tipo di tessuto, possono essere destinati a impianti di recupero e riciclo. Si tratta infatti generalmente di tessuti di buona qualità che possono essere sfilacciati per ottenere nuovi filati e quindi nuovi tessuti o oggetti e, se di qualità minore, sminuzzati e usati per altri fini, come riempimenti per il settore automotive.

Le aziende che si occupano di selezione ed igienizzazione permettono il passaggio da rifiuto a MPS, materia prima secondaria.

In tutte le aziende contattate la selezione avviene manualmente mentre per il riciclo sono utilizzati processi meccanici.



Figura 44: Filiera della gestione degli scarti industriali e pre consumo

Anche la gestione dei rifiuti pre consumo coinvolge come, per i post consumo, le aziende che si occupano di raccolta, selezione e riciclo o recupero. La differenza rispetto la precedente tipologia di rifiuti tessili è il numero di aziende interessate, la quantità trattata e le destinazioni finali.

In questo caso è necessario porre attenzione alla classificazione del prodotto che viene effettuata dall'azienda; gli scarti di un processo possono essere infatti rifiuti o sottoprodotti. I rapporti commerciali tra produttori e aziende di riciclo saranno quindi diversi in base alla classificazione, in quanto il sottoprodotto non è un rifiuto e di conseguenza non viene trattato come tale. Per essere sottoprodotto però uno scarto di produzione deve soddisfare alcuni requisiti fondamentali:

- deve essere originato da un processo di produzione il cui scopo primario non sia la produzione di tale sostanza;
- deve essere certo che sarà riutilizzato;
- non deve richiedere ulteriori trattamenti per il riutilizzo;
- l'uso deve essere legale.

Inoltre, i sottoprodotti vengono generalmente venduti dalle aziende che li producono alle aziende che provvedono al recupero mentre, quando si tratta di rifiuti, i produttori pagano per la raccolta e il recupero di tali prodotti.

Tra le aziende contattate 14 si occupano del pre consumo e in particolare una, EUROCORPORATION, effettua esclusivamente la raccolta e 5, EUROFIBRE, RITECA, BERTELLI, GF CASCAMI e FRATELLI BORETTI si occupano della selezione. Infine, 6 si occupano del recupero dei tessuti in ovatta o granelli, se trattano materiale sintetico, per produrre nuovi filati o altri materiali. Queste aziende sono SFILACCIATURA VERRONE, ZETA POLIMERI, SFILACCIATURA RE FRANCO, NAZENA e SFILACCIATURA NEGRO e SFILACCIATURA SAMA. Infine, sono state contattate due aziende che invece utilizzano il materiale rigenerato e rappresentano la parte finale della filiera, FILATURA FILPUCCI e RIFO' LAB.

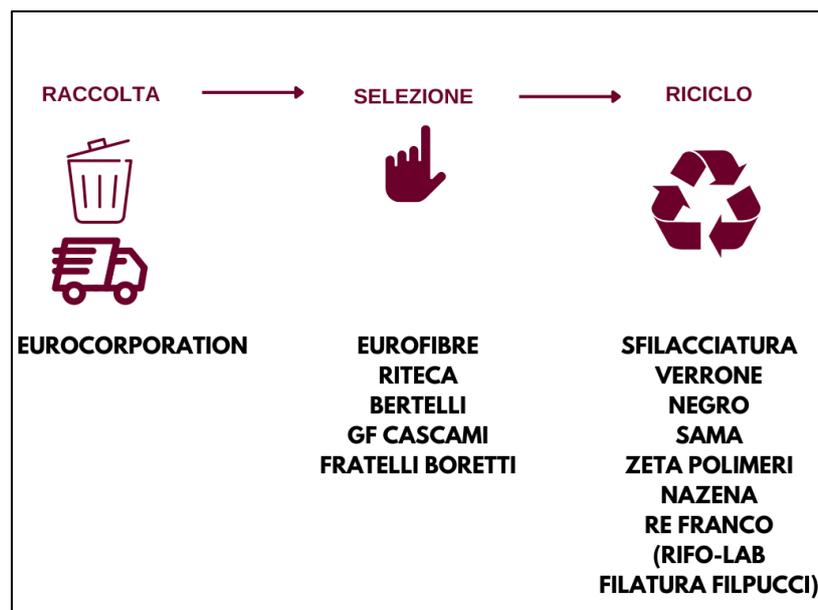


Figura 45: aziende contattate per pre consumo

Tabella 21: Scheda descrittiva EUROCORPORATION

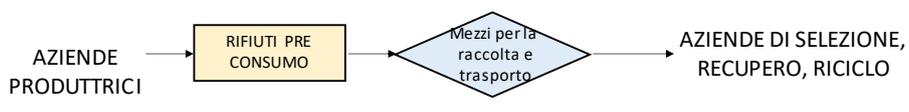
AZIENDA	Eurocorporation
SEDE	Firenze (FI), Toscana
ATTIVITA'	Raccolta
QUANTITA'	120 tons/anno
DESCRIZIONE	
<p>Eurocorporation si occupa della raccolta di rifiuti tessili da privati, con codice CER 04. Oltre alla raccolta di scarti tessili industriali si occupa anche della raccolta di altri rifiuti speciali per un totale di 40 tons al mese. Le aziende servite dal sistema di raccolta dell'azienda sono 1500 e si trovano nel nord della Toscana. In seguito alla raccolta gli scarti vengono direttamente conferiti alle diverse destinazioni finali, aziende di recupero, sfilacciatore in particolare oppure termovalorizzatori in Piemonte e Veneto o discariche.</p>	
 <pre> graph LR A[AZIENDE PRODUTTRICI] --> B[RIFIUTI PRE CONSUMO] B --> C{Mezzi per la raccolta e trasporto} C --> D[AZIENDE DI SELEZIONE, RECUPERO, RICICLO] </pre>	
<p>Figura 46: Schema di processo di EUROCORPORATION</p>	

Tabella 22: Scheda descrittiva BERTELLI

AZIENDA	Bertelli
SEDE	Brescia, Lombardia
ATTIVITA'	Selezione
QUANTITA'	2400 tons/anno
DESCRIZIONE	
<p>BERTELLI SRL si occupa di acquisto e selezione di scarti di fibre tessili da filature. Le fibre sono di tutti i tipi di materiale: nylon, poliestere, cotone, lana, ryon, viscosa e polipropilene. La selezione è manuale e per tipologia di materiale. Dopo la selezione il rifiuto, diventato materia prima secondaria, viene inviato a sfilacciatore che producono fiocchi dai 2 ai 10 mm. I fiocchi vengono poi utilizzati per realizzare piastre fonoassorbenti e prodotti geotessili.</p> <p>La stessa azienda si occupa anche della raccolta di rifiuti in plastica, dopo la selezione in base alla tipologia viene macinata e venduta a produttori di granulo e plastica rigenerata.</p>	
 <pre> graph LR A[FILATURE] --> B[RIFIUTI DI PROCESSO (FIBRE)] B --> C{Addetti alla selezione manuale} C --> D[MPS] D --> E[SFILACCIATURE] </pre>	
<p>Figura 47: Schema di processo di BERTELLI</p>	

Tabella 23: Scheda descrittiva RITECA

AZIENDA	Riteca
SEDE	Desenzano del Garda (BS), Lombardia
ATTIVITA'	Selezione
QUANTITA'	-
DESCRIZIONE	
<p>RITECA SRL gestisce la raccolta, la selezione e cernita di scarti post produzione provenienti da aziende di Prato (Toscana) e del Bresciano (Lombardia). La selezione viene svolta manualmente prima in base al colore; vengono infatti separati gli scarti di colore bianco che vengono inviati ad un'azienda turca in cui il materiale è triturato e usato per produrre nuovo filato. La parte non bianca è invece consegnata ad altre aziende per il recupero in Germania. Prima dell'invio viene però separata la maglieria dagli altri scarti tessili. Prima dell'invio alle aziende di riciclo tutti i tessuti sono sottoposti ad igienizzazione.</p> <pre> graph LR A[AZIENDE PRODUTTRICI DI PRATO E DEL BRESCIANO] --> B[RIFIUTI DI PROCESSO] B --> C{Addetti alla selezione e igienizzazione} C --> D[TESSUTI BIANCHI] C --> E[TESSUTI NON BIANCHI] D --> F[AZIENDA IN TURCHIA] F --> G[FILATO] E --> H[AZIENDA IN GERMANIA] H --> I[RECUPERO] </pre>	
<p>Figura 48: Schema di processo di RITECA</p>	

Tabella 24: Scheda descrittiva GF CASCAMI

AZIENDA	GF cascami
SEDE	Castel Goffredo (MN), Lombardia
ATTIVITA'	Selezione
QUANTITA'	4000 tons/anno

DESCRIZIONE

GF CASCAMI è situato in un distretto importante per la produzione di calze collant e tessuto tecnico. Il suo materiale in ingresso è infatti costituito al 90% da scarti pre consumo di calzifici e produttori di capi tecnici come tute da sci e maglie termiche, per il restante 10% è invece costituito da scarti di filature. Gli scarti delle filature sono costituiti da filati in poliammide, polipropilene e altri rifiuti o scarti di produzione.

Il materiale in ingresso, da rifiuto, viene trattato per uscire come materia prima secondaria. I passaggi gestiti dall'azienda sono selezione, manuale, sanificazione, imballaggio in balle da 300 o 500 kg e stoccaggio.

Gli scarti di calzifici e maglierie sono inviati a diverse aziende che si occupano del recupero come garnettature che riescono ad estrarre la componente elastica. I filati sintetici vengono invece rivenduti ad altri impianti per la granulazione.

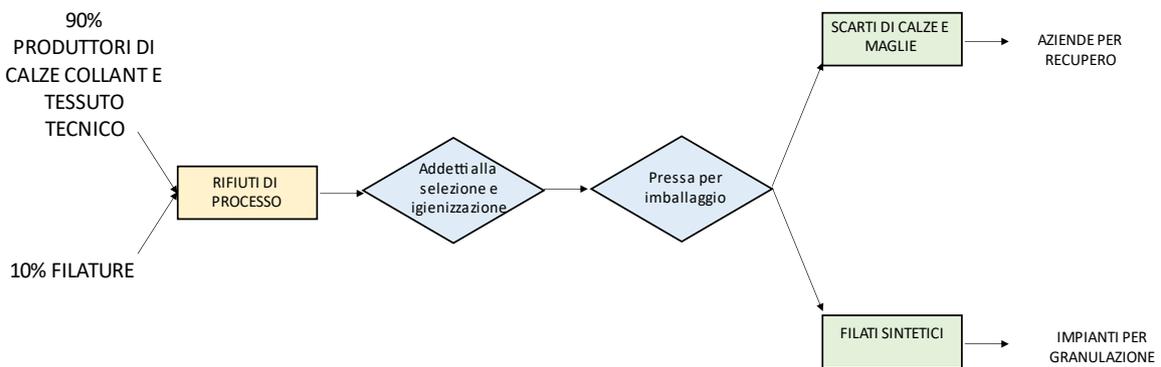


Figura 49: Schema di processo di GF CASCAMI

Tabella 25: Scheda descrittiva ZETA POLIMERI

AZIENDA	Zeta Polimeri
SEDE	Buranzo (VC), Piemonte
ATTIVITA'	Riciclo
QUANTITA'	-
DESCRIZIONE	
<p>ZETA POLIMERI fa parte di un grosso gruppo che produce filato di nylon 6 e nylon 66. I rifiuti di cui si occupa sono quindi scarti di produzione in nylon 6 o 66 o filo su bobine di scarsa qualità dello stesso materiale provenienti da aziende del gruppo stesso. L'azienda effettua in primo luogo una selezione manuale, infatti il materiale può avere configurazioni diverse il base al fornitore e in seguito un recupero meccanico composto da triturazione ed estrusione per ottenere granulo bianco. Questo è poi venduto ad altre aziende per produrre nuovo filato.</p>	
<pre> graph LR A[AZIENDE DEL GRUPPO] --> B[RIFIUTI DI PROCESSO NYLON 6 E 66] B --> C{Addetti alla selezione} C --> D{Trituratore} D --> E[PEZZI O FILATI DI DIMENSIONI MINORI] E --> F{Macchina per estrusione} F --> G[GRANULATO BIANCO] G --> H[AZIENDE CHE PRODUCONO NUOVO FILATO] </pre>	
<p>Figura 50: Schema di processo di ZETA POLIMERI</p>	

Tabella 26: Scheda descrittiva RE FRANCO

AZIENDA	Sfilacciatura Re Franco
SEDE	Varallo (VC), Piemonte
ATTIVITA'	Riciclo
QUANTITA'	7500 tons/anno
DESCRIZIONE	
<p>SFILACCIATURA RE FRANCO ritira cascami tessili da aziende di selezione che a loro volta ricevono il materiale da tessiture, filature e aziende di confezionamento. Il materiale in ingresso è già selezionato; i materiali recuperati sono esclusivamente in cotone e misto cotone e sintetici in poliestere. Viene applicato un processo meccanico di sfilacciatura; in seguito, le destinazioni finali possono essere, anche in base alla qualità e alla tipologia di materiale, filature per la produzione di filati rigenerati per il cotone, aziende di automotive e produttori di geo tessuti per il poliestere.</p>	
<pre> graph LR A[AZIENDE DI SELEZIONE] --> B[EOW GIA' SELEZIONATO E IGIENIZZATO IN COTONE, MISTO COTONE E POLIESTERE] B --> C{Sfilacciatore} C --> D[SFILACCIATO] D --> E[FILATURE] D --> F[AZIENDE DEL SETTORE AUTOMOTIVE] D --> G[PRODUTTORI DI GEOTESSUTI] </pre>	
<p>Figura 51: Schema di processo di SFILACCIATURA RE FRANCO</p>	

Tabella 27: Scheda descrittiva SFILACCIATURA VERRONE

AZIENDA	Sfilacciatura Verrone
SEDE	Verrone (BI), Piemonte
ATTIVITA'	Riciclo
QUANTITA'	2700 tons/anno
DESCRIZIONE	
<p>Sfilacciatura Verrone è un'azienda che si occupa di sfilacciatura di cascami tessili conto terzi; ricevono il materiale dalle aziende e lo restituiscono alle stesse sfilacciato. Non avviene una selezione all'interno dell'azienda perché il materiale è già stato precedentemente selezionato.</p> <pre> graph LR A[AZIENDE DI SELEZIONE E INTERMEDIAZIONE] --> B[EOW GIA' SELEZIONATO E IGIENIZZATO] B --> C{Sfilacciatore} C --> D[SFILACCIATO] C --> A C --> B </pre>	
<p>Figura 52: Schema di processo di SFILACCIATURA VERRONE</p>	

Tabella 28: Scheda descrittiva SFILACCIATURA SAMA

AZIENDA	Sfilacciatura SAMA
SEDE	Prato (PO), Toscana
ATTIVITA'	Riciclo
QUANTITA'	3450 tons/anno
DATA VISITA	11/11/2022

DESCRIZIONE

La sfilacciatura SAMA si occupa di prodotti provenienti dagli scarti di produzione classificati come sottoprodotti, in quanto soddisfacenti i requisiti richiesti della normativa, e non come rifiuti.

Si descrive comunque il processo in quanto applicabile anche a prodotti con diversa denominazione. Le foto riportate sono state effettuate durante la visita all'azienda.

INPUT: il sottoprodotto in ingresso, compattato e stoccato all'interno di balle, viene igienizzato e selezionato per materiale e colore dalle aziende di provenienza. Si tratta in particolare di materiali sintetici e bicomponenti ma possono essere trattati tutti i tipi di tessuti come lana e misto lana. Il materiale è fornito da diverse parti del Mondo da aziende che producono filati, materassi, ovatta vergine, geo tessuti, tessuti non tessuti e feltri.



Figura 53: INPUT

STEP 1: I ritagli di materiale sono prima inseriti dagli operatori all'interno di un macchinario composto da due taglierine in serie che tagliano il materiale riducendolo in dimensioni dai 3 ai 6 cm di lunghezza circa. La dimensione dipende dalla richiesta del cliente e dal successivo uso. Ad esempio, per produrre materiale geotessile è preferibile una fibra più lunga e più resistente mentre per produrre ovatta da riempimento si preferiscono fibre più corte.



Figura 54: Taglierina, step 1

STEP 2: Grazie ai nastri trasportatori il materiale è convogliato all'interno di camere di miscelazione. Ci sono due camere in grado di contenere 5000/6000 kg di materiale ciascuno, esse lavorano in modo alternato grazie a dei sensori che riconoscono il quantitativo di materiale; quando una è piena inizia ad essere svuotata e viene riempita l'altra e viceversa.

STEP 3: Quando il materiale viene prelevato dalla camera di miscelazione viene portato dai tubi di aspirazione allo sfilacciatore dopo essere stato bagnato con acqua e olio. È necessario, infatti, bagnare il materiale perché l'elevata temperatura raggiunte dai macchinari potrebbe rovinare le fibre, in particolare quelle sintetiche rendendole ruvide e creando dei grovigli. Lo sfilacciatore è composto da tre tamburi rotanti in serie. I tamburi sono rivestiti da aghi che premettono di sfilacciare il materiale e di ottenere l'ovatta; poiché gli aghi sulla superficie dei tamburi tendono a stortarsi, essi vengono girati ogni sei mesi circa per permettere agli aghi di tornare alla conformazione ideale. La polvere prodotta dalla macchina viene aspirata e raccolta all'interno di sacchi.



Figura 55: Umidificazione del materiale, sfilacciatrice e sacchi contenenti polvere

STEP 4: L'ovatta viene convogliata dai tubi di aspirazione alla pressa che compatta il materiale e lo avvolge con l'ausilio di un operatore. All'interno del sistema di aspirazione

dell'ovatta ci sono due schermi con calamite che permettono di catturare il materiale ferroso che ci potrebbe essere all'interno degli scarti o proveniente dai macchinari e separarlo dall'ovatta.



Figura 56: Calamita nel tubo di aspirazione e pressa

OUTPUT: il materiale in uscita dal processo è ovatta che può essere destinata ad aziende che producono materiale geotessile o ad altre aziende dove viene utilizzato come materiale da riempimento. In particolare, il 90% del materiale, soprattutto poliestere, viene conferito in Veneto ad aziende che producono materiale geo tessile, circa il 10% è invece indirizzato ad aziende Toscane. Proprio con un'azienda Toscana si ha l'esempio di ciclo chiuso in quanto l'azienda conferisce il materiale di scarto alla Sfilacciatura SAMA dove viene sfilacciato e in seguito rinviato alla stessa azienda. Lo scarto del processo è costituito da polvere che viene raccolta dal sistema di aspirazione e convogliata all'interno di sacchi destinati successivamente alle imprese di raccolta e smaltimento. La produzione di polvere dipende dal tipo di fibre ma rappresenta circa il 4% del materiale in ingresso.

ORGANIZZAZIONE: Il processo è basato su 2 turni con in media 5- 6 addetti. L'impianto è in grado di trattare in media 15 t/giorno.

CONSUMO: Il consumo è di circa 341000 KWh all'anno, prelevati dalla rete in media tensione.

La seguente immagine mostra il prodotto in ingresso alla sfilacciatura SAMA, lo scarto delle aziende che in questo caso è costituito da imbottiture di materassi, il prodotto in uscita, l'ovatta, e infine il prodotto finito, il geo tessuto.



Figura 57: Prima, durante, dopo l'attività della sfilacciatura SAMA

Si riporta lo schema di processo.

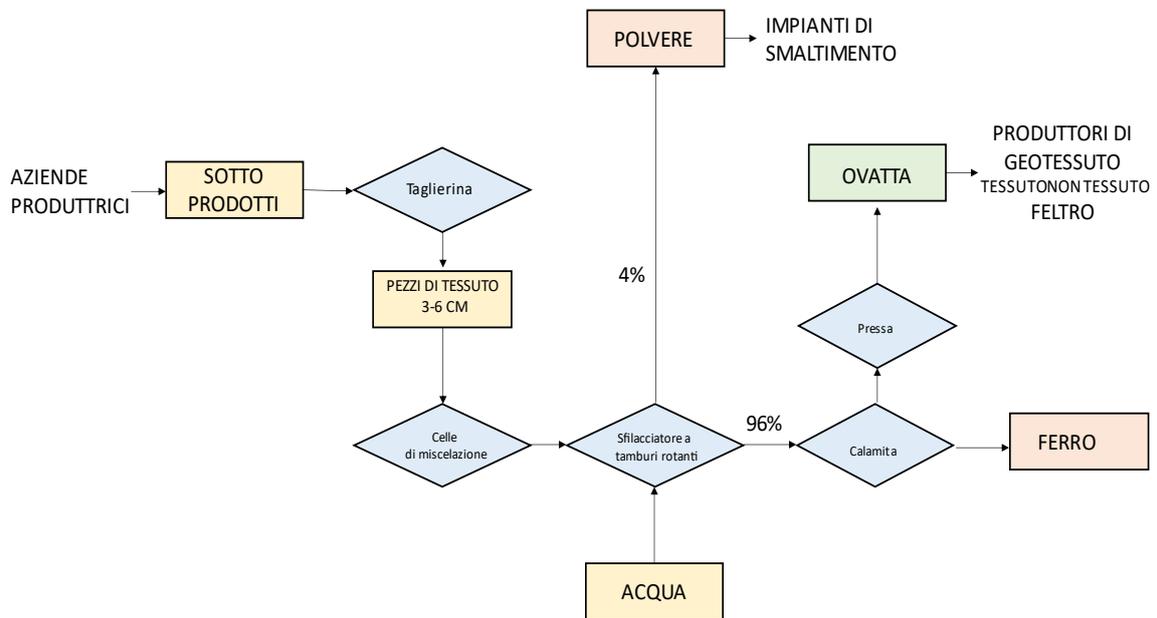


Figura 58: Schema di processo della Sfilacciatura SAMA

Rifiuti pre&post consumo

In questa sezione sono state raggruppate le aziende che si occupano di entrambe le tipologie di rifiuto, pre e post consumo.

La prima scheda riportata in questa sezione non riguarda una sola azienda ma comprende tre aziende visitate in occasione di un tour organizzato. L'obiettivo è quello di avere una visione complessiva del ciclo di produzione dallo scarto alla realizzazione del nuovo prodotto finito. Le aziende in questo caso non sono state intervistate singolarmente e i dettagli più tecnici e quantitativi non sono forniti.

Tabella 29: Scheda descrittiva Azienda Nuova Fratelli Boretti, Filatura Filpucci, Rifò lab

AZIENDA	Azienda Nuova Fratelli Boretti
ATTIVITA'	Selezione
AZIENDA	Filatura Filpucci
ATTIVITA'	Filatura
AZIENDA	Rifò Lab
ATTIVITA'	Produzione indumenti
SEDE	Prato (PO), Toscana
QUANTITA'	-
DATA VISITA	12/11/2022
DESCRIZIONE	<p>Le aziende citate sono state visitate in occasione di un tour guidato organizzato dall'Agenzia Cap Viaggi di Prato (PO) il giorno 12/11/2022. L'obiettivo del tour era far conoscere la filiera dalla cernita degli scarti tessili fino alla produzione di un nuovo indumento. Sono state quindi visitate l'azienda Fratelli Boretti dove il materiale viene selezionato e la Filatura Filpucci dove dall'ovatta vengono prodotti nuovi filati. Infine, è stata contattata e intervistata telefonicamente Rifò Lab che produce indumenti utilizzando tessuti composti da fibre riciclate.</p> <p>Le foto inserite sono state effettuate durante la visita alle aziende.</p> <p>STEP 1: SELEZIONE. L'Azienda Fratelli Boretti riceve in ingresso scarti pre consumo da aziende tessili. Gli scarti che riceve sono scarti di processo, scampoli e ritagli di alta qualità. È molto importante e punto cardine dell'azienda la tracciabilità del materiale e la corretta definizione della provenienza. La selezione è esclusivamente manuale fatta dai cenciaioli, riprendendo l'antico mestiere molto comune a Prato. Essi sono in grado di riconoscere il tipo di materiale con il tatto, lo dividono per colore e tolgono le impurezze ed eventuali parti di materiale estraneo. Gli scarti inviati all'azienda devono essere composti da un solo colore e da un unico materiale, lana o cashmere; solo in un caso, quello del Velour, tipico tessuto realizzato a Prato, il materiale è composto da misto lana e cashmere. Dopo la divisione per colore e materiale vengono estratti dei campioni ed effettuati da ditte esterne dei test per verificarne la composizione. Il materiale selezionato varia molto di mese in mese e può andare dai 10000 ai 40000 kg al mese.</p>



Figura 59: INPUT da selezionare da Fratelli Boretti

STEP 2: L'azienda Fratelli Boretti conferisce il materiale selezionato ad aziende, sfilacciatore, che producono ovatta conto terzi.

STEP 3: L'ovatta prodotta viene infine venduta alle filature e realizzano dei nuovi filati. Ne è un esempio la filatura Filpucci che è stata visitata. Anche in questo caso il materiale in ingresso è ovatta di alta qualità e composta da un solo tipo di fibre e può essere pre o post consumo. L'ovatta di diversi colori viene unita in diverse percentuali per ottenere il colore desiderato. In base al tipo di tessuto richiesto può essere inserito materiale vergine caratterizzato da fibre più lunghe, in questo modo si ottengono filati più fini e con maggiore resistenza. In base al materiale. Dopo avere individuato la composizione corretta avviene la cardatura. La cardatura è effettuata da una macchina composta da una serie di rulli che appiattiscono il materiale e rulli con aghi che permettono di miscelare il materiale e orientare le fibre, e creare dei nastri. In seguito, avviene l'accoppiamento e la stiratura. Con la stiratura, attraverso dei rulli, le fibre vengono allungate. Infine avviene la torsione; il filatoio permette di attorcigliare le fibre e ottenere i filati.



Figura 60: Cardatura e filato

STEP 4: Dopo i passaggi descritti viene realizzato il tessuto e prodotto il capo. RIFO' LAB produce nella sua azienda indumenti e capi composti interamente o in parte da fibre riciclate. I materiali da cui provengono le fibre riciclate possono essere pre o post consumo ma sempre

di buona qualità composti da un solo materiale. L'obiettivo è quello di creare un brand di moda sostenibile e con una catena di fornitori locale.

Dal rapporto di sostenibilità disponibile sul sito dell'azienda (Rifò lab, 2022) è dimostrato come riciclando il cashmere e sostituendolo alla produzione di fibre vergini viene risparmiato il 65.6% di acqua, il 68.2% di energia e vi è una diminuzione di emissioni del 83.5%.

Le schede successive riguardano aziende visitate o intervistate singolarmente; sono quindi più dettagliate rispetto alla precedente.

Tabella 30: Scheda descrittiva EUROFIBRE

AZIENDA	Eurofibre
SEDE	Trescore Balneario (BG), Lombardia
ATTIVITA'	Compravendita e stoccaggio
QUANTITA'	-
DESCRIZIONE	

EUROFIBRE si occupa del recupero di scarti post produzione delle aziende. In particolare vengono raccolti gli scarti in fibre sintetiche. Dopo la raccolta gli scarti sono sottoposti ad una selezione manuale e divisione in scarti in polipropilene (nylon), polietilene e poliestere. In base al tipo di tessuto ci sono tre destinazioni diverse; il polipropilene viene venduto ad aziende che creano granulo, il polietilene è venduto a produttori di sacchetti in plastica e il poliestere è invece inviato a sfilacciatore.

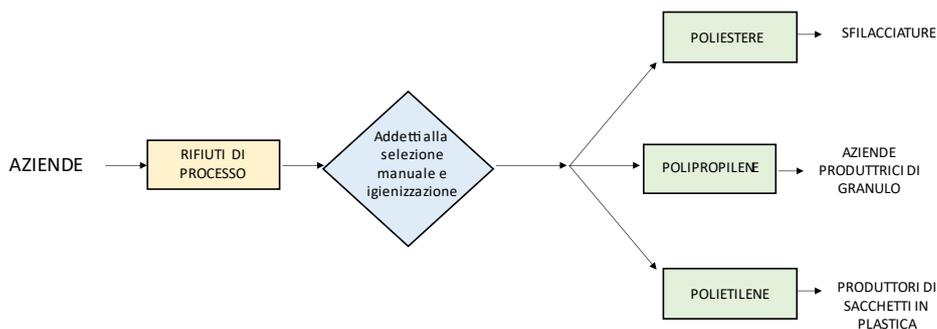


Figura 61: Schema di processo pre consumo di EUROFIBRE

Questa azienda si occupa, in parte, anche di indumenti post consumo. Non opera però direttamente per il riciclo del tessile ma svolge un'attività di intermediazione tra le attività di raccolta e riciclo. L'azienda riceve e compra rifiuti post consumo, già selezionati, in cashmere e lana Merinos che vengono ulteriormente sottoposti ad una selezione manuale per colore e ad un controllo della qualità. Successivamente i prodotti selezionati vengono rivenduti ad aziende per il riciclo, in particolare sfilacciatore; il prodotto sfilacciato viene quindi inviato a filature per la realizzazione di filato rigenerato. A differenza dell'azienda precedente, in questo caso i rifiuti tessili post consumo vengono importati in Italia dall'India.

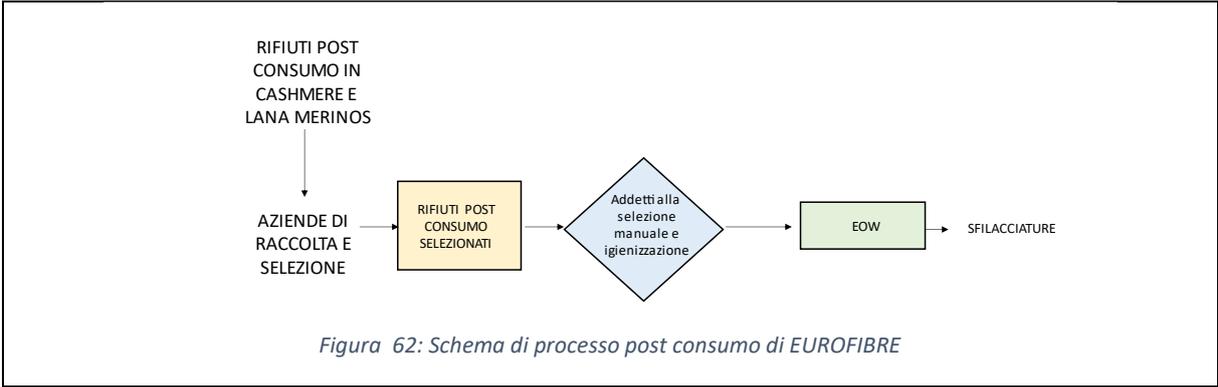


Figura 62: Schema di processo post consumo di EUROFIBRE

Tabella 31: Scheda descrittiva NAZENA

AZIENDA	Nazena
SEDE	Trento (TN), Trentino-Alto Adige
ATTIVITA'	Riciclo
QUANTITA'	-

DESCRIZIONE

Un ulteriore modalità di riciclo per i rifiuti tessili post-consumo è proposta da NAZENA, una start-up con sede a Trento ma operante a Vicenza. Oltre al trattamento di scarti pre consumo di cui si parlerà in seguito, l'azienda si occupa anche del riciclo di rifiuti post-consumo raccolti da gestori di rifiuti o cooperative e trattato dopo gli opportuni trattamenti poi come MPS, materia prima seconda. Il materiale viene selezionato manualmente e suddiviso per colore. In seguito, avviene la sfilacciatura che permette di ottenere di diverse tipologie e lunghezze. A questo punto esse sono sottoposte ad una lavorazione chimica con collanti naturali che permette di ottenere diversi prodotti come pannelli fonoassorbenti, prodotti strutturali o oggetti di arredamento come appendini.

È in fase di studio un processo automatico che permetta di selezionare le fibre prodotte in base alla tipologia, processo che sarebbe sicuramente utile per un riciclo al 100% di indumenti post consumo che sono molto eterogenei e che fornirebbe un'alternativa al riciclo dei rifiuti post consumo in pezzame industriale.

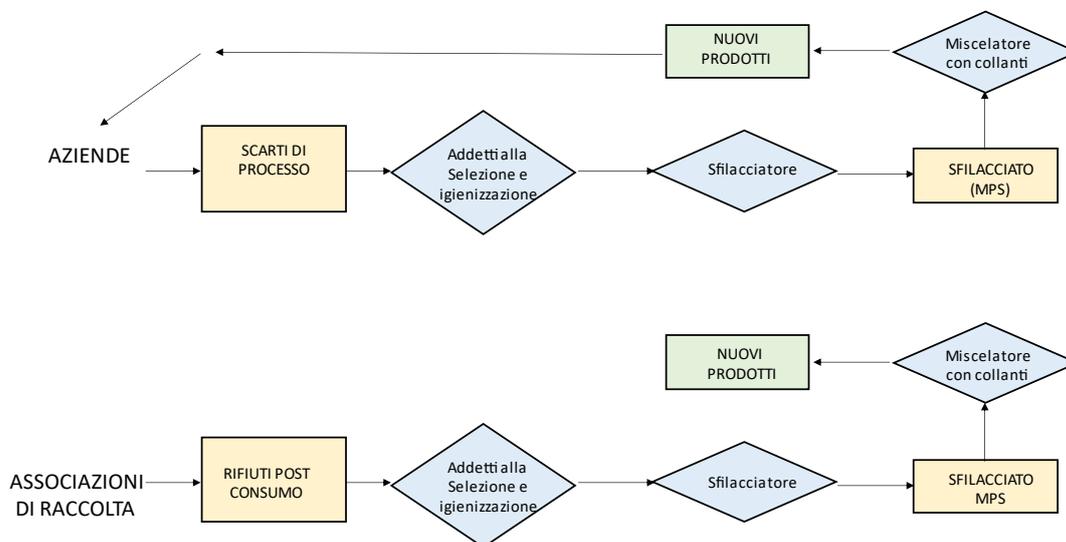


Figura 63: Schema di processo pre e post consumo di NAZENA

Tabella 32: Scheda descrittiva SFILACCIATURA NEGRO

AZIENDA	Sfilacciatura Negro
SEDE	Gaglianico (BI), Piemonte
ATTIVITA'	Raccolta e Riciclo
QUANTITA'	10000 tons/anno
DATA VISITA	20/10/2022
DESCRIZIONE	
<p>Le foto riportate nella scheda sono state effettuate durante la visita all'azienda.</p> <p>PRE CONSUMO:</p> <p>INPUT: Il prodotto in ingresso nell'azienda è composto da rifiuti tessili per circa il 25% e per la restante parte da MPS, Materie Prime Secondarie, da aziende di selezione di rifiuti tessili che in seguito al processo di selezione e igienizzazione vengono rivendute come, appunto, MPS. Il materiale in ingresso ha diverse forme, dimensioni e qualità.</p> <p>Nel primo caso i produttori dei rifiuti pagano l'azienda per il recupero e la gestione di tali rifiuti; l'azienda si occupa anche del ritiro e del trasporto con apposito formulario di trasporto rifiuti e dello stoccaggio per un massimo di 2,5 mln di rifiuti.</p>	
	
<p>Figura 64: prodotti in ingresso</p>	
<p>STEP 1: Per i rifiuti in ingresso è costituito da un vaglio rotante che permette di separare i tessili dalla fazione estranea. Un esempio di rifiuto che viene conferito direttamente dalle aziende sono i sacchi di aiuta utilizzati per trasportare materiale come, ad esempio, fave di cacao e che poi vengono scartati; uno scarto può essere costituito proprio dalle fave che rimangono intrappolate all'interno dei sacchi. Il materiale estraneo di questo tipo non viene mandato direttamente a smaltimento ma viene rimandato alle aziende di produzione che si occupano della successiva gestione.</p>	
<p>STEP 2: Rifiuti e MPS vengono sottoposti ad igienizzazione e a sfilacciatura; i due materiali non vengono uniti, sono trattati in momenti diversi.</p> <p>Il processo di igienizzazione è effettuato con una miscela di acqua e disinfettante; l'utilizzo di acqua garantisce un maggiore assorbimento del disinfettante e quindi una maggiore igienizzazione.</p>	

Una taglierina a ghigliottina che permette di ottenere dei piccoli pezzi dell'ordine di 10-20 cm di lunghezza e 5-10 cm di larghezza. Il materiale di dimensioni ridotte entra in celle che, a temperatura ambiente, mescolano il materiale per renderlo più omogeneo e permettono l'assorbimento dell'umidità.



Figura 65: Taglierina e cella di miscelazione

STEP 3: La sfilacciatrice a tamburi rotanti permette di sfilacciare il materiale per ottenere in uscita materiale sfilacciato. Questo secondo macchinario è composto da più tamburi rotanti in serie caratterizzati da una diversa densità di aghi via via maggiore per effettuare una sfilacciatura sempre più fine. L'ovatta in uscita viene pressata e imballata con una pressa rotante.



Figura 66: Sfilacciatrice e pressa

OUTPUT: Il prodotto in uscita è ovatta con fiocchi dell'ordine di 3-5 cm; essa viene destinata in base alla qualità del prodotto di input per l'80% al settore dell'automotive per imbottiture o pannelli, il 20% è invece destinata ad aziende che si occupano della

produzione di filato cardato con, in alcuni casi, l'aggiunta di fibre vergini e poliestere per conferire maggiore resistenza.

In alcuni casi un secondo prodotto è costituito da microfibre che vengono indirizzate all'industria cartaria.

I rifiuti del processo sono costituiti da polvere, che viene inviata a smaltimento o termovalorizzazione, presenta infatti un potere calorifico molto elevato.



Figura 67: Prodotto in uscita

ORGANIZZAZIONE: Il processo è basato su 3 turni con 17 addetti.

CONSUMO: Il consumo è di 2 mln KWh all'anno, prelevati dalla rete; per la posizione dell'azienda e le condizioni climatiche non sarebbe infatti possibile basarsi su un impianto fotovoltaico per autosostenersi.

Si allega lo schema di processo del pre consumo, le percentuali riportate indicano dei valori medi e possono variare in base al prodotto in ingresso.

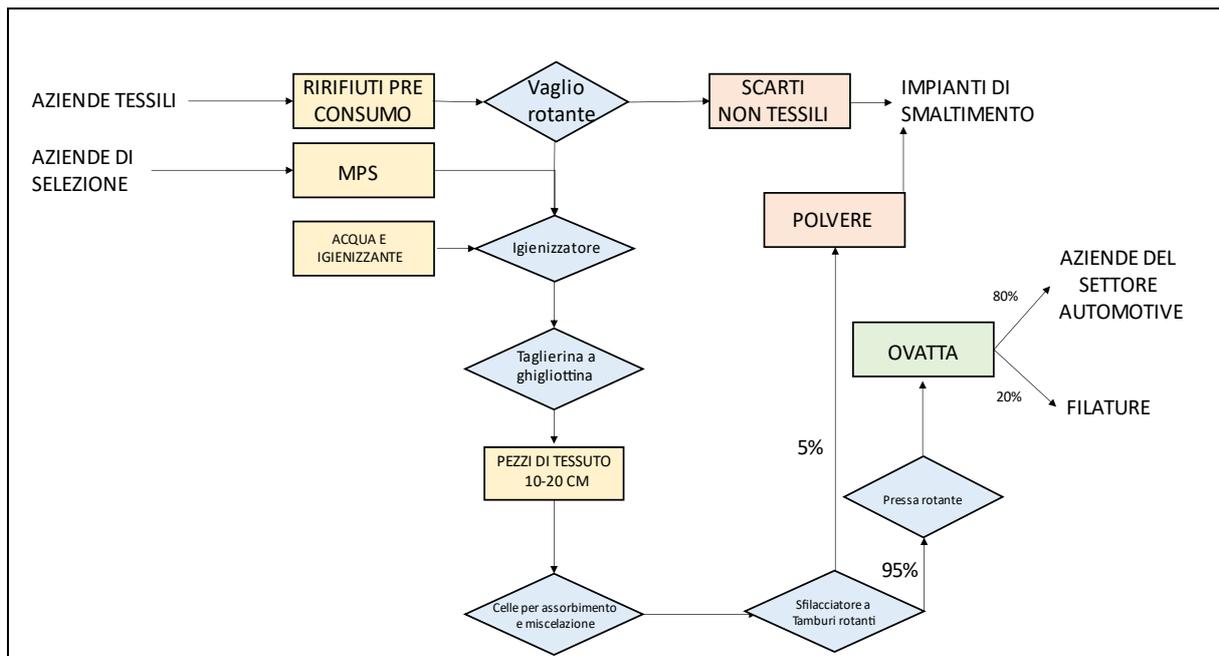


Figura 68: Schema di processo pre consumo di SFILACCIATURA NEGRO

POST CONSUMO

Sfilacciatura Negro ha in progetto la realizzazione di un impianto per il riciclo dei rifiuti post consumo. I fornitori saranno negozi che promuovono iniziative di recupero di indumenti usati.

Il processo si baserà su due turni con un operatore ciascuno; infatti, l'obiettivo è quello di automatizzare il processo, soprattutto per quanto riguarda la parte di separazione del materiale non tessile, come cerniere e bottoni.

Anche in questo caso i prodotti saranno sottoposti ad igienizzazione con acqua a disinfettante e poi inseriti in celle che permettono l'assorbimento dell'umidità.

In seguito essi vengono sottoposti a processi meccanici di tagliatura e sfilacciatura.

Il primo processo meccanico è effettuato da una taglierina a ghigliottina della portata di 2500 kg/h che permette di ottenere piccoli pezzettini dell'ordine di 10-20 cm.

Il secondo macchinario che verrà installato è la sfilaccia che ha una portata di 1500 kg/h e che permetterà di separare in modo automatico bottoni, cerniere e parti non tessili, processo fino ad ora sempre manuale.

I pezzetti di tessuto rimanenti seguiranno poi lo stesso processo che è destinato al pre consumo; verranno inseriti negli sfilacciatori a tamburo e da essi si otterrà ovatta.

Si allega lo schema di processo del post consumo; la differenza rispetto allo schema precedente è costituito dalla sfilaccia. Nello schema non sono riportate le percentuali dei prodotti in uscita, resa e scarto, e delle successive divisioni poiché il processo non è ancora in funzione.

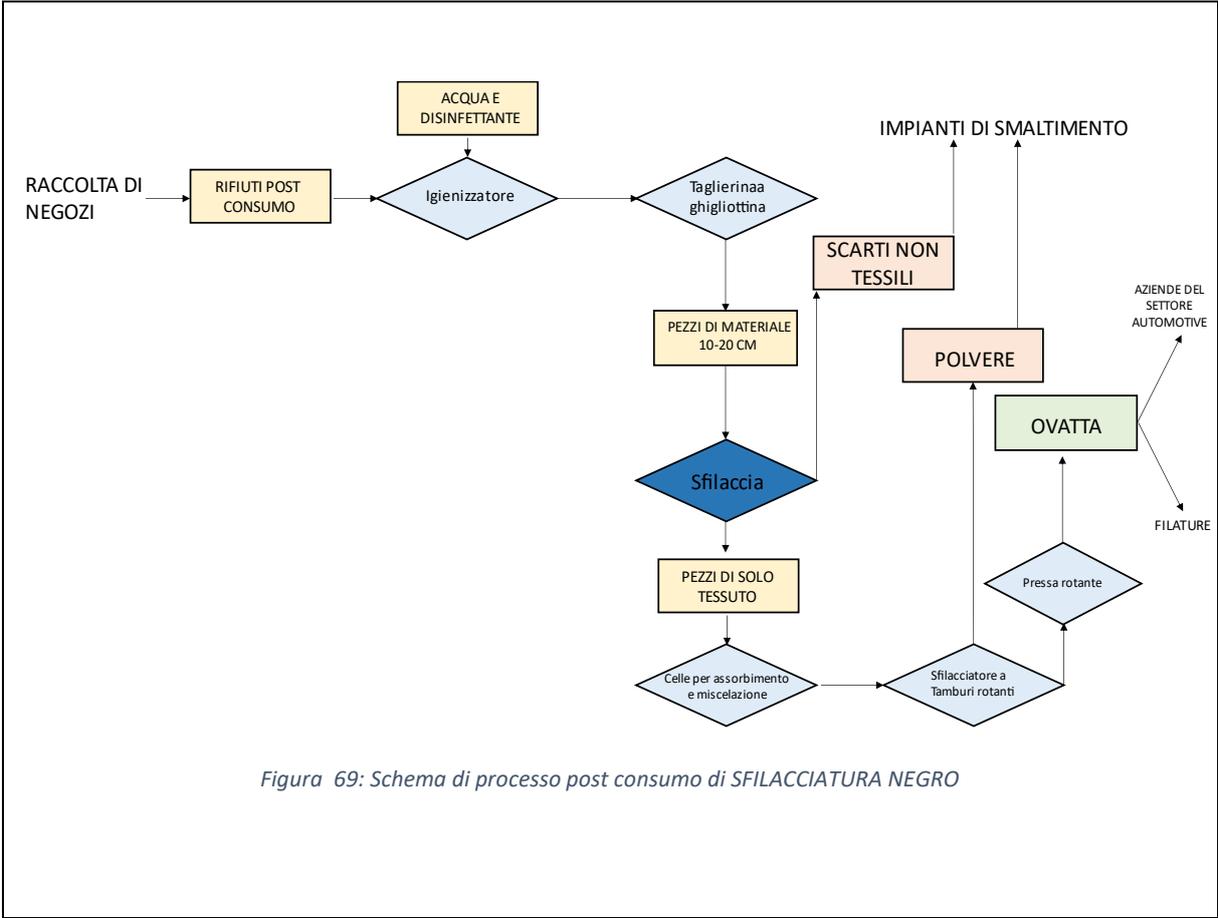


Figura 69: Schema di processo post consumo di SFILACCIATURA NEGRO

Confronto dei casi studio

Analisi delle singole aziende contattate

Per valutare e confrontare i casi studio esaminati sono stati scelti alcuni KPI, Key Performance Indicators.

I KPI scelti per confrontare direttamente le aziende sono la quantità e qualità dei prodotti in ingresso, il numero di processi svolti per ogni azienda, il grado di automazione dei processi e infine il numero delle diverse tipologie dei prodotti in uscita.

Inizialmente gli altri parametri scelti per confrontare le aziende erano la quantità di rifiuti prodotti e il consumo di energia. Si tratta però di dati non forniti dalla maggior parte delle aziende contattate; per il primo parametro si hanno numeri molto bassi, vicini allo zero per raccolta e selezione, e dal 4 al 10% dei prodotti in ingresso per quanto riguarda gli impianti di recupero secondo i dati forniti da ECOTESSILE, HERMAN TEXTIL RECYCLING, NAZENA RIFO' LAB, SFILACCIATURA NEGRA e SFILACCIATURA SAMA. Per quanto riguarda l'energia, il consumo è molto elevato per le attività di recupero che utilizzano impianti meccanici molto energivori secondo le informazioni fornite dalle aziende NAZENA, SFILACCIATURA NEGRO E SFILACCITURA SAMA.

Da una media tra i dati forniti dalle sfilacciatore NEGRO e SAMA, per una tonnellata di scarti tessili la trasformazione in ovatta, utilizzando taglierine, sfilacciatori a tamburi rotanti e nastri trasportatori richiede un quantitativo di energia elettrica medio di circa 150 KWh.

Nei seguenti grafici il colore verde indica il pre consumo, viola il post consumo e azzurro entrambi ed è utilizzato quando il processo applicato è il medesimo.

KPI 1: Input, quantità e tipologia

Il primo KPI riguarda la tipologia dei prodotti in ingresso, pre, post consumo o entrambi e la quantità espressa in t/anno. Le aziende contattate sono così suddivise: 5 si occupano esclusivamente di post consumo, 4 di pre e post consumo e 10 di pre consumo. Alcune aziende, per cui non è riportato il valore, non hanno fornito il dato.

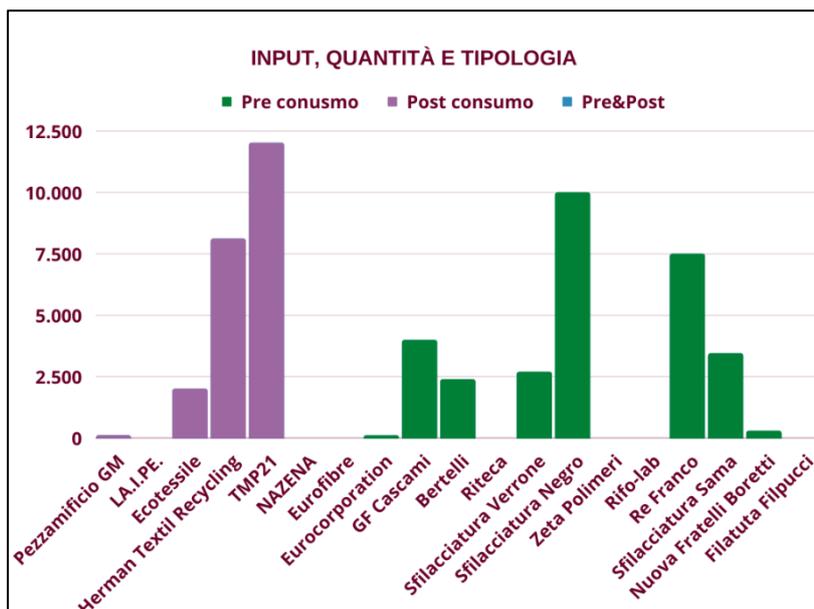


Figura 70: KPI1 [t/anno]

Dal grafico si nota la differenza del numero di attività che si occupano di pre consumo e di post consumo. Da notare è però anche la grande quantità di prodotti trattati dalle aziende del post consumo, in media maggiori rispetto a quelle che si occupano del pre consumo.

KPI 2: Numero di processi

Il secondo KPI riguarda il numero di processi svolti da ogni azienda e si intendono le seguenti attività: raccolta, igienizzazione, selezione, riciclo.

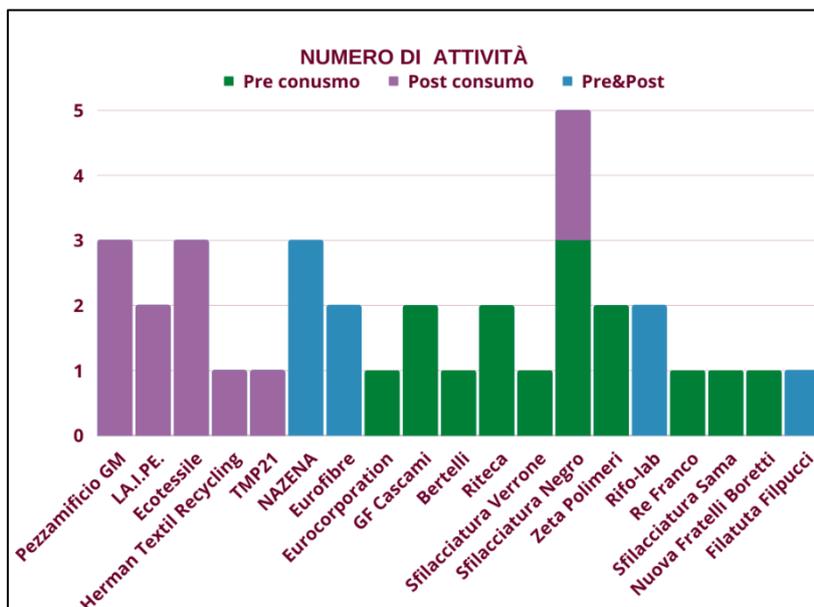


Figura 71: KPI2

La maggior parte delle aziende oltre all'attività principale svolge anche igienizzazione infatti 10 aziende svolgono 2 o più attività.

KPI 3: Grado di automazione delle singole aziende

Il terzo KPI riguarda il grado di automazione raggiunto da ciascuna azienda. Per “grado di automazione” si intende l’utilizzo di processi meccanici e macchinari che limitano o sostituiscono il lavoro manuale. Per ogni categoria viene indicato di numero di aziende che utilizzano processi meccanici. In questo caso vengono considerate solamente le attività di selezione e recupero.

Si utilizzano i seguenti parametri:

0 %: interamente manuale, non vengono utilizzati macchinari;

50%: parzialmente automatizzato, ci sono sia processi manuali come la selezione sia processi meccanici;

100%: interamente automatizzato, interamente basato su processi meccanici in cui gli operatori svolgono attività di caricamento del materiale e controllo del corretto funzionamento.

Si considerano solo le attività principali delle aziende quindi l’attività di igienizzazione non viene considerata.

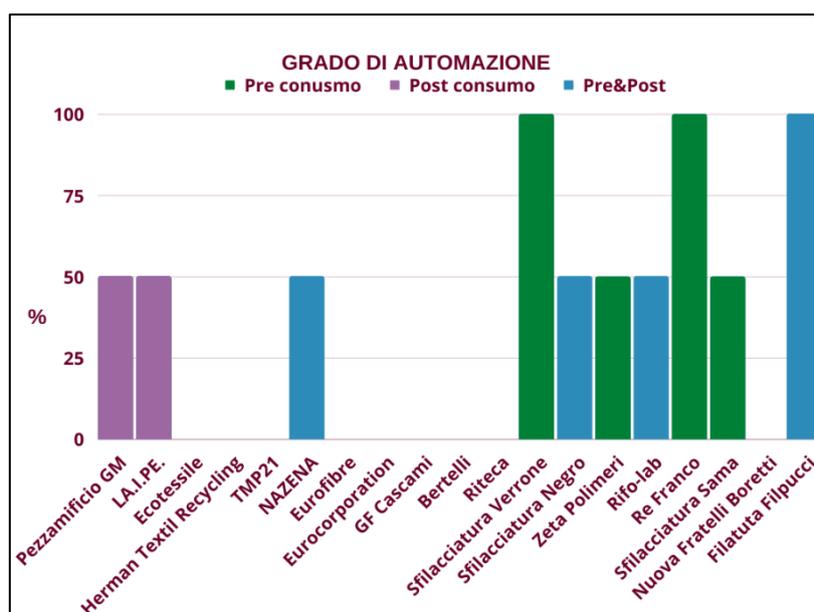


Figura 72:KPI 3

Solo tre aziende non basano la loro attività su processi manuali; questo perché le tre aziende in questione ricevono i materiali già selezionati e di buona qualità senza necessità di un’ulteriore selezione manuale. Le attività che si occupano esclusivamente della selezione si basano infatti su processi completamente manuali.

KPI 4: Output, le diverse tipologie

Per tipologie di output si considera la diversa destinazione dei materiali in uscita ad esempio mercato di abiti usati, pezzamifici, filature o altre aziende che utilizzano ovatta per riempimento, produzione di tessuti non tessuti o altri oggetti. Per ogni azienda vi è una

tipologia di output classificata come rifiuto e destinata a smaltimento o recupero che però non viene inclusa nel seguente grafico.

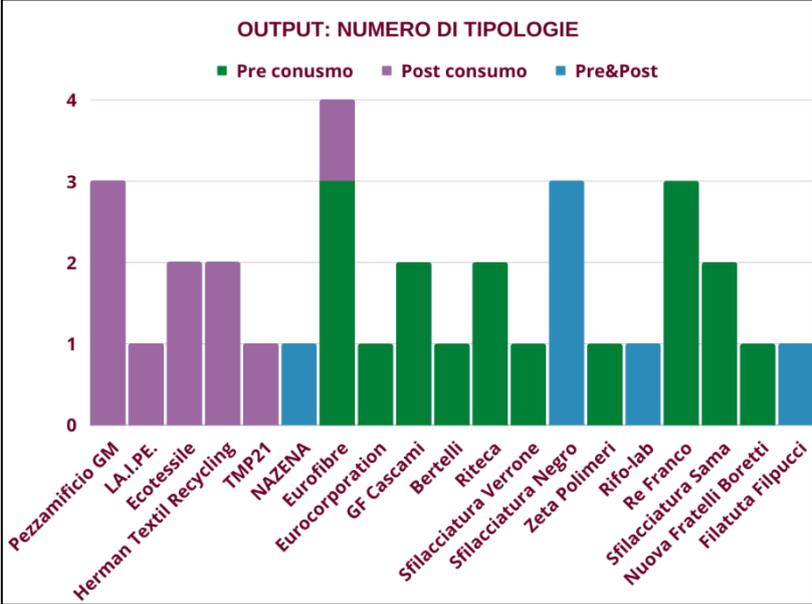


Figura 73: KPI 4

Analisi della filiera

Nella seconda parte, per fornire una visione complessiva della filiera, le aziende vengono divise in gruppi in base all'attività: raccolta, selezione, recupero di materia.

I parametri scelti in questo caso riguardano il tipo di rifiuto gestito pre o post consumo, la qualità dei rifiuti e la quantità, il grado di automazione dei processi svolti all'interno delle aziende e infine la qualità degli output.

I due colori indicano la categoria di rifiuti gestiti; verde indica le attività che si occupano di pre consumo e viola quelle che trattano il post consumo.

Suddivisione delle attività

Il primo grafico riporta il numero di aziende contattate per ogni categoria.

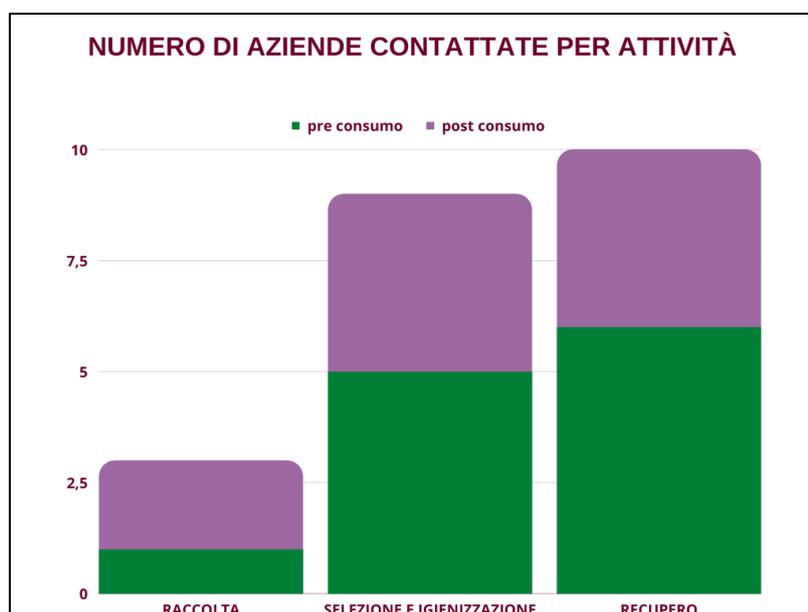


Figura 74: Numero di aziende intervistate per ogni attività

Per la raccolta del pre consumo è stata individuata una sola attività che si occupa esclusivamente della raccolta, EUROCORPORATION S.r.l.; in realtà tutte le attività che si occupano della selezione si occupano generalmente anche del ritiro degli scarti dalle aziende di produzione. L'attività di raccolta ma anche di selezione e igienizzazione risulta abbastanza diffusa sia per il pre consumo sia per il post consumo invece l'attività che registra la maggiore differenza tra pre o post consumo è il riciclo o recupero, da una parte per il fatto che molti indumenti post consumo possono essere riutilizzati e dall'altra per le difficoltà di riciclo di cui si è discusso nei capitoli precedenti. La somma delle aziende dal grafico precedente risulta maggiore di quelle intervistate perché una azienda, ECOTESSILE, si occupa di raccolta e anche selezione, altre tre, NAZENA, SFILACCIATURA NEGRO e EUROFIBRE, invece si occupano di pre e post consumo; queste attività vengono quindi conteggiate due volte.

Quantità di rifiuti gestiti per ogni attività

Il seguente grafico mette in relazione le attività confrontando le quantità media di rifiuti gestita per ogni categoria; la somma dei dati forniti dalle singole aziende è stata divisa per il numero di aziende che hanno fornito il dato per ottenere il valore medio.

Il materiale totale gestito dalle aziende contattate è di 52675 t anno, sommando i dati forniti da 19 aziende; questo dato è pari a circa il 12.5% dei rifiuti tessili pre e post consumo prodotti annualmente, tracciati e non conferiti a raccolta indifferenziata.

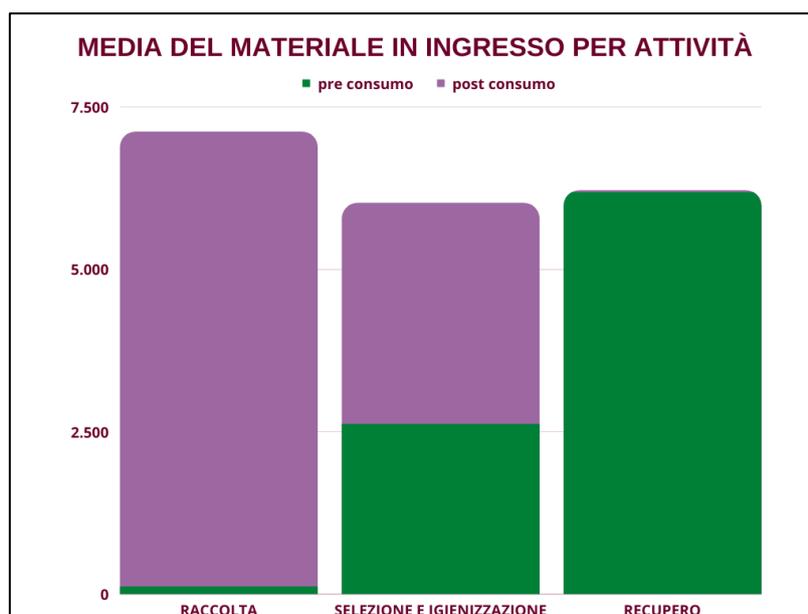


Figura 75: Media del materiale in ingresso per ogni attività [t/anno]

Per il post consumo, indicato in viola, l'attività di raccolta presenta il dato più alto pur essendo rappresentata da sole due aziende; la raccolta è seguita poi dalla selezione e infine dal recupero. Per il pre consumo l'attività che si occupa della maggiore quantità di materiale è il recupero di materia, rappresentato anche da un maggior numero di aziende.

Questi dati sono dovuti a diversi fattori:

- la raccolta del pre consumo viene fatta generalmente dalle aziende che si occupano di selezione e recupero;
- la selezione è eseguita generalmente dalle aziende produttrici o dalle aziende di recupero e le aziende che si occupano esclusivamente di selezione degli scarti pre consumo svolgono generalmente attività di intermediazione e compravendita;
- le attività di riciclo del pre consumo sono abbastanza sviluppate grazie all'ampia filiera tessile italiana e alle possibilità di recupero che rappresentano un guadagno maggiore e una migliore qualità dei prodotti in uscita rispetto al riciclo del post consumo.

Dal grafico precedente e dalle considerazioni fatte emerge quindi una chiara lacuna nel settore del riciclo degli scarti tessili post consumo.

Grado di automazione per ogni attività

La terza immagine mette in relazione le aziende in base al grado di automazione dei processi svolti. Viene indicato il numero di attività svolte in modo automatizzato.

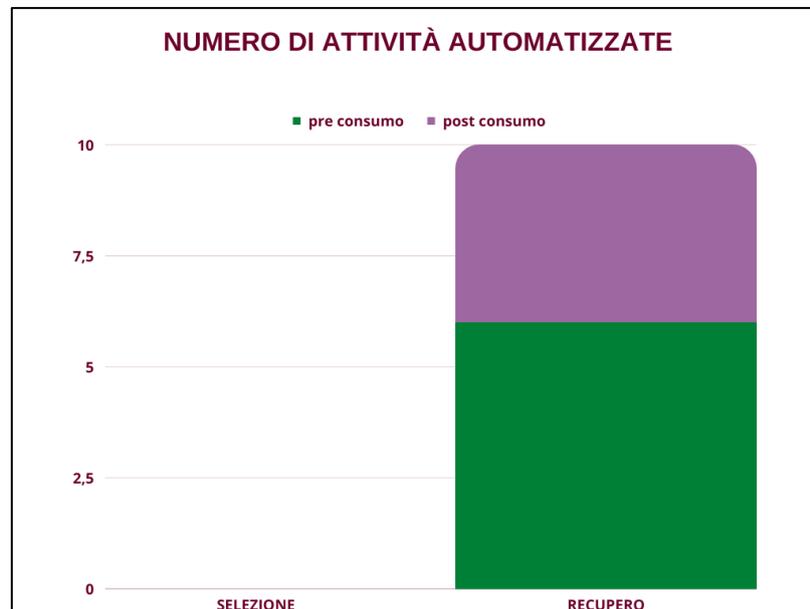


Figura 76: Numero di aziende che utilizzano processi meccanici

Dal grafico precedente si nota che nessuna azienda che si occupa di selezione effettua un processo automatizzato ma esclusivamente manuale; questa è la seconda lacuna nel settore che si rileva dalla ricerca. Al contrario tutte le attività che si occupano di recupero applicano agli scarti processi meccanici effettuati da macchinari che sono prevalentemente taglierine, trituratori e sfilacciatrici. L'unico processo meccanico eseguito sia dalle attività di riciclo sia da quelle di selezione è l'imbballaggio del materiale con pressa rotante.

Qualità dei prodotti in ingresso e in uscita: focus sulla selezione e recupero del pre consumo

Gli scarti pre consumo, come riportato dai grafici precedenti, sono quelli maggiormente trattati e sottoposti a recupero di materia o riciclo.

Tuttavia è necessario specificare quali tipi di tessuti pre consumo vengono trattati e cosa si ottiene.

Per ciascun tipo di scarto pre consumo viene specificato il numero di aziende che producono un determinato prodotto di output.

Inizialmente si analizzano gli scarti pre consumo di buona qualità e provenienti da tessiture, maglierie o filature. Si tratta di scarti composti prevalentemente da un solo tipo di fibra.

Le aziende che si occupano del riciclo di questa tipologia di materiale sono 4 su 6: ZETA POLIMERI, SFILACCIATURA DI VERRONE, SFILACCIATURA RE FRANCO e, in quantità minore, SFILACCIATURA NEGRO. Queste aziende producono ovatta destinata in parte alla produzione di nuovi filati e, nel caso di ZETA POLIMERI, granulo dagli scarti di nylon.



Figura 77: Recupero da pre consumo monomateriale

Le aziende che si occupano del recupero di materiale da pre consumo di qualità minore o composto da più materiali sono le restanti 3; NAZENA, SFILACCIATURA NEGRO e SFILACCIATURA SAMA.

In questo caso viene prodotta ovatta per riempimento, per la produzione di tessuti non tessuti o oggetti come pannelli isolanti ma non vengono prodotti nuovi filati; sarebbe infatti impossibile dividere le fibre di materiale diverso.

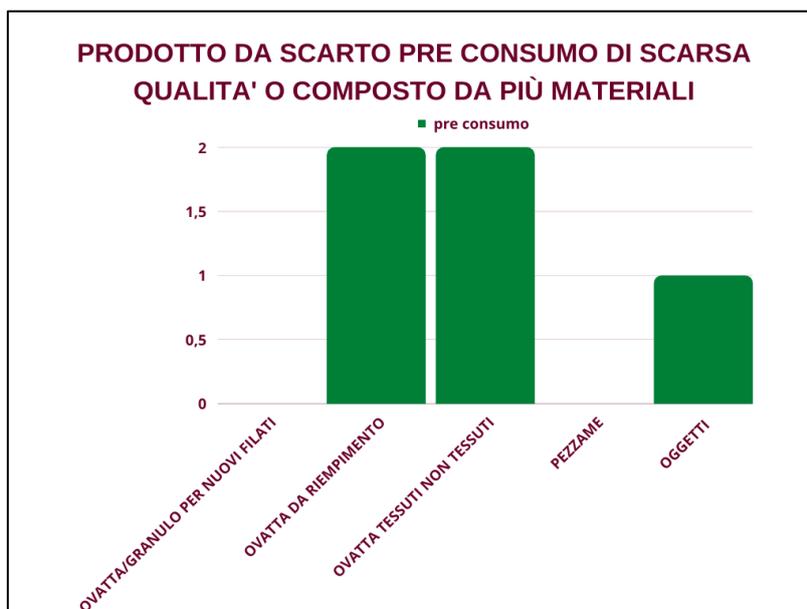


Figura 78: Recupero da pre consumo multimateriale

Dai grafici emerge una differenza di recupero non solo tra pre e post consumo ma anche tra pre consumo monomateriale e multimateriale.

Qualità dei prodotti in uscita: focus sul recupero del post consumo

Si riporta la tabella di confronto indicando quante imprese che si occupano di recupero di materiale post consumo hanno come output pezzame, quante ovatta o MPS per nuovi filati, quante materiale per riempimenti, tessuti non tessuti o altri oggetti.

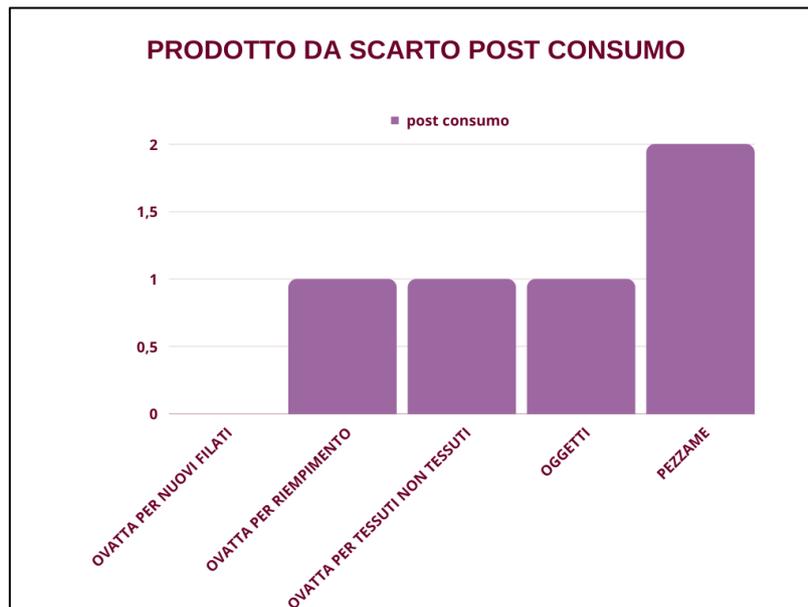


Figura 79: Recupero da post consumo multimateriale

Dal grafico precedente emergono i seguenti dati: nessuna azienda che si occupa di riciclo di scarti post consumo produce ovatta per realizzare nuovi filati, una, SFILACCIATURA NEGRA, produrrà ovatta per materiale da riempimento ma l'impianto è ancora in fase di realizzazione, una, NAZENA, attraverso la triturazione, produce oggetti di arredamento e pannelli isolanti mentre le altre due aziende producono pezzame per la pulizia destinato a industrie tagliando il materiale in pezzi di varie dimensioni. Tra le aziende contattate nessuna recupera scarti post consumo composti da un solo materiale però, l'azienda FILPUCCI di Prato, per realizzare nuovi filati utilizza anche ovatta puro cashmere o lana riciclata da scarti post consumo. È quindi possibile ottenere filati rigenerati da scarti tessili anche post consumo da essi devono essere composti da una sola tipologia di fibra e senza componenti non tessili.

Conclusioni

Gli obiettivi della presente tesi sono l'analisi della produzione e della gestione dei rifiuti tessili pre e post consumo e in particolare dell'attuale filiera italiana.

Nella prima parte della ricerca è stata svolta una ricerca bibliografica dei dati riguardanti il fenomeno e la produzione dei rifiuti tessili a livello Mondiale, Europeo e Italiano. La raccolta di tali dati è complessa poiché non vi è un sistema di raccolta differenziata obbligatorio, univoco e oggettivo in gran parte del Mondo. In Italia e nel resto d'Europa la raccolta differenziata dei tessili diventerà obbligatoria a partire dal 2025; l'obiettivo a livello di Unione Europea, anche grazie al New Circular Economy Action Plan, è quello di creare in questi anni una rete più solida e diffusa sul territorio per la successiva gestione e recupero dei tessili. Secondo il report "L'impatto della produzione tessile e dei rifiuti tessili" (Parlamento Europeo, 2022), l'87% dei rifiuti tessili non viene recuperato e questo, associato all'aumento sempre più rapido degli scarti, rappresenta una delle tematiche più attuali degli ultimi anni e motivo di miglioramento per l'Unione Europea e per l'Italia, nazione in cui il settore tessile è molto importante. Le iniziative che mirano alla riduzione e ad una migliore gestione dei rifiuti tessili riguarderanno anche la produzione che deve essere più sostenibile e attenta; vengono infatti introdotti i principi di ecodesign e EPR, Responsabilità Estesa del Produttore, secondo cui al produttore spetta la responsabilità finanziaria e operativa della gestione del ciclo di vita in cui il prodotto diventa rifiuto. Considerando l'introduzione del principio di EPR, nella seconda parte della tesi è stata analizzato l'approccio di sei grandi gruppi della moda con sede in Italia, USA, Francia e Svezia e punti vendita in tutto il Mondo. Per ognuno è stato analizzato il report di sostenibilità 2021 ponendo l'attenzione ai dati relativi agli impatti ambientali delle loro attività, alle iniziative di miglioramento e all'approccio al tema dei rifiuti pre e post consumo. I dati relativi agli impatti ambientali sono difficili da confrontare poiché ogni gruppo utilizza metodi di rendicontazione diversi ma ognuno rileva un andamento positivo negli ultimi anni grazie ad una maggiore sensibilità e attenzione. Per quanto riguarda la produzione dei rifiuti tessili pre consumo, scarti di produzione, solo tre gruppi riportano i dati dei quali uno specifica anche la successiva gestione. I dati per i rifiuti post consumo non vengono riportati da nessun gruppo, sarebbe infatti necessario un grande sistema di tracciamento, vengono però presentati da tutti i gruppi gli obiettivi di miglioramento per ridurre il consumo di indumenti. Gli approcci sono molto diversi in base alla tipologia di produzione. I due grandi gruppi del lusso analizzati pongono i loro principi base su una produzione al dettaglio e di alta qualità e durabilità evitando il fenomeno della sovrapproduzione e incentivando progetti di tracciabilità. Inoltre, essi propongono iniziative di riparazione o riprogettazioni degli indumenti che non vengono più indossati o rovinati per evitare lo scarto. I gruppi di fascia media analizzati si pongono come obiettivo una produzione più attenta che conferisca maggiore qualità e durabilità dei capi però la diversa quantità di produzione e richiesta rispetto alle due aziende del lusso non permetterebbe di garantire le stesse prestazioni. I due gruppi portano comunque avanti importanti iniziative per quanto riguarda la raccolta e il

recupero di abiti usati collaborando con enti di beneficenza per donazione e con istituti di ricerca per elaborare il processo più efficiente per il riciclo degli indumenti scartati.

I due gruppi rappresentativi della moda “fast” basano il loro commercio sulla produzione di abiti di tendenza e a basso prezzo e nonostante le aziende si impegnino per conferire maggiore qualità agli indumenti e quindi durabilità, i capi prodotti sono soggetti ad un ricambio molto veloce. I temi e gli obiettivi che uniscono i sei gruppi considerati sono in generale attenzione e tracciabilità delle materie prime e maggiore utilizzo di materie riciclate ed ecodesign.

Nella terza parte della tesi è stata analizzata la filiera italiana di gestione dei rifiuti tessili. Attraverso una ricerca internet sono state contattate le aziende operanti nel settore che si occupano di raccolta, selezione e recupero di pre e post consumo. Sono state contattate 46 aziende in tutta Italia e di queste 20 intervistate o visitate. 5 si occupano esclusivamente del post consumo, 2 di pre e post e 10 esclusivamente di pre consumo, 1 è una filatura che utilizza materiale riciclato pre e post consumo, 1 un negozio di indumenti con materiale rigenerato e 1 è un consorzio. Quello che emerge dalla ricerca è la grande differenza tra la gestione del pre e del post consumo. La filiera della gestione del post consumo è costituita da raccolta, che avviene generalmente su strada da associazioni benefiche o aziende private, igienizzazione e selezione e infine recupero. Circa il 50% di scarti è destinato dopo la selezione a riuso perché in buone condizioni mentre l'altra metà che non può essere riutilizzata è destinata a recupero di materia. In entrambi i casi tutte le aziende contattate che si occupano di selezione del post consumo inviano all'estero il materiale. Le attività che si occupano di recupero di materia da post consumo producono prevalentemente ovatta per riempimento o per produzione di tessuti non tessuti, oggetti come pannelli isolanti e pezzame industriale. Realizzare ovatta per produrre nuovi filati è infatti molto complesso per due motivi: la composizione molto eterogenea degli indumenti e la presenza di materiale non tessile e lunghezza ridotta delle fibre che non permettono di creare un filato resistente.

Per gli scarti pre consumo la filiera è più ampia, le aziende che si occupano di selezione effettuano generalmente anche la raccolta direttamente dalle aziende produttrici. La selezione avviene per colore e per tipologia di fibra. Le aziende che effettuano recupero di materia producono ovatta per nuovi filati se il materiale in ingresso è composto da una sola tipologia di fibra ed è di buona qualità, ovatta per riempimento o per produzione di tessuti non tessuti o altri oggetti se il materiale in ingresso è più eterogeneo o di qualità inferiore.

Dopo il confronto tra le attività le problematiche riscontrate nella filiera italiana sono:

- mancanza di un sistema raccolta differenziata per i tessili;
- mancanza di una rete di recupero del post consumo e del pre consumo composto da più tipologie di fibre e, in questo caso, scarsa possibilità di produrre nuovi filati;
- poca automatizzazione delle attività come la selezione che è esclusivamente manuale.

Ci sono tuttavia numerosi studi, che sono però ancora in fase di laboratorio, che mirano a migliorare la capacità di selezione dei materiali tessili in modo meccanico e il successivo recupero. In particolare, per la selezione sono state confrontate le informazioni relative a tre tecniche, ATR-FTIR, EGA-MS e Py-GC/MS, delle quali la prima è risultata la più promettente. Essa riesce a fornire gli spettri IR dei materiali quindi, accoppiata ad un codice numerico

opportuno, sarebbe possibile associare ciascuno spettro ottenuto a quello di riferimento più simile permettendo di dividere il materiale.

Per quanto riguarda il recupero di tessuti composti da fibre diverse sono in fase di studio alcuni progetti che permettono la separazione delle fibre attraverso la dissoluzione selettiva con processi meccanici di triturazione e l'utilizzo di solventi oppure con processi chimici nei quali uno dei due componenti è degradato grazie all'utilizzo di specifici enzimi.

Bibliografia e sitografia

ARPAV. (2020, settembre 9). *Consorzi di filiera*.

<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/rifiuti/rifiuti-1/consorzi-di-filiera>

AskaneWS. (2021, dicembre 13). *Rifiuti tessili e materassi: due consorzi per raccolta e gestione*.

https://www.askaneWS.it/economia/2021/12/13/rifiuti-tessili-e-materassi-due-consorzi-per-raccolta-e-gestione-pn_20211213_00029/

Balocco, V. (2021, settembre 5). Bilancio di sostenibilità: che cos'è, quali sono gli obiettivi e le caratteristiche. *ESG360*.

<https://www.esg360.it/normative-e-compliance/bilancio-di-sostenibilita-che-cose-quali-sono-obiettivi-e-caratteristiche/>

Beall, A. (2020, Luglio 13). Why clothes are so hard to recycle? *BBC*.

<https://www.bbc.com/future/article/20200710-why-clothes-are-so-hard-to-recycle>

Bergamini, S. (2021, aprile 26). *Da dove vengono i nostri vestiti? Il commercio italiano nell'anno della pandemia*.

<https://www.helpconsumatori.it/news-dalleuropa/europa/da-dove-vengono-i-nostri-vestiti-il-commercio-di-abbigliamento-nellanno-della-pandemia/>

Bittau, L. (2022, febbraio 16). Prato pioniera del riciclo tessile italiano. In cantiere il primo textile hub. *PambiancoNews*.

<https://www.pambianconews.com/2022/02/16/prato-scommette-sul-riciclo-tessile-in-cantiere-il-primo-textile-hub-338923/>

CALZEDONIA Group. (2021). *2021-Report di sostenibilità*.

<https://www.calzedoniagroup.com/mediaObject/images/report-sostenibilita/Report-di-Sostenibilit%C3%A0-2021---Calzedonia-Group/original/Report+di+Sostenibilit%C3%A0+2021+-+Calzedonia+Group.pdf>

Carillo, G. (2022, febbraio 15). La raccolta differenziata dei rifiuti tessili è diventata obbligatoria da gennaio, ma i comuni ancora non sono pronti. *Green me*.

<https://www.greenme.it/ambiente/rifiuti-e-riciclaggio/raccolta-differenziata-rifiuti-tessili/>

Certifico. (2021, Maggio 16). *Elenco codici CER*.

<https://certifico.com/ambiente/legislazione-ambiente/245-legislazione-rifiuti/7392-elenco-codici-cer-eer>

Climat partner. (2022). *The complete guide to understanding Scope 1, 2, and 3 emissions*.

https://www.climatepartner.com/en/the-complete-guide-to-understanding-scope-1-2-3-emissions?utm_source=google&utm_campaign=15225701436&utm_medium=cpc&utm_content=618387946945&utm_term=ghg%20inventory&gclid=CjwKCAjw7p6aBhBiEiwA83fGusUPXTRG1VkcGcfqHt-MAuqUA

Comoglio, C. (2022). *Slide del corso di Gestione Ambientale nelle Imprese*. Politecnico di Torino.

Cupellaro, F. (2022, aprile 23). Riciclo dei tessuti: arrivano i consorzi per gestire lo smaltimento. *La Repubblica*.

https://www.repubblica.it/green-and-blue/2022/04/23/news/rifiuti_tessili_i_consorzi_prendono_in_mano_la_gestione-346058752/

Dress the change. (s.d.). *Le certificazioni tessili*.

<https://dressthechange.org/le-certificazioni-tessili/>

Ellen Macarthur Foundation. (2020). *Vision of a circular economy for fashion*.

<https://emf.thirdlight.com/link/nbwff6ugh01m-y15u3p/@/preview/1?o>

EPA. (2018). *Textiles: material - specific data*.

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/textiles-material-specific-data>

European Commission. (2020, marzo 11). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>

Fondazione sviluppo sostenibile. (2021). *L'Italia del Riciclo 2021*.

https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/ITALIA_DEL_RICICLO_2021_web.pdf

GAZZETTA UFFICIALE. (2006). Cessazione della qualifica di rifiuto. *D.Lgs.152/06, articolo 184-ter, comma 2*. GAZZETTA UFFICIALE.

https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaArticolo?art.versione=4&art.idGruppo=34&art.flagTipoArticolo=0&art.codiceRedazionale=006G0171&art.idArticolo=184&art.idSottoArticolo=3&art.idSottoArticolo1=10&art.dataPubblicazioneGazzetta=2006-04-14&art.progressivo=0

GAZZETTA UFFICIALE. (2006). *D.lgs 152/06. T*

<https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/materiaAmbientale>

GAZZETTA UFFICIALE. (2016, agosto 19). *L. n. 166/16*.

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/08/30/16G00179/sg>

GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA. (2011, ottobre 18). *Regolamento (UE) n.1007/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio*.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:272:0001:0064:IT:PDF>

H&M Group. (2021). *Sustainability Disclosure 2021*.

<https://hmgroup.com/sustainability/sustainability-reporting/>

La casa in ordine. (2015). *Il peso del bucato* .

<https://www.lacasainordine.it/wp-content/uploads/2015/03/il-peso-del-bucato.pdf>

Lau, Y.-I. (2015). Reusing pre-consumer textile waste. *Springer plus*, 2.

LVMH. (2021). *2021 SOCIAL AND ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY REPORT*. T

<https://r.lvmh-static.com/uploads/2022/04/2021-social-and-environmental-responsibility-report.pdf>

Markers Valley. (2022). *L'Italia dei distretti tessili*.

<https://blog.makersvalley.it/litalia-dei-distretti-tessili#:~:text=Se%20parliamo%20di%20tessuti%20non,filati%20e%20tessuti%20di%20Olana>

Ministero della Transizione Ecologica. (2021, ottobre 15). *AVVISO M2C.1.1 I 1.2*.

https://www.mite.gov.it/sites/default/files/Avviso%201.2_Linea_D_15102021__signed.pdf

Moazzem, S., Crossin, E., Daver, F., & Wang, L. (2021, ottobre 15). Environmental impact of apparel supply chain and textile products. *Environmental, Development and Sustainability*, 24:9757-9775.

Nacci, T., Sabatini, F., Cirrincione, C., Degano, I., & Colombini, M. P. (2022, Aprile 30). Characterization of textile fibers by means of EGA-MS and Py-GC/MS. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 165: 1-15.

NIKE. (2021). *FY21 NIKE, Inc. Impact Report*.

<https://about.nike.com/en/newsroom/reports/fy21-nike-inc-impact-report-2>

OVS Spa. (2021). *Sustainability report 2021*.

<https://wecare.ovscorporate.it/en/sustainability-report>

Parlamento Europeo. (2022, aprile 21). *L'impatto della produzione tessili e dei rifiuti tessili sull'ambiente: infografica*.

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20201208STO93327/l-impatto-della-produzione-e-dei-rifiuti-tessili-sull-ambiente-infografica>

PRADA Group. (2021). *2021-Report di sostenibilità*.

https://www.pradagroup.com/content/dam/pradagroup/documents/Responsabilita_sociale/2022/it-Report%20di%20Sostenibilita%202021.pdf

Prato textile. (s.d.). *Proprietà generali delle fibre tessili*.

<http://www.pratotextile.net/Formazione/fibre/corso/dispensa/Capitolo03.pdf>

Rai news. (2022, marzo 31). *Addio fats fashion: l'Unione Europea ci vuole tutti di verde vestiti*.

<https://www.rainews.it/articoli/2022/03/addio-fast-fashion-lunione-europea-ci-vuole-tutti-di-verde-vestiti-1ec8c2c8-279e-4fc9-a265-866050ce326d.html>

Recycling industry. (2021, febbraio 22). *Il primo impianto di selezione tessile completamente automatizzato è firmato STADLER e TOMRA.*

<https://www.recyclind.it/ita/3400/ilprimoimpiantodiselezione-tessile-completamente-automatizzato-al-mondo-firmato-stadler-e-tomra/>

Riba, J. R., Cantero, R., Canals, T., & Puing, R. (2020, Giugno 22). Circular economy of post-consumer textile waste: Classification through infrared spectroscopy. *Journal of Cleaner Production*, 14:1-14.

Rifò lab. (2022, Aprile 22). *Sustainability report 2022.*

https://issuu.com/rifolab/docs/sustainability_report_2022_4792f0ad330271

Rifo-Lab. (s.d.). *Riciclare e rigenerare: tutte le differenze tra questi due processi.*

<https://rifo-lab.com/blogs/blog-di-rifo/riciclare-rigenerare-differenza>

SMI. (s.d.). *Nasce il nuovo consorzio per il riciclo della moda .*

<https://www.sistemamodaitalia.com/it/item/12439-nasce-il-nuovo-consorzio-per-il-riciclo-della-moda>

Stanescu, M. D. (2021, Gennaio 30). State of the art of post-consumer textile waste upcycling to reach the zero waste milestone. *Environmental Science and Pollution Research*, 28:14253-14270

Tartaglia, A. (2019, novembre 10). 1989-2019: in trent'anni auto più pesanti del 41% e più efficienti del 30%. *Gazzetta Motori.*

<https://www.gazzetta.it/motori/la-mia-auto/06-11-2019/1989-2019-trent-anni-auto-piu-pesanti-41percento-piu-efficienti-30percento-350871471863.shtml>

Textile exchange. (2020). *Preferred Fiber & Material Market Report 2020.*

https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2020/06/Textile-Exchange_PREFERRED-Fiber-Material-Market-Report_2020.pdf

Textile exchange. (2021). *Preferred Fiber and Materials Market Report 2021.*

https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2021/08/Textile-Exchange_PREFERRED-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021.pdf

Treccani. (2008). *Vocabolario.*

https://www.treccani.it/vocabolario/fast-fashion_%28Neologismi%29/

Unione Industriale Pratese. (s.d.). *UI PRATO.*

<http://www.ui.prato.it/unionedigitale/v2/areastudi/Presentazione-distretto.pdf>

Zhou, J., Zou, X., & Wong, W. K. (2021, Gennaio 14). Computer vision-based color sorting for waste textile recycling. *Emerald*, 34:29-40.

