



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

DOTTORATO DI RICERCA IN  
INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL’AFFIDABILITA’  
CICLO xxv

COORDINATORE Prof. Tucci Mario

***La sostenibilità ambientale nella filiera della pelletteria:  
dall’esperienza del distretto Fiorentino alla definizione di un  
set di pratiche e strumenti a supporto***

Settore Scientifico Disciplinare ING-IND/17

**Dottorando**

Dott. Coppola Giuseppe

**Tutore**

Prof. Rinaldi Rinaldo

**Coordinatore**

Prof. Tucci Mario

Anni 2010/2013

---

## Indice

### Capitolo 1: Introduzione al Progetto di Ricerca

1.	Introduzione.....	8
1.1	Industrial Background.....	8
1.1.1	Il protocollo di intesa ZeroImpact.....	9
1.1.2	Contesto.....	10
1.1.3	ZeroImpact: definizione del problema.....	11
1.1.4	Il distretto fiorentino.....	12
1.2	Scientific Background.....	22
1.2.1	Il concetto di sostenibilità.....	25
1.2.2	Sostenibilità ambientale e Green Supply Chain Management.....	29
1.2.3	Fashion Supply Chain: caratteristiche dell'industria della moda.....	37
1.2.4	Fashion Green Supply Chain: sostenibilità ambientale nell'industria della moda.....	42
1.2.5	Sostenibilità ambientale nel settore del Fashion: il Framework.....	49
1.3	Obiettivi e research question.....	52
1.4	Risultati del progetto di ricerca.....	53

### Capitolo 2: Analisi esplorativa delle best practice ambientali adottate dalle aziende del settore fashion

2.1	Sviluppo del modello di mappatura delle practices ambientali.....	56
2.1.1	Prodotto e servizi.....	66
2.1.2	Processo produttivo.....	68

---

2.1.3	Supply chain management.....	70
2.1.4	Cultura.....	70
2.1.5	Governance.....	71
2.1.6	Altro.....	72
2.2	L'attività di analisi.....	72
2.3	La raccolta dei dati.....	73
2.4	Analisi delle Practices: risultati .....	78
2.4.1	Risultati: aziende Micro .....	78
2.4.2	Risultati: analisi dell'aggregato totale.....	79
2.4.3	Risultati: analisi relativa al settore delle pelli e delle calzature.....	86
2.5	Conclusioni e riepilogo dei principali risultati .....	91

### **Capitolo 3: Il progetto ZeroImpact**

3.1	Obiettivi del progetto ZeroImpact.....	98
3.2	La survey .....	98
3.2.1	Definizione del campione.....	98
3.2.3	Il questionario .....	100
3.2.4	Raccolta dei dati ed analisi dei risultati.....	105
3.2.5	Conclusioni sulla survey e stime finali.....	115
3.3	Le soluzioni al problema: scenari "tradizionali" .....	116
3.3.1	Scenario attuale .....	122
3.3.2	Quadro normativo.....	123
3.3.3	Soluzione tradizionale: smaltitori autorizzati .....	125
3.3.4	Soluzione tradizionale: Rigenerato di fibre di cuoio .....	125

---

3.4	Soluzione alternativa: impianto a biogas .....	129
3.4.1	Il biogas: descrizione ed utilizzo.....	129
3.4.2	Il processo di digestione anaerobica.....	130
3.4.3	Impianti a biogas per la produzione di energia elettrica: il caso Tata .....	133
3.4.4	Business plan.....	140
3.5	Soluzione alternativa: rigenerato di cuoio con processo a secco.....	144
3.5.1	Il nuovo processo di produzione .....	144
3.5.2	Business Plan.....	145
3.6	Considerazioni e conclusioni.....	148

#### **Capitolo 4: Lo sviluppo del Leather Eco-tool**

4.1	Introduzione all’LCA.....	154
4.2	Normativa: UNI EN ISO 14040 e 14044.....	155
4.2.1	Definizione degli obiettivi .....	156
4.2.2	Analisi dell’ Inventario.....	160
4.2.3	Valutazione degli impatti.....	163
4.2.4	Interpretazione dei risultati .....	167
4.2.5	Dalle LCA di prodotto alle LCA di sistemi di gestione di rifiuti.....	168
4.2.6	La revisione critica.....	169
4.2.7	Stato attuale della ricerca.....	170
4.3	Indicatori per la valutazione degli impatti .....	172
4.4	LCIA: Analisi delle differenti metodologie di valutazione degli impatti...	174
4.4.1	Eco-Indicator 99.....	176
4.4.2	EDIP96 e EDIP2003 .....	195

---

---

4.4.3	EPS2000 (Environmental Priority Strategies in Product Design) .....	202
4.4.4	Impact 2002+ .....	209
4.4.5	Il metodo dell'Ecoscarcity (Swiss Ecopoints) .....	214
4.4.6	TRACI .....	217
4.4.7	LIME .....	219
4.4.8	LUCAS .....	221
4.5	L'intreccio con altre metodologie .....	223
4.5.1	Carbon Footprint.....	224
4.5.2	Water Footprint.....	226
4.6	Leather Eco-tool: introduzione e struttura.....	229
4.6.1	Il ciclo tecnologico della pelle.....	231
4.7	Leather Eco-tool: il funzionamento.....	240
4.7.1	I fogli di lavoro.....	242
4.7.2	Le tipologie di tabelle .....	243
4.7.3	Massa e bilancio di massa .....	245
4.7.4	La sezione General Issue .....	246
4.8	La metodologia di valutazione degli impatti .....	247
4.8.1	Carbon footprint.....	249
4.8.2	Water footprint.....	251
4.8.3	Consumo energetico.....	252
4.8.4	Chemical use .....	253
4.8.5	Land use.....	254
4.8.6	La Scorecard.....	256
4.9	Dati e database .....	257
4.9.1	Ecoinvent e altri database.....	257

---

---

4.9.2	Primary and secondary data .....	259
4.10	Leather Ecotool: considerazioni finali e sviluppi futuri .....	262

### **Conclusioni**

5.	Conclusioni.....	270
----	------------------	-----

<b>Bibliografia.....</b>	<b>275</b>
--------------------------	------------



---

---

***Capitolo 1:***  
***Introduzione al***  
***Progetto di Ricerca***



## **1. Introduzione**

Il seguente progetto di ricerca nasce dalle esigenze e dalle necessità specifiche del distretto di Scandicci che ha commissionato lo studio, le tematiche trattate tuttavia risultano oggi essere di notevole interesse tanto per il mondo del *business* quanto per quello accademico. Il tema della sostenibilità ambientale e della sua gestione ha infatti subito un notevole cambiamento nelle modalità con cui le aziende appartenenti all'industria del *fashion* si approcciano ad esso. Infatti mentre prima le aziende vivevano le operazioni necessarie all'adeguamento normativo come un costo/tassa da sostenere e si adattavano in modo reattivo ai vari cambi di legislazione, adesso invece i processi di reingegnerizzazione in ottica *green* cominciano ad essere vissuti come un'opportunità di miglioramento da intraprendere in modo proattivo. Laddove sia presente uno spreco, riprogettare in ottica *green* i propri processi interni ed esterni, significa essenzialmente, in termini di materiali ed energia utilizzata, ridurre sia gli input in ingresso che gli eventuali sprechi. Ciò si traduce indiscutibilmente in un processo più efficiente e di conseguenza economicamente maggiormente profittevole. Processi e prodotti *green* vengono poi oggi utilizzati da varie aziende per raggiungere nuove nicchie di mercato o attrarre consumatori.

A valle di tali considerazioni nei paragrafi seguenti verranno presentate una descrizione sia del background industriale (con particolare riferimento al protocollo di intesa ZeroImpact che ha finanziato lo studio) sia di quello scientifico (con relativa *review* della letteratura in materia) all'interno del quale il presente progetto di ricerca si inserisce. A seguire verranno descritti nel dettaglio gli obiettivi del progetto, le *research question* ed i risultati attesi dallo studio in questione.

### **1.1 Industrial Background**

Il progetto di ricerca nasce con l'idea di aumentare la competitività del distretto industriale fiorentino accrescendo l'efficienza ambientale dello stesso, fornendo metriche e strumenti di valutazione delle performance, introducendo

---

processi innovativi, nuovi modelli organizzativi ed aggregando imprese del settore della pelletteria nello sviluppo di un nuovo modo di produrre e gestire gli scarti di lavorazione ed in generale impattare meno sull'ambiente. Tale obiettivo rientra nella promozione delle eco-scienze e nell'uso razionale delle risorse naturali (e conseguente produzione di rifiuti). In quest'ottica gli scarti di produzione generati dalle aziende operanti nella filiera in esame rivestono un elemento critico dell'intero processo produttivo sia in termini di impatto ambientale sia di costi. Ottimizzare ad esempio il processo di raccolta destinando successivamente il materiale ad operazioni di recupero può permettere un guadagno in termini efficienza ambientale del processo stesso, rimettendo in circolazione materiale altrimenti destinato alla discarica o alla termovalorizzazione.

Altro aspetto riguarda invece la necessità delle aziende del settore di aver a disposizione degli strumenti o delle metriche di valutazione delle performance ambientali che siano condivisibili, significative ed intellegibili, utili soprattutto per quantificare l'impatto di lavorazioni e processi come, ad esempio, quelli di concia che, se non gestiti correttamente, possono avere notevoli ricadute sull'ambiente. Questo permetterebbe alle stesse di auto valutare i propri processi produttivi e verificare il rispetto o meno degli standard o delle soglie imposte.

Le problematiche relative al distretto fiorentino sono facilmente estendibili a tutto il comparto cuoio/pelletteria nazionale, che risulta essere distribuito anche in altri distretti sul territorio italiano (es: Arzignano, Solofra, etc), motivo per il quale la tematica trattata rientra inoltre all'interno delle attività del Distretto dei Beni Culturali e delle Città Sostenibili, che vede nella sostenibilità urbana e nella gestione dei rifiuti uno degli elementi caratterizzanti.

### *1.1.1 Il protocollo di intesa ZeroImpact*

Il protocollo di intesa ZeroImpact nasce proprio raccogliendo la spinta fornita dalle necessità del distretto indicate al paragrafo precedente. Tale iniziativa è stata formalizzata, presso il Municipio di Scandicci, il 20/07/11

attraverso la firma di un protocollo d'intesa tra le parti promotrici dello studio. I soggetti firmatari del protocollo sono:

- Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Firenze;
- Comune di Scandicci (FI);
- Cassa di Risparmio di Firenze (gruppo Intesa San Paolo);
- Gucci Spa;
- Consorzio Centopercento Italiano;
- Quadrifoglio Spa;
- Consorzio TUV.

### *1.1.2 Contesto*

La filiera concia-pelletteria-calzature della regione Toscana, con circa 2.600 aziende operanti nel settore, rappresenta una realtà con oltre 40mila addetti totali che genera circa l'11% del valore aggiunto manifatturiero della regione.

Le variazioni normative che si sono verificate negli ultimi anni in merito allo smaltimento dei cascami di pellame stanno avendo un impatto economico crescente sulle aziende operanti all'interno dei settori sopra citati. Infatti i cascami di pellame, generati come diretta conseguenza dei processi produttivi di pelletteria, sono adesso considerati, ai fini dello smaltimento, come rifiuti speciali non pericolosi e classificati secondo i codici del Catalogo Europeo dei Rifiuti come CER 04 01 08 (cuoio conciato, scarti, cascami, ritagli, polveri di lucidatura contenenti cromo) e 04 01 09 (rifiuti delle operazioni di confezionamento e finitura). Questa classificazione ha abolito la possibilità di smaltimento in discarica di tali rifiuti.

Le aziende operanti all'interno di tutti i settori della pelletteria saranno quindi obbligate a sostenere nuovi costi (relativi alla gestione, alla raccolta e allo smaltimento di queste due tipologie di rifiuti) oltre ad i costi sostenuti per il pagamento della consueta tassa di igiene ambientale che già versano all'operatore

ecologico del comune di appartenenza per la raccolta dei rifiuti ordinari. Il Progetto ZeroImpact si propone quindi, all'interno dell'ambito di riferimento, l'obiettivo di creare una politica di gestione virtuosa, sia in termini di efficacia che di efficienza, relativa a questa tipologia di scarti, ottimizzando:

- la logistica legata alle operazioni di raccolta e stoccaggio dei cascami;
- il possibile reimpiego come semilavorato o materia prima seconda all'interno sia di processi produttivi appartenenti al medesimo settore (pelletteria), sia all'interno di altri settori;
- le modalità di smaltimento degli scarti rimanenti.

In sintesi il progetto ZeroImpact aspira all'abbattimento, ad una soglia prossima allo zero, dell'impatto economico e ambientale legato alla gestione dei cascami di pelletteria, mirando, in ultima analisi, ad una sovrapposizione totale tra i principi e le politiche che ispirano la corretta gestione di una *Green Supply Chain* e le attività a livello operativo delle aziende operanti nel settore della pelletteria e della moda.

### *1.1.3 ZeroImpact: definizione del problema*

La lavorazione dei pellami, propedeutica all'ottenimento del prodotto finito o di un suo semilavorato, genera inevitabilmente una grande quantità di cascami, che devono essere gestiti al fine di adempiere alle normative di legge, minimizzando al contempo l'impatto economico sulle aziende produttrici. Tali rifiuti, generati all'interno del processo produttivo, vengono prodotti principalmente durante il processo di taglio della pelle (a valle dell'operazione di concia, sia che si tratti di trattamento al cromo oppure vegetale) oppure, in quantità minori, durante il processo di preparazione, che avviene subito prima della fase di assemblaggio. Queste lavorazioni sono generalmente realizzate dai fornitori di primo livello delle maggiori aziende di moda; si tratta quasi sempre di aziende di dimensioni medio piccole, talvolta a conduzione familiare.

Le fasi sopra elencate producono materiale di scarto in quantità e qualità variabili e al momento non si conosce esattamente l'entità di questo fenomeno, né in termini quantitativi (quintali di rifiuti prodotti, localizzazione dei punti di produzione del rifiuto etc..) né in termini qualitativi (dimensione dello scarto, tipologia di concia utilizzata, qualità dello scarto. Parimenti, non si conoscono i costi che complessivamente le aziende sostengono per lo smaltimento di questo che, attualmente, è considerato come rifiuto, ma che in realtà avrebbe una sua più naturale collocazione come materiale di riuso o sottoprodotto.

#### *1.1.4 Il distretto fiorentino*

La configurazione attuale di vero e proprio distretto industriale della pelle intorno alla città di Firenze inizia a delinarsi dagli anni Settanta quando si verifica una significativa crescita del numero di imprese ed occupati nel settore, si sviluppano nuove competenze nelle attività di ricerca, progettazione e marketing e molti marchi stranieri penetrano nel distretto creando reti produttive.

Dagli anni Ottanta, anche se il fenomeno si dispiegherà pienamente nei decenni successivi, iniziano ad affermarsi le *griffes*, ovvero i grandi marchi della moda. Attraverso ingenti investimenti in marketing e in immagine essi acquistano una visibilità mondiale e, grazie ai propri marchi, sono in grado di presidiare le maggiori capitali del lusso attraverso propri punti vendita. Grazie all'estensione delle loro reti distributive riescono a recepire i flussi informativi provenienti dalla clientela e dagli ambienti ai quali i consumatori sono più attenti ed a imporre la propria immagine al consumatore.

A questo mutamento del contesto competitivo globale le piccole realtà possono difficilmente far fronte. I produttori di piccole dimensioni autonomi non possono resistere. Negli anni '80 il passaggio da una produzione destinata a nicchie di consumatori fedeli a grandi bacini internazionali di potenziali clienti spiazza anche quelle PMI che negli anni si erano ricavate uno spazio sufficiente attraverso un prodotto artigianale destinato a selezionati clienti del segmento alto, ormai presidiato dalle *griffes*. Tuttavia, il nuovo mercato creato dai grandi marchi del

lusso se da un lato spiazza le produzioni autonome delle PMI locali, dall'altro apre loro nuove opportunità di lavoro su commessa e molte di queste, spesso a causa di una assenza di alternative, finiscono col divenire conto-terzisti delle imprese leader presenti sul territorio. Il nuovo ruolo assunto dalle imprese leader richiede infatti a quest'ultime di realizzare ampi volumi produttivi per un mercato in cui, però, i caratteri distintivi del prodotto sono essenzialmente artigianali ed il turn-over delle collezioni è molto elevato.

TIPOLOGIA ATTORE	TIPOLOGIA ATTIVITA'	TIPOLOGIA CLIENTE
SUBFORNITORE "SEMPLICE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavorazioni semplici, parti di prodotto;</li> <li>• No Progettazione;</li> <li>• Il Leader impone materie prime, specifiche di prodotto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subfornitori "di fase"</li> </ul>
SUBFORNITORE "DI FASE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavorazioni complesse, anche prodotti finiti;</li> <li>• Decide metodi di lavoro e tecnologie;</li> <li>• Maggiori competenze tecniche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subfornitori "partner" o "misti".</li> </ul>
SUBFORNITORE "PARTNER"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esegue prevalentemente prodotti finiti;</li> <li>• Co-Progettazione coi Leader;</li> <li>• Maggiori capacità tecnico-gestionali;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclusivi o "satelliti" (lavorano con un leader);</li> <li>• Non esclusivi (lavorano con due o più leader);</li> </ul>
SUBFORNITORE "MISTO"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Come subfornitori "di fase" o "partner".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impresa leader (una o più);</li> <li>• Mercato finale.</li> </ul>
IMPRESA INDIPENDENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esegue prodotti finiti;</li> <li>• Produce per il magazzino o <i>make to order</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercato finale.</li> </ul>

Figura 1.1: Classificazione aziende del Distretto Pellettiero Fiorentino

La necessità di coniugare una produzione industriale, in termini di volumi, con una elevata qualità artigianale dei prodotti, spinge le imprese leader alla ricerca di piccole imprese, o meglio di sistemi produttivi di PMI, che possiedano le competenze artigiane necessarie a realizzare, in *outsourcing*, prodotti di alta

qualità in grandi quantità e le capacità di passare da un prodotto ad un altro in breve tempo, è per tali ragioni che le grandi *griffes* nate all'interno del *cluster* restano fortemente radicate al suo interno e molte altre provenienti dall'esterno si localizzano nell'area per attingere a tali serbatoi di conoscenze e di capacità produttive.

Le evoluzioni degli ultimi anni possono essere ricondotte al consolidamento di vari attori *leader* e alla gerarchizzazione del sistema produttivo locale, inoltre la crescente complessità del mercato ha spinto le aziende leader a verticalizzare, integrando alcune attività (prima svolte ricorrendo a licenze esterne o a rapporti di subfornitura tradizionali) attraverso acquisizioni di unità produttive esterne o con politiche di fornitura più selettive. In quest'ultimo caso, il ricorso all'esterno non significa necessariamente ricorso al sistema locale, in quanto per molti servizi ritenuti critici e per particolari produzioni ci si rivolge sempre più a un'offerta nazionale o internazionale.

Attualmente nel tessuto industriale pellettiero dell'area Fiorentina si riconoscono nitidamente due categorie di aziende:

- aziende committenti
- aziende fornitrici
- **Aziende committenti:** sono le aziende leader mondiali nel settore, *global player* internazionali capaci di monitorare costantemente le tendenze dei mercati e di influenzarle, hanno la forza di penetrare quasi tutti i mercati mondiali grazie a canali distributivi ramificati capillarmente e sviluppati da anni con investimenti costanti di capitali in attività di marketing. Nel distretto svolgono principalmente attività immateriali di design, progettazione, prototipazione, organizzazione della produzione esterna e vendita. La fase manifatturiera vera e propria poggia su reti di subfornitura esterne fatte da PMI con alta specializzazione e un bagaglio di conoscenze artigiane tramandato negli anni. Questo carattere distintivo del distretto pellettiero Fiorentino è

stata la leva che ha spinto molti *global player* a scegliere di impiantare le proprie reti produttive nel territorio. Infatti è molto interessante differenziare le *griffes* tra quelle “partorite” dal distretto (Gucci e Ferragamo) e quelle che si sono insediate successivamente per sfruttarne le competenze (Prada, Tod’s, D&G, Fendi, Dior, Celine, Chanel, Burberry, Zegna, Mariella Burani, etc). Altre dimensioni interessanti per segmentare le *griffes* presenti nel sistema sono quelle dei nuovi modelli di governance. Gli assetti di controllo tradizionali del Sistema Moda (stilista imprenditore, modello familiare) si sono evoluti in strutture più articolate (appartenenza a gruppi, quotazione sui mercati borsistici), si evolvono anche i *business model* (imprese multi-brand, imprese multi-prodotto, differente ampiezza delle reti distributive, differenti rapporti con le istituzioni e con il territorio). Tra le aziende committenti rientrano anche imprese di medie dimensioni che svolgono le proprie attività in modo indipendente con marchio proprio e che possono vantare caratteri di leadership nei mercati dove operano, nella valorizzazione del proprio *know-how* e dei rapporti col territorio (The Bridge, Nannini, Braccialini, Desmo, BMB, etc). Tali azienda rientrano però in una classe di fatturato tra i 10-60 Mln di €, con parti rilevanti di esso fatte via export, tuttavia hanno una forza limitata di penetrazione dei mercati internazionali.

- **Aziende fornitrici:** rappresentano l’insieme diffuso, eterogeneo e frammentato di imprese di piccolissime, piccole e medie dimensioni sulla quale poggiano la quasi totalità delle reti produttive locali. In larga maggioranza sono le aziende “esecutrici”, ovvero le azienda che svolgono le attività tecnico-operative di produzione, per conto delle aziende committenti, ovvero i grandi leader distrettuali. Secondo recenti studi (Bacci 2004) le aziende del cluster lavorano prevalentemente conto terzi (84% della popolazione) le altre conto proprio (8,7%) ed in regime misto (6,7%). Per classificare tali aziende e per identificare le fasi del ciclo produttivo svolte da ciascuna di esse possiamo fare riferimento ad alcune



pubblicazioni (Zanni and Labory, 2004). Come si evince dalla classificazione fatta si delinea una struttura relazionale di tipo gerarchico-piramidale, con le imprese leader al vertice che dettano stili, prodotti, specifiche e tempi e che rappresentano simultaneamente sia il punto di forza essenziale per il distretto, sono la forza motrice che spinge le imprese satellite ad accrescere conoscenze, volumi d'affari e numero di dipendenti, sia il fattore limitante poichè le comunque scarse risorse (dimensionali, manageriali, d'immagine) fanno sì che le PMI non riescano a crescere ulteriormente ed a valorizzarsi, ne consegue che finiscano per venire "cannibalizzate", spesso in esclusiva, dalle grandi *griffes*. L'insieme complesso e variegato delle relazioni interaziendali tra i vari partner delle filiere coinvolte nel distretto crea un ecosistema economico molto particolare e dalla forma mutevole con competenze e capacità distintive disseminate in vari nodi delle reti produttive spesso messi in compartecipazione tra più aziende. Per cercare di ricostruire attori e legami di una *supply chain* caratteristica di un *global player* distrettuale si può vedere la Figura 1.2, che schematizza i rapporti di subfornitura di un caso aziendale (Gucci Spa) permettendo di intuire la complessità e la frammentarietà dell'intera filiera produttiva e la condivisione tra aziende di vari nodi della rete.

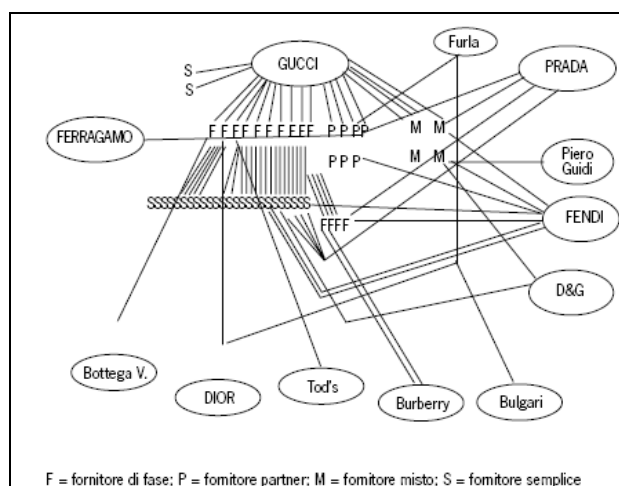


Figura 1.2: Rapporti intra-filiera di Gucci spa

Interessante è anche osservare come, al variare della tipologia di attore coinvolto nella filiera, mutino anche le dimensioni competitive perseguite con più forza. Per avere un quadro completo delle organizzazioni agenti nel distretto è importante sottolineare come altre entità di tipo politico-istituzionale-consociativo svolgano un ruolo determinante per il mantenimento della competitività del settore.

Al fine di sostenere il marchio e la pelletteria italiana in tutto il mondo, certificando il prodotto interamente realizzato in Italia in tutte le fasi di lavorazione è stato fondato nel 1997 da imprenditori del settore il Consorzio Centopercento Italiano. Il Consorzio si prefigge il coordinamento di imprese per la tutela e la promozione dei singoli produttori di pelletteria, calzature, abbigliamento in pelle e accessori totalmente realizzati in Italia. Il Consorzio ha realizzato nel 2006 *I-Place*, l'outlet del *Made in Italy*, struttura messa a disposizione delle imprese del settore come vetrina espositiva B2B e anche come punto vendita B2C nel cuore del distretto della pelletteria del lusso.

Dal lato politico-amministrativo la Regione Toscana porta avanti varie iniziative di diversa natura per promuovere/sostenere il distretto. Ad esempio il progetto *Fabbrica Ethica*, nato nel 2000 per facilitare la certificazione delle aziende toscane con lo standard SA8000. Da questa iniziativa è poi scaturito in collaborazione con il consorzio Centopercento Italiano il *Laboratorio Felafip*, con obiettivo la creazione e la diffusione di una cultura della responsabilità sociale e dei diritti nei territori e nelle aree produttive coinvolte dal progetto, con particolare attenzione ai sistemi di certificazione integrata della filiera pelletteria secondo gli standard SA 8000 e ISO 9001 integrata alla responsabilità ambientale.

Altra iniziativa è *Inno.Pro.Moda* con obiettivo la tracciabilità della filiera con la certificazione di tutte le lavorazioni eseguite.

Sul versante formativo giocano un ruolo importante istituti quale l'Alta Scuola Pellettiera di San Colombano, punto di riferimento per la specializzazione professionale nel settore pellettiero, il Polimoda, istituto internazionale *fashion design & marketing*, che organizza corsi specialistici di alta qualificazione nei settori stilismo, produzione, commercializzazione e marketing, finalizzati a creare

una stretta collaborazione tra mondo accademico e realtà produttiva, L'ISIA, scuola di design con vari corsi indirizzati al design di prodotto ed alla moda, ed infine l'Università di Firenze che con vari corsi, progetti e dipartimenti sostiene a vario livello la competitività del distretto.

	FATTORI COMPETITIVI ESSENZIALI			
	1	2	3	4
<b>Subfornitore semplice</b>	• Qualità	• Lead times	• Rispetto specifiche	• Flessibilità
<b>Subfornitore di fase</b>	• Qualità	• Lead times	• Rispetto specifiche	• Fiducia consolidata
<b>Subfornitori partner</b>	• Qualità	• Lead times • Fiducia consolidata	• Prezzo	• Fiducia consolidata • Cap.Innovative di proc. • Investimenti • Vicinanza al Leader
<b>Subfornitori misti</b>	• Qualità	• Ampiezza gamma	• Fiducia consolidata	Flessibilità
<b>Impresa indipendente</b>	• Prezzo	• Ampiezza gamma	• Reputazione	• Solidità Ec-Fin

Figura 1.3: Dimensioni competitive perseguite

Il prodotto del distretto è rappresentato da articoli in pelletteria quali borse (33% della produzione), portafogli (15,3%), cinture (2,4%) ed altri accessori, ma anche calzature ed altri articoli in pelle (valigie, sacche da viaggio, borsoni, borse da lavoro), collocabili nella fascia prezzo/qualità alta (fino al segmento del lusso) o medio-alta. La rilevanza del polo la si evince analizzando la composizione percentuale degli addetti nella pelletteria italiana: l'area distrettuale Fiorentina occupa il 25% degli addetti del comparto a livello nazionale. Caratteristica fondamentale del prodotto distrettuale è la componente di artigianalità mantenuta nonostante gli elevati volumi produttivi.

Per capire l'importanza del polo Fiorentino della pelle è necessario analizzare qualche numero, utile per dimensionare in termini sociali ed economici l'impatto di tale comparto. Secondo i dati forniti in occasione dell'ultima fiera di settore (*Letherzone 2011*) le imprese operative nel comparto sono 2.704 di cui più del 93% concentrate nei 17 comuni compresi nelle aree Fiorentine: Metropolitana Sud-Ovest, Metropolitana Nord-Ovest, Fiorentina Sud, Montagna Fiorentina e Chianti-Val di Pesa.

COMUNE	IMPRESE		ADDETTI		DIMENSIONE MEDIA	
	Anno '96	Anno '01	Anno '96	Anno '01	Anno '96	Anno '01
Dicomano	22	19	192	192	8,73	10,11
Londa	11	11	50	76	4,55	6,91
Pelago	58	51	292	251	5,03	4,92
Pontassieve	99	100	846	877	8,55	8,77
Rufina	57	53	370	420	6,49	7,92
San Godenzo	4	6	18	17	4,5	2,83
Bagno a Ripoli	77	58	764	641	9,92	11,05
Calenzano	41	38	275	215	6,71	5,66
Campi Bisenzio	115	128	367	329	3,19	2,57
Fiesole	14	9	51	33	3,64	3,67
Firenze	636	735	2792	2299	4,39	3,13
Lastra a Signa	111	106	1010	800	9,10	7,55
Scandicci	266	308	2879	2964	10,14	9,62
Sesto Fiorentino	67	574	1132	1670	6,99	2,91
Signa	87	70	420	224	5,53	3,20
<b>TOTALI</b>	<b>1779</b>	<b>2266</b>	<b>11458</b>	<b>11008</b>	<b>6,48</b>	<b>4,86</b>
% Totali/Toscana	24,7%	32%	21%	21,5%		
%Toscana/Italia	26,1%	29,3%	23,7%	24,9%		

Figura 1.4: Numero di imprese, di addetti e dimensioni media in termini di addetti dell'Area Fiorentina

Il 73% delle imprese è distribuita all'interno dei sei comuni con maggiore densità di presenze, ovvero Firenze, Sesto Fiorentino, Scandicci, Campi Bisenzio, Signa e Fucecchio. Importante in queste aree è ormai la presenza di aziende Cinesi. Nel 2005 il 62% delle imprese Cinesi operanti in Italia nel comparto (Pelli-Cuoio-Calzature) avevano sede in questa area e, secondo i dati forniti dalla Camera di

Commercio, nel 2007 1.457 imprese delle 2376 attive avevano un titolare di nazionalità Cinese. Le motivazioni di tale penetrazione risiedono nelle ormai note capacità d'efficienza a basso costo offerte da queste realtà. La forma societaria prevalente nelle imprese considerate rimane quella della società di persone e dell'impresa individuale. Tuttavia, soprattutto negli ultimi anni, si è assistito ad una maggiore strutturazione degli assetti di governance con un aumento delle società di capitali ed una riduzione delle società di persone e di quelle individuali, riduzione particolarmente significativa specie per quest'ultime.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>PAESE</b>	<i>Min di Euro</i>							
Svizzera	160,9	195,8	166	237,5	341	337,3	416,6	395,5
Francia	69,8	87,7	77,7	74,7	88,3	92,4	118,7	153,0
UK	33,9	44,6	43,8	46,3	52,9	55,8	63,8	102,0
USA	92,8	97,6	70,7	73,5	88,5	76,5	82,1	91,7
Giappone	48,0	54,7	51,4	54,8	64,1	61,3	68,1	55,6
Germania	32,8	34,8	25,8	25,1	24,5	25,5	31,8	35,5
Spagna	6,5	6,7	9,2	10,4	10,7	10,1	16,1	21,2
Corea del Sud	20,8	23,1	11,1	10,7	9,1	12,7	17,7	17,4
Hong Kong	13,4	14,7	17,3	15,3	20,3	24,6	19,8	17,3
Russia	0,6	0,9	1,2	1,5	2,4	3,4	5,8	11
Grecia	3,7	2,9	3,3	3,2	4,7	5,1	8,2	10,0
<b>TOTALI</b>	535,5	616,1	528,7	603,2	761,4	777,7	937,6	1014,8

Figura 1.5: Mercati di sbocco dell'export distrettuale

Il numero di addetti nel settore in provincia di Firenze si attesta alle 12.000 entità (*Leatherzone 2011*). La dimensione media, in termini di numero di dipendenti, delle realtà considerate è molto bassa, in maggioranza non arrivano ad i dieci addetti e questo tenendo conto della presenza nel campione aziende leader che occupano anche 500 persone ed alzano di molto la media. Per avere dei dati più esplicativi del fenomeno possiamo riprendere delle elaborazioni (Servizio

Studi e Ricerche di Intesa Sanpaolo, 2007) abbastanza esplicative tratte dai Censimenti 1996 e 2001.

In termini di export il polo dimostra di avere già assorbito le contrazioni dovute alla crisi globale negli anni 2008-2010 ed ancora in corso, mostrando un andamento dinamico ed in controtendenza rispetto ad altri comparti industriali distribuiti sul territorio Nazionale. Infatti le performance evidenziano un volume d'export pari a 1.774 Mln di euro di cui 1.174 realizzati dal comparto pelletteria e conca e gli altri 600 dal calzaturiero. Se osserviamo inoltre le variazioni dell'export tra il 2009 ed il 2010 (+18,5%) e gli andamenti dei trimestri 2011 rispetto al 2010 (primo trimestre +25,4%, secondo +35,1%, terzo +26,4%, che comportano una variazione su base annuale 2010-2011 di +28,9%) capiamo che il settore, non solo ha già riconquistato quello che aveva perso in export nel periodo di crisi (se guardiamo la variazione tra il 2008 ed il 2011 abbiamo un +18,8%), ma è in un momento di vero e proprio boom, consolidato anche da un rafforzamento dell'*Ebit margin*, ovvero dell'incidenza del reddito operativo sul fatturato, che è passato tra il 2010 ed il 2011 dal 3,9% al 5% (articolo de *Il Sole 24ore* "Boom di margini per la pelletteria d'alta gamma" del 17/02/12). In termini assoluti l'incremento delle esportazioni rispetto ad i livelli pre-crisi è stato di 265 Mln di euro, un prestazione questa che fa attestare il Polo Fiorentino come il miglior distretto d'Italia nel reagire alla crisi (*Monitor Distretti*, Servizio Studi e Ricerche Intesa Sanpaolo, Dicembre 2011). Anche se non sono ancora disponibili numeri ufficiali è possibile comunque affermare che l'anno 2012 è stato complessivamente buona, mentre una leggera contrazione del mercato si è verificata nel 2013.

Per visualizzare quali sono invece i principali mercati di sbocco per la merce prodotta possiamo fare riferimento ai dati Istat che fino al 2007 registrano i flussi in uscita dal distretto .

## **1.2 Scientific Background**

Negli ultimi anni temi come riscaldamento globale, scarsità ed aumento dei prezzi delle materie prime, difficoltà ad approvvigionarsi di nuove fonti energetiche, e l'impatto mediatico di alcuni disastri ecologici hanno alimentato una sensibilità ambientale senza precedenti. Il risultato di questa nuova coscienza collettiva è che il tema della sostenibilità ambientale è passato da avere una connotazione prettamente ecologista, di particolare interesse quindi solo di alcune specifiche organizzazioni sensibili all'argomento (organizzazioni no-profit, aziende lungimiranti, governi "illuminati"), ad essere sia un fattore scatenante di una nuova e crescente pressione competitiva, sia una nuova opportunità di *business*. I mass media ormai tendono a riservare un'attenzione diffusa alle tematiche ambientali questo nel medio-lungo termine produrrà dei cambiamenti sostanziali nelle scelte dei consumatori, specie nei settori dove l'immagine e l'identificazione con il marchio sono fattori critici di successo e quindi rappresentano dimensioni competitive essenziali. Fondamentale è anche l'impatto di questa nuova sensibilità sulle scelte politiche dei governi, è lecito attendersi traiettorie di sviluppo socio economico che integrino sempre di più le istanze ambientali tra i perni sui quali le aziende dovranno ineludibilmente impostare i propri programmi di crescita. Questo si tradurrà in una proliferazione di sistemi disincentivanti le pratiche "dannose" (regolamenti, sanzioni, norme, tasse, etc.) e in una creazione di sistemi incentivanti le pratiche "virtuose" (incentivi diretti, sgravi fiscali, premi, finanziamenti, etc). L'insieme di questi fattori rende il tema della sostenibilità ambientale, probabilmente, la sfida più grande per le aziende del prossimo futuro. La percezione di questo, tuttavia, non è ancora completamente sviluppata all'interno di molte imprese, che invece tendono a premiare il raggiungimento di obiettivi di breve periodo, mediante incentivi manageriali, sacrificando gli obiettivi strategici di lungo periodo. Tuttavia l'importanza del tema è ormai sotto gli occhi di tutti e le iniziative a sostegno ormai si sprecano a tutti i livelli. Le aziende, specie quelle operanti in contesti competitivi difficili dove reputazione e brand giustificano vantaggi di differenziazione, dovranno passare da una prospettiva in cui la riduzione degli impatti ambientali era il risultato secondario di scelte che

---

miravano prioritariamente ad un recupero di efficienza, ad una prospettiva dove l'impresa farebbe derivare parte considerevole del proprio benessere da attività votate innanzi tutto alla preservazione e alla protezione del "capitale globale", nelle sue componenti naturale e sociale (Piano ETAP, Comunità Europea, 2004). Concretamente da un lato le aziende devono ripensare le proprie attività comprendendo nuovi obiettivi da soddisfare, dall'altro l'orizzonte delle azioni da intraprendere deve espandersi dal livello di singola corporate ad uno più vasto di ridefinizione dei ruoli e dei rapporti a livello di *supply chain* o di ecosistemi economici più ampi (come per esempio i Distretti).

In ottica globale poi a partire dagli anni '70, a causa dei sempre più evidenti danni causati dall'inquinamento all'ecosistema, molti paesi cominciarono a legiferare in materia di sostenibilità ambientale allo scopo di ridurre l'impatto negativo dell'uomo sulla natura. Nella maggior parte dei casi le misure adottate furono di tipo "end-of-pipe", ovvero misure in grado di intervenire a posteriori, tamponando i danni potenziali fatti dagli agenti inquinanti dei quali non viene comunque diminuita l'emissione. Ben presto però gli stati si accorsero che queste misure non sarebbero state sufficienti fino a che non fossero state condivise da più nazioni. Di conseguenza negli anni si susseguirono numerosi accordi internazionali volti a porsi degli obiettivi condivisi in materia di sostenibilità ambientale. Prima fra tutte la Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano (UNCHE, 1972), svoltasi nel 1972 a Stoccolma, nella cui dichiarazione finale troviamo scritto: "Siamo arrivati ad un punto della storia in cui dobbiamo regolare le nostre azioni verso il mondo intero, tenendo conto innanzitutto delle loro ripercussioni sull'ambiente". Quindici anni più tardi, nel 1987, venne elaborato il Rapporto Brundtland, nel quale si riscontra una prima definizione di sviluppo sostenibile, definendolo come "soddisfazione dei bisogni delle attuali generazioni senza precludere alle generazioni future la possibilità di fare la stessa cosa". Durante gli anni '90 si susseguirono molte conferenze, tra cui la Conferenza Mondiale ONU dell'Ambiente a Rio de Janeiro, nel 1992, durante la quale venne elaborata l'Agenda 21, un documento che raccoglieva i principi da seguire per uno sviluppo sostenibile e il Protocollo di Kyoto, nel 1997. Queste conferenze ebbero un grande



successo, ad esempio l'Agenda 21 fu firmata da 183 stati. Nonostante l'iniziale entusiasmo, l'impegno preso dagli stati durante queste conferenze non sempre è stato seguito da atti mirati a raggiungere gli obiettivi definiti. Negli stati che hanno legiferato in materia di sostenibilità le aziende si sono dovute adeguare alle nuove disposizioni.



Figura 1.6: Principi base contenuti nell'Agenda 21

Oltre alle leggi, a cui le imprese si sono dovute adeguare obbligatoriamente, altre norme tecniche ad adesione volontaria hanno giocato un ruolo fondamentale: gli standard ISO. La ISO (International Organization for Standardization), la più importante organizzazione a livello mondiale per la definizione di norme tecniche, ha infatti elaborato, nel 1996 (poi aggiornate in seguito) la famiglia di norme ISO 14000 per la tutela dell'ambiente. Queste norme tecniche forniscono una certificazione del sistema di gestione ambientale di un'organizzazione.

Il vantaggio competitivo, dato dalla crescente attenzione globale e dalla maggiore sensibilità dei cittadini verso la sostenibilità, ha spinto le aziende, più delle norme obbligatorie, a sostenere lo sforzo economico e gestionale necessario per integrare l'attenzione per l'ambiente nella loro politica aziendale.

1972	Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano
1987	Rapporto Brundtland
1992	Conferenza Mondiale ONU
1996	Stesura famiglia di norme ISO 14000
1997	Protocollo di Kyoto
2004	Rielaborazione famiglia ISO 14000

Figura 1.7: Principali passaggi per la sostenibilità

### 1.2.1 Il concetto di sostenibilità

Il concetto di sostenibilità è stato definito nel 1987 nella relazione di Brundtland ed è stato poi adottato dalla Commissione mondiale delle Nazioni Unite su "l'ambiente e lo sviluppo" (WCED): "sostenibilità significa essere in grado di soddisfare le esigenze attuali senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni" (Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo, 1987).

I primi contributi scientifici sulla sostenibilità si incentrarono quindi sull'uso delle risorse naturali e la loro influenza sulla qualità della vita (Robinson, 2004). Concettualizzazioni più recenti di sostenibilità riconoscono invece il rapporto tra tre importanti principi: la crescita economica, l'equità sociale e il rispetto per l'ambiente (Bansal, 2002). Questa idea corrisponde all'approccio denominato "triple bottom line" (Elkington, 1998), che si basa sull'idea che le prestazioni di *business* devono essere monitorate in base a tre punti di vista, in particolare: economico, ambientale e sociale. In altre parole, nel praticare lo sviluppo sostenibile e la gestione dell'impatto della ricchezza sulle generazioni future, le aziende devono adottare un orizzonte di lungo periodo all'interno del quale la crescita economica sostenga il progresso sociale e la salvaguardia dell'ambiente (Lamming and Hampson, 1996). Il principio sociale esige che tutti siano trattati in modo equo, il principio economico richiede l'adeguata produzione di risorse in modo che la società possa mantenere un ragionevole tenore di vita, e il principio ambientale, afferma che la società protegga le sue risorse ambientali (Bansal, 2002).

In quest'ottica uno dei principali ostacoli alla traduzione in concreto di politiche legate alla sostenibilità all'interno di un'azienda è rappresentato dal ritardo nello sviluppo di strumenti, metodi e procedure condivise idonee al monitoraggio, alla misurazione ed alla valutazione delle performances, delle azioni volte al miglioramento, e degli effetti che queste determinano rispetto alle tre dimensioni usualmente considerate (ambientale, economica e sociale). La mancanza di standard condivisi rende difficile confrontare quantitativamente e qualitativamente gli impatti delle politiche adottate, tuttavia molto in questo senso si sta facendo per identificare percorsi virtuosi riconoscibili e certificabili. Le strade principalmente percorse sono ad oggi due:

- Adesione a standard esterni (ISO14000, SA8000,GRI, EcoLabel, etc.);
- Formulazione di standard interni (Esempio: PUMA, redazione del bilancio ambientale)

Molte compagnie stanno cercando di adeguarsi agli standard esterni, le regole guida promosse dal GRI (Global Reporting Initiative) sono diventate uno standard per il reporting sulla sostenibilità. La SA8000 è una certificazione per standards di *supply chain labor*, uno standard volontario promosso dal SAI (Social Accountability International) legato alle norme UN. La serie ISO14000 sviluppata dall'International Standardization Organization nel 1996 è riconosciuto come lo standard internazionale per il *management* dell'ambiente.

Oltre al problema di scegliere standard e metodi attraverso il quale dimostrare l'attuazione di policies finalizzate alla riorganizzazione della *supply chain* in ottica "*green*", si registrano, come detto in precedenza, dei ritardi nella definizione di metriche e KPI che consentono una effettiva misurazione degli impatti positivi che le policies sostenibili determinano sull'ambiente sulla società e sull'economia. Uno schema di riferimento sulle KPI ambientali ad esempio è quello promosso dall'industria chimica (*IChemE, Institution Chemical Engineers*) e presentato qui di seguito.

<b>Environmental indicators</b>	<b>Unità di misura</b>
<b>Energia</b>	
Consumo totale di energia da fonti primarie	GJ/year
Percentuale risparmio netto di energia da sorgenti rinnovabili	%
Totale netto consumo di energia primaria per Kg prodotto.	KJ/Kg
Totale netto consumo energia primaria per unità di valore aggiunto.	KJ/euro
<b>Materiali</b>	
Totali materie prime utilizzate per unità di valore aggiunto.	Kg/euro
Totali materie prime per Kg prodotto	Kg/kg
Totali materie prime e seconde riciclate su totale riciclabile.	Kg/kg
<b>ACQUA</b>	
Netto consumo acqua per unità massa prodotto	Kg/kg
Netto consumo acqua per unità valore aggiunto	Kg/euro
<b>Terreno</b>	
Totale terreno occupato per valore aggiunto.	Msq/(euro/y)
Velocità di ristorazione territoriale annuale rispetto al totale	(mq/y)/mq
<b>Emissioni e rifiuti</b>	
Totale emissione diretta ed indiretta di gas serra (CO2)	Tons/y
Totale emissione di altri gas per tipo e peso (NOx SOx)	Tons/y
Totale massa materiale pericolosa eliminata.	Kg/y
Totale massa materiale non pericolosa eliminata.	Kg/y
Totale massa rifiuti eliminata	Kg/y
Totale numero di incidenti ambientali	Numero/y
Totale massa riciclata	Kg/y
<b>Prodotti e servizi</b>	
Percentuale di prodotti/progetti rivisti in chiave sostenibile su totale.	%/y
Iniziative svolte a mitigare l'impatto ambientale di prodotti e servizi.	Numero/y
<b>Trasporti</b>	
Impatto ambientale trasporto prodotti in termini di totale emissione CO2.	Tons/y
Impatto ambientale trasporto persone	Tons/y

Economical indicators	Unità di misura
<b>Profitto</b>	
Ritorno per capitale investito	%/y
Valore aggiunto per impiegato	Euro/y
<b>Investimenti</b>	
Percentuale crescita/decrecita per capitale impiegato	%/y
R&D spese per % vendite	%
Investimenti in educazione/training	Euro/y
<b>Fornitori</b>	
Percentuale di fornitori "sostenibili" su totale numero fornitori attivi	%/y
% ore training su totale training a buyers su norme acquisti sostenibili	%/y
Percento suppliers audit su norme green procurement su totale audit	%/y
percento contratti con fornitori che uincludano clausole i sostenibilita' su totale contratti	%/y

Social indicators	Unità di misura
<b>Workforce interna</b>	
Benefits come percentuale delle spese di salario	%/y
Numero di licenziamenti/dimissioni per gruppo, sesso, età su numero totale.	%/y
Percentuali promozioni su totale numero impiegati	%/y
Ore lavoro perse per incidenti	Numero/y
Spese per malattie o prevenzione incidenti su spesa totale	Euro/Euro
Minoranze su totale	%/y
Persone disabili su totale	%/y
% donne in posizioni manageriali su totale	%/y
<b>Diritti umani e lavoro minorile</b>	
Percentuali ore di training su training totale per addestrare personale security in politiche aziendali e procedure concernenti aspetti di diritti umani.	%/y
Totale numero di incidenti/rapporti per discriminazioni o lavoro minorile per geografia.	Numero/y
<b>Comunità</b>	
Investimenti per opere benefiche date a comunità.	Euro/y
Totale investimento in ogni tipo di contributo per partecipazione a politiche pubbliche locali o promozione sviluppo di lobbies locali.	Euro/y

Fig. 1.8: Indicatori IChemE per la sostenibilità - KPI impatto ambientale, economico e sociale

### 1.2.2 Sostenibilità ambientale e Green Supply Chain Management

I trattati e le normative entrati in vigore negli anni, ma anche la spendibilità in termini di miglioramento di immagine delle certificazioni ambientali spinsero le aziende ad interessarsi ed a investire sulla sostenibilità. Inizialmente le imprese cercarono di ottimizzare i processi logistici concentrandosi sulla Reverse Logistics, ovvero sul “processo di pianificazione, implementazione e controllo dell’efficienza e della convenienza del flusso di materie prime, dei materiali in lavorazione e dei prodotti finiti e dei correlati flussi informativi dal punto di consumo fino al punto di origine al fine di recuperarne il valore o di effettuare un corretto smaltimento” (RLEC: Reverse Logistics Executive Council). Le imprese si resero presto conto che, essendo la logistica solo uno dei macroprocessi che avvengono all'interno di un'azienda, per ottenere risultati migliori e più efficaci, era necessario analizzare ed eventualmente riconfigurare anche gli altri macroprocessi seguendo la stessa logica utilizzata per la logistica (Van Hoek, 1999).

Lo step successivo fu quello di applicare questi criteri non solo a tutti i macroprocessi aziendali, ma all'intera catena produttiva, dalle materie prime fino al consumatore finale. Un'intera catena produttiva che rispetti dal fornitore delle materie prime al consumatore i criteri di sostenibilità prende il nome di *Green Supply Chain*. Il problema di gestire le *supply chain* in modo *green* è uno dei temi al momento maggiormente studiati a livello accademico. Tuttavia non c'è ancora convergenza tra i contributi proposti a vario livello dagli studiosi. Infatti gran parte degli studi tratta il tema del *green supply chain management* da prospettive parziali mirate a mettere in luce solo particolari aspetti della tematica, manca quindi un quadro di sintesi generale ed un accordo su definizioni e confini dell'ambito trattato.

In generale il *green supply chain management* può essere definito come “Un insieme di *policies* messe in atto, di azioni intraprese e di relazioni costituite in seguito alla valutazione di potenziali problemi ambientali ed in riferimento alla progettazione, acquisizione, produzione, distribuzione, uso, riutilizzo, e disposizione dei beni e dei servizi di un'azienda” (Zsidisin-Siferd, 2001). Estendendo questa concettualizzazione da un livello di singola azienda ad uno che

comprenda anche i *partner* aziendali (*supply chain*) o che consideri un agglomerato di imprese concentrate nello stesso ambito territoriale (distretto) si ottiene una formulazione idonea allo studio presentato. Le azioni quindi non sono più volte esclusivamente alla massimizzazione delle vendite di prodotti finiti ma ad una razionalizzazione e ripensamento delle attività che tenga conto del prodotto e dei sottoprodotti (scarti, rifiuti, sottoprodotti industriali, prodotti secondari etc.) durante tutto il loro ciclo di vita e che tenda a minimizzare lo sfruttamento delle risorse (energia, materiali, acqua, terreno, risorse umane, etc.). Le filiere dovranno riprogettarsi passando da una visione sequenziale delle varie attività, dove ad ogni nodo si produce sottoprodotti inutilizzati “ingombranti” in termini di impatto ambientale, ad una visione ciclica virtuosa delle attività e dei processi dove l’utilizzo delle risorse viene minimizzato ed i sottoprodotti di alcuni nodi delle filiere vengono destinati a riutilizzo, *re-manufacturing*, riciclo, smaltimento con recupero di energia determinando soglie di impatto prossime allo zero dal punto di vista ambientale. Alcune formulazioni esplicative dei flussi e delle attività considerate sono: la catena *environmental-friendly* (Wu-Dunn, 1995) (Figura 1.9) e la delimitazione della *Green Supply Chain* secondo BearingPoint (Figura 1.10).

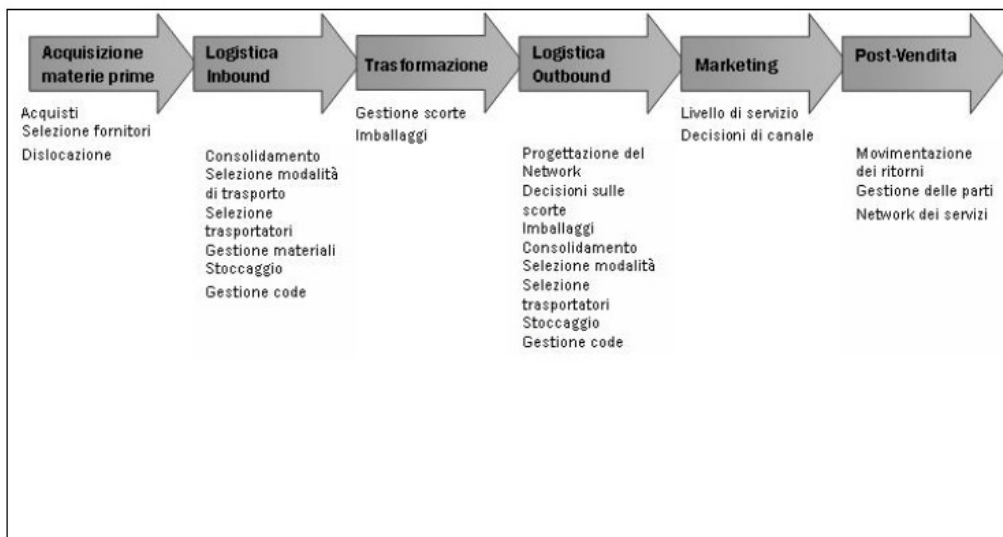


Figura 1.9: Catena *environmental-friendly*

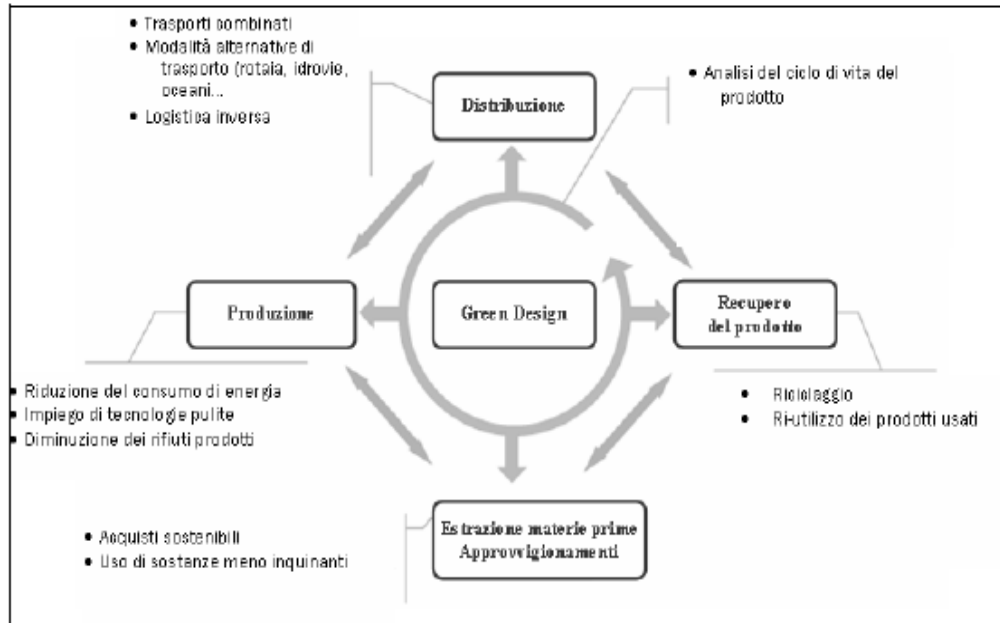


Figura 1.10: Delimitazione della Green Supply Chain

L'approccio delle aziende nei confronti della questione della sostenibilità può essere distinto, secondo Kopicki (Kopicki, 1993) in tre diversi modi, schematizzati nella tabella in Figura 1.11: approccio reattivo, approccio proattivo e approccio *value-seeking*.

	Motivazione	Misure prese	Presenza funzioni dedicate	Coinvolgimento dei fornitori
Approccio reattivo	Adeguamento a legge	Nessuna o misure obbligatorie per legge	Non presenti	Nessuno
Approccio proattivo	Vantaggio competitivo	Accorgimenti interni all'azienda (utilizzo materiali riciclati, gestione scarti)	Presenti, per funzioni interne all'azienda	Nessuno
Approccio value-seeking	Vantaggio competitivo	Tutte le misure possibili interne ed esterne all'azienda, lungo tutta la catena produttiva	Presenti per gestire le misure intraziendali ed interaziendali	Partnership con i fornitori

Figura 1.11: Caratteristiche dei tre tipi di approccio



- Approccio reattivo: le aziende fanno il minimo indispensabile per l'ambiente, ad esempio usando materiali riciclati, oppure mettendo dei filtri per diminuire le emissioni nocive (senza quindi eliminare la causa dell'inquinamento, ma solo a limitandone i danni). È quindi un approccio molto superficiale, infatti spesso quello che spinge queste aziende a compiere investimenti in termini di sostenibilità è esclusivamente la necessità di adeguarsi ad una nuova normativa.
- Approccio proattivo: le aziende precedono la legislazione in materia occupandosi in prima persona di trovare modi sempre nuovi per migliorare la sostenibilità dei propri processi produttivi ad esempio prevedendo, già nella fase di progettazione di nuovi prodotti, le operazioni necessarie per il loro smaltimento, attraverso un'attenta gestione degli scarti ed il loro riutilizzo in modo da diminuire il consumo di materie prime.
- Approccio value-seeking: l'approccio value-seeking è il più avanzato: le aziende includono l'impegno per l'ambiente nella propria strategia d'impresa non limitandosi solo ai processi interni ma estendendo la *environmental policy* ai propri fornitori. Ormai gli esempi di aziende Value-seeking si sprecano e sono destinati a crescere ulteriormente.

Alcuni esempi di aziende che negli ultimi anni hanno implementato policies di significativo impatto a livello ambientale possono essere: nel 2007 Hewlett-Packard ha dichiarato di voler ridurre di 850mc di polistirene del packaging dei propri computer e di 27300 t di PVC proveniente dal packaging delle stampanti. Inoltre nel 2010 l'azienda ha ridotto del 20% il proprio carbon footprint. Nike ha deciso di rimuovere un composto tossico dalla sua tecnologia core di assorbimento "Air", costringendo i designer a riprogettare la tecnologia per le nuove "Airmax 360". Starbucks per assicurare condizioni di vita migliori ai 500.000 coltivatori paga il 42% in più i chicchi di caffè arabico. Inoltre ha sviluppato un proprio standard per la valutazione delle politiche sociali-ambientali. Timberland dichiara di aver raggiunto nel 2010 la carbon neutrality in tutte le sue retail and production facilities, utilizzando fonti di energia rinnovabile. Wal-Mart, attraverso l'iniziativa

Zerowaste, ha recuperato oltre 2 miliardi di litri di acqua, oltre 100 milioni di litri di gasolio, e migliaia di tonnellate di rifiuti solidi. Puma ha sviluppato un ambizioso progetto di Sostenibilità che attraverso un approccio top-down intende ridefinire la propria *supply chain* minimizzando gli impatti negativi su ambiente e società, misurando, monitorando e mostrando i risultati ottenuti con la realizzazione di un bilancio ambientale incluso nei report annuali destinati agli investitori istituzionali. Inoltre ha pure sviluppato una scorecard con gli ambiziosi obiettivi per il 2015 di riduzione degli impatti ambientali della propria struttura produttiva, comprendente fornitori globali.

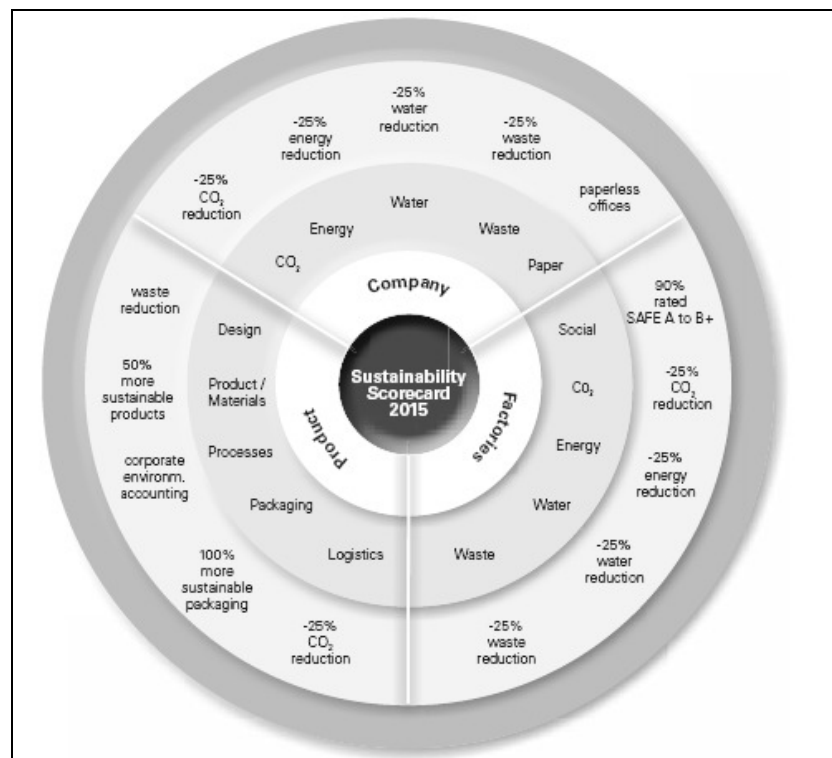


Figura 1.12: Puma Sustainability Scorecard

Il processo di introduzione di *polices* sostenibili che coinvolgano intere filiere può essere molto complesso soprattutto se si decide di incidere veramente ridisegnando parte dei propri *business model*. Il processo dovrà occuparsi di ripensare la fase di design-progettazione (*Green Design*), la fase di produzione (*Green Manufacturing*), e le fasi logistiche (*Green Logistic e Reverse Logistic*). Il

processo può essere schematizzato in vari steps visualizzabili nella Figura sottostante.

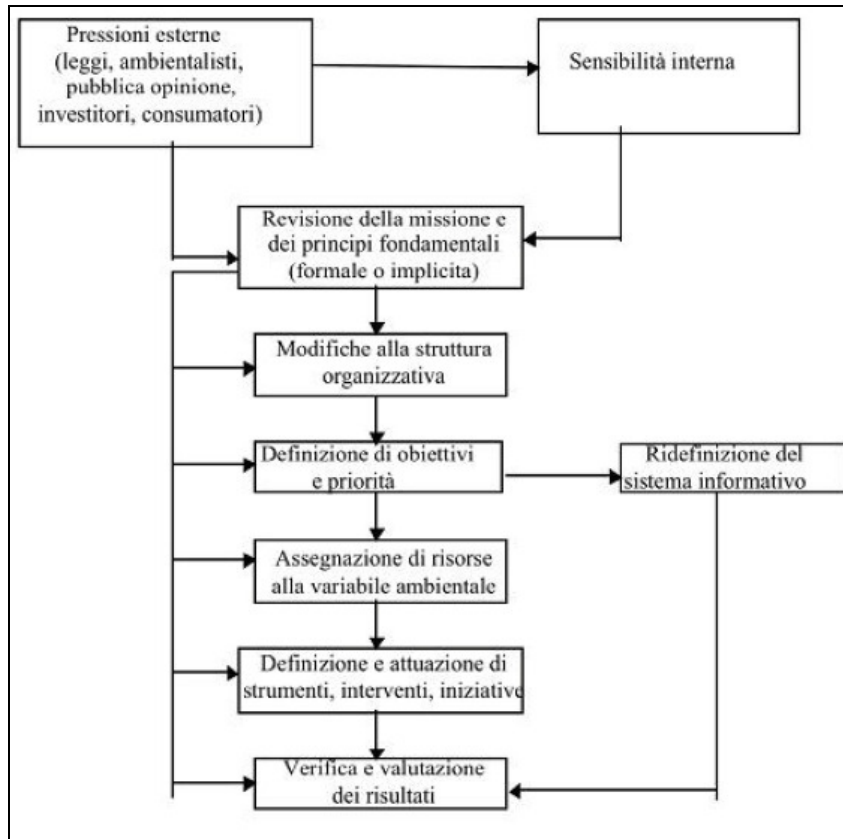


Figura 1.13: Schematizzazione del processo di formulazione di una strategia ambientale

Vari studi hanno inoltre evidenziato le limitate capacità rigenerative dell'ecosistema. Applicando questo concetto ad una catena produttiva si possono delineare 3 punti fondamentali su cui è necessario intervenire per realizzare una *Green Supply Chain*:

- Consumo delle risorse: molte industrie necessitano per i loro processi produttivi di grandi quantità di risorse e di materie prime che, come noto, non sono illimitate. È quindi necessario agire attraverso interventi volti a riutilizzare, dove possibile, queste risorse e a prediligere, nella progettazione dei prodotti, materiali riciclati. Analizzando, ad esempio, il caso di una cartiera è evidente che si possono trarre benefici dal

riutilizzo dell'acqua per la lavorazione, che in questo tipo di industria è usato in grandi quantità; depurando l'acqua di scarto della lavorazione e reimmettendola all'inizio del ciclo produttivo si potranno quindi risparmiare sia grandi quantità di acqua che denaro, cosa che va a vantaggio rispettivamente dell'ambiente e dell'economia dell'azienda. Anche l'energia elettrica è uno dei costi che incide maggiormente sul bilancio della maggior parte delle attività manifatturiere e sull'ambiente. Anche in questo caso possono essere fatte analisi di fattibilità per valutare la possibilità di fare investimenti per l'autoproduzione di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili.

- Uso e produzione di sostanze dannose per l'ambiente: per quanto riguarda la produzione di sostanze dannose per l'ambiente l'attenzione va rivolta a tutti quei processi industriali che fanno uso di prodotti chimici nocivi o che immettono scarichi nell'ambiente (emissione di gas di scarico, di acque reflue etc.). Anche in questo ambito è possibile intervenire in termini di prevenzione tentando di ridurre al minimo la produzione di queste sostanze.
- Gestione degli scarti: la gestione degli scarti ha assunto negli anni un'importanza sempre maggiore a causa dell'aumento dei consumi che ha contraddistinto gli ultimi decenni. Ogni singola fase che attraversa un prodotto dall'inizio alla fine della *extended supply chain* è caratterizzata da una certa quantità di scarti, come si può vedere in Fig. 1.9.

Per affrontare questo problema è possibile sia ridurre gli scarti ottimizzando i processi produttivi, sia cercare strade alternative per riciclarli o riutilizzarli in altri processi: un materiale infatti diventa scarto quando perde la sua funzione primaria, ma è possibile che abbia anche una funzione secondaria (Hicks, 2004). In quel caso l'azienda può cercare di usare o vendere gli scarti in modo che possano essere utilizzati per la loro seconda funzione; da questo si può trarre vantaggio anche in termini economici sia direttamente, cioè ottenendo ricavi

dalla vendita degli scarti, o non dovendo pagare eventuali tasse sui rifiuti, sia indirettamente, cioè migliorando la propria immagine rendendo pubblica la sensibilità dell'azienda verso questi temi.

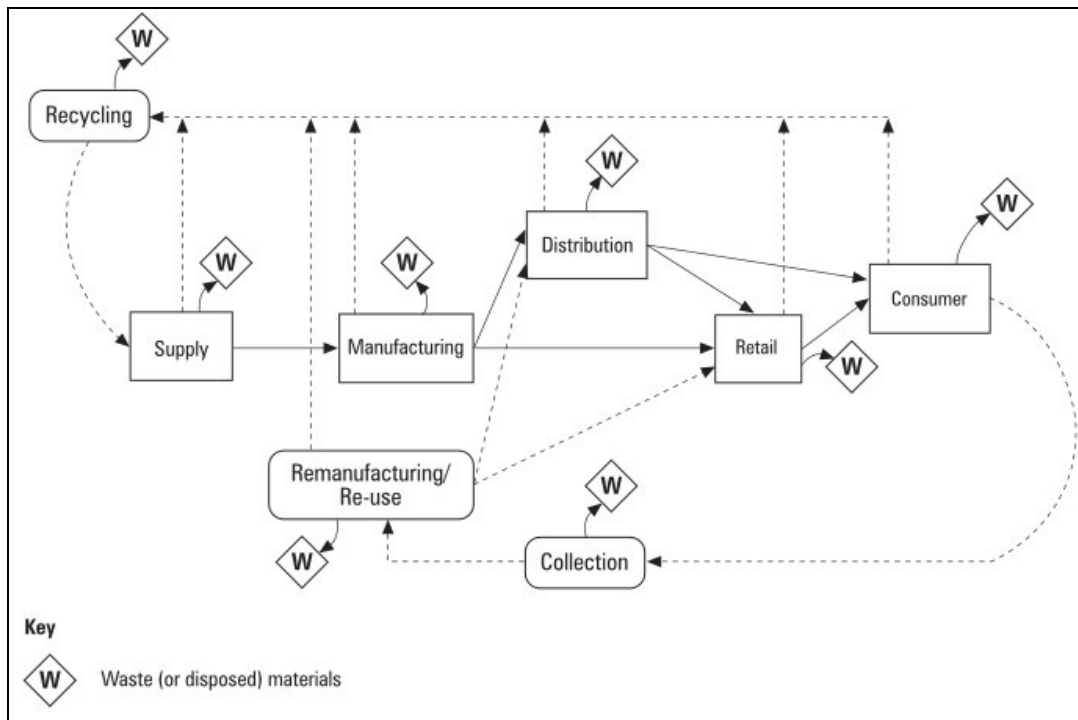


Figura 1.14: Generazione di scarti nella Extended Supply Chain (Fonte: Beamon, 1999)

Concludendo, la scelta di realizzare una *green supply chain* deve essere frutto di una pianificazione di medio-lungo periodo che spesso modifica radicalmente la configurazione dell'impresa, per questo una decisione di tale importanza non può prescindere dal lato economico.

Il passaggio da una *Supply Chain* ad una *Green Supply Chain* ha incontrato ed incontra tutt'oggi molte difficoltà ad affermarsi nella mentalità dei *manager*. La convinzione dei *manager* era, e in molti casi è ancora, che lavorare nel rispetto dell'ambiente portasse più costi che benefici (Bansal, 2002), questo perché non considerano che molte pratiche ambientali determinano anche un rientro economico (approccio value-seeking). Ad esempio l'attenzione ai consumi e l'ottimizzazione della logistica determinano un notevole risparmio economico. Più

complesso da quantificare ma pur sempre fondamentale è il vantaggio competitivo dato dal miglioramento dell'immagine dell'azienda che può sfruttare la politica *green* nelle operazioni di marketing per raggiungere la coscienza dei potenziali clienti. Come afferma Seuring (Seuring and Muller, 2008) più un'azienda è importante e conosciuta e più le politiche ambientali hanno successo, questo perché negli ultimi anni i clienti sono diventati sempre più sensibili ed attenti selezionando per i propri acquisti le aziende maggiormente impegnate nel ridurre il proprio impatto sull'ambiente.

Infine occorre sottolineare, ancora una volta, come all'interno delle logiche di mercato attuali, caratterizzate da una forte tendenza all'esternalizzazione sia necessario non limitarsi a rendere *green* i propri processi produttivi, ma anche i processi che stanno a monte e a valle lungo la catena produttiva: un prodotto è effettivamente ecosostenibile se e solo se ogni sua fase lo è, dalle materie prime fino al suo smaltimento; è quindi necessario che tutti gli attori della *supply chain* adottino le stesse misure di rispetto dell'ambiente. Assume fondamentale importanza la selezione ed il controllo dei fornitori e dei sub-fornitori (Bai, 2010), che si devono basare sul grado di sostenibilità che offrono, quindi sulle caratteristiche che hanno sul piano economico, ambientale e sociale (Bansal, 2002; Robins, 2006).

### *1.2.3 Fashion Supply Chain: caratteristiche dell'industria della moda*

Il settore del *fashion* è un settore di mercato caratterizzato da una elevata competitività: il consumatore ha la possibilità di effettuare i propri acquisti scegliendo tra una grande quantità di prodotti, costringendo le aziende ad adeguarsi, aumentando la loro flessibilità e reattività verso i rapidi e frequenti cambiamenti che avvengono in questo tipo di mercato. Christopher (Christopher et al., 2004), in un articolo, definisce le caratteristiche del sistema moda come:

- Ciclo di vita breve: "Fashion is a broad term that typically encompasses any product or market where there is an element of style that is likely to

be short-lived”, (Christopher et al., 2004). I prodotti dell'industria della moda, e ancor più di quella del lusso, sono spesso effimeri e hanno vita breve e stagionale. La vita di un prodotto si misura in mesi, e in alcuni casi addirittura in settimane.

- Forte volatilità della domanda: la domanda è caratterizzata da un andamento instabile e può essere influenzata da fattori esterni che apparentemente non hanno a che fare con il prodotto, come le preferenze di personaggi famosi, o il successo di un film. La domanda spesso segue i capricci del momento.
- Bassa predittività della domanda: questo punto deriva direttamente dalle considerazioni appena fatte, infatti proprio la volatilità delle preferenze dei consumatori rende molto difficoltosa la previsione della domanda totale di una linea di prodotti. E, non essendo prevedibile con precisione l'andamento della domanda totale, ancora meno prevedibile risulterà essere la domanda per un preciso arco temporale o per un articolo specifico.
- Alta impulsività nell'acquisto: frequentemente la decisione da parte dei consumatori di comprare un prodotto alla moda non è frutto di un ragionamento, ma di un impulso momentaneo, generalmente infatti i clienti decidono di comprare un prodotto nel momento in cui lo vedono in negozio. Tra le funzioni del marketing che sta alla base delle vendite ci deve quindi essere anche quella di spingere il consumatore all'acquisto di quel prodotto quando si troverà in negozio a scegliere tra articoli simili.

Il mondo della moda è caratterizzato da un numero enorme di prodotti con la stessa funzionalità. Le cose che differenziano un articolo da un altro sono lo stile, che però può essere imitato in modo molto rapido (Richardson, 1996), ed il marchio. Il problema delle imitazioni è uno dei maggiori contro cui deve combattere chi opera in questo settore perché le caratteristiche di una linea di prodotti possono essere riprodotte facilmente e velocemente. Per questo motivo

ciò che caratterizza e che rende competitive le aziende di questo settore è la rapidità con cui riescono ad immettere sul mercato nuovi stili, nuovi prodotti, nuove idee. Gli attori dell'industria del *fashion*, per rimanere sul mercato, devono continuamente creare e produrre articoli con nuovi stili e nuove particolarità che attirino l'attenzione dei consumatori. La necessità di rinnovare continuamente e repentinamente la gamma di prodotti testimonia il fatto che la vita dei prodotti è molto breve, come assumeva Christopher elencando le caratteristiche principali del sistema moda. Un altro fattore che spinge l'industria del *fashion* ad essere così reattiva è la difficoltà di prevedere la domanda futura. Lavorare in tempo reale con la domanda per cercare di non immettere sul mercato un prodotto troppo tardi, cioè quando non risponde più alle esigenze del consumatore, generando un overstocking con le relative perdite economiche, è uno degli obiettivi che il mondo della moda si propone di perseguire (vedi Figura 1.15). In questo ambito gioca un ruolo fondamentale la rete distributiva che rifornisce i vari punti vendita. Il consumatore non è disposto ad aspettare l'arrivo di un prodotto ma sceglie in base a cosa trova in negozio, per questo è fondamentale che i prodotti siano sempre disponibili nel momento in cui vi è richiesta senza però avere grandi scorte nel magazzino del punto vendita.

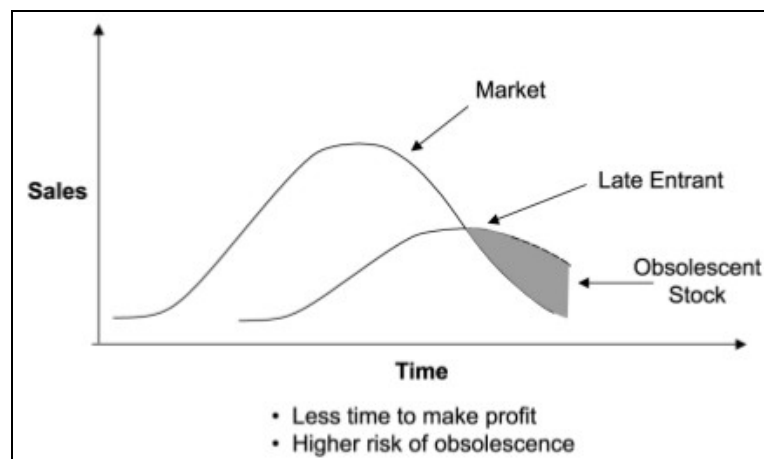


Figura 1.15: Generazione di overstock per ritardi nell'immissione di un prodotto sul mercato (Christopher, 2004)



In Figura 1.16 possiamo vedere un esempio del profilo della domanda di un articolo durante una stagione. Come ben sappiamo la domanda è difficilmente prevedibile ed è quindi necessario che vi siano comunicazioni tempestive tra i punti vendita ed i distributori in modo tale che, fissato ad inizio stagione il livello di inventario di un determinato prodotto in un punto vendita X (punto A), quest'ultimo possa soddisfare un eventuale aumento della domanda da parte dei clienti (punto B) incrementando gli ordini e ricevendo i prodotti in tempo utile in modo da non rimanere sfornito. Altrettanto veloce deve essere il decremento degli ordini quando si noti una diminuzione della domanda (punto C) per non avere overstocking.

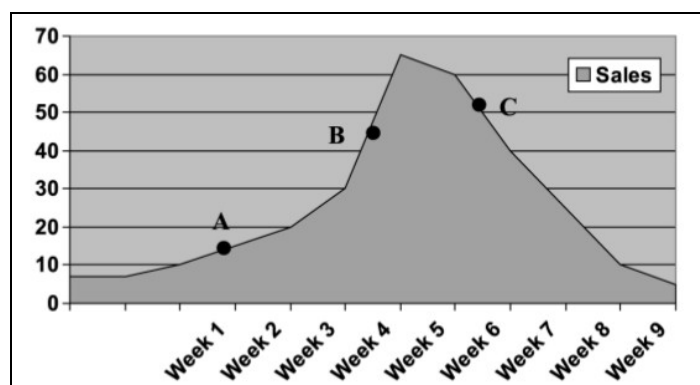


Figura 1.16: Es. di profilo della domanda di un bene all'interno di una stagione

La globalizzazione, negli ultimi decenni ha obbligato tutte le aziende, comprese quelle che operano nel settore del *fashion*, a fronteggiare alcune situazioni particolari come l'allargamento della domanda e la gestione della logistica la cui complessità aumenta all'aumentare della grandezza dell'ambiente in cui le aziende operano. La globalizzazione dei mercati, inoltre, ha fatto sì che aumentassero i fenomeni della esternalizzazione e della delocalizzazione di un numero sempre crescente di fasi produttive, non essendo più un problema avere tra i possibili fornitori e partner anche aziende geograficamente molto lontane. Le motivazioni che hanno spinto le aziende a ricorrere all'esternalizzazione e alla delocalizzazione sono principalmente di carattere economico; nella maggior parte dei casi le imprese si sono indirizzate verso paesi con basso costo della

manodopera come Asia, Europa dell'est etc. (Figura 1.17) per cercare dei nuovi fornitori o per eseguire una fase del processo produttivo.

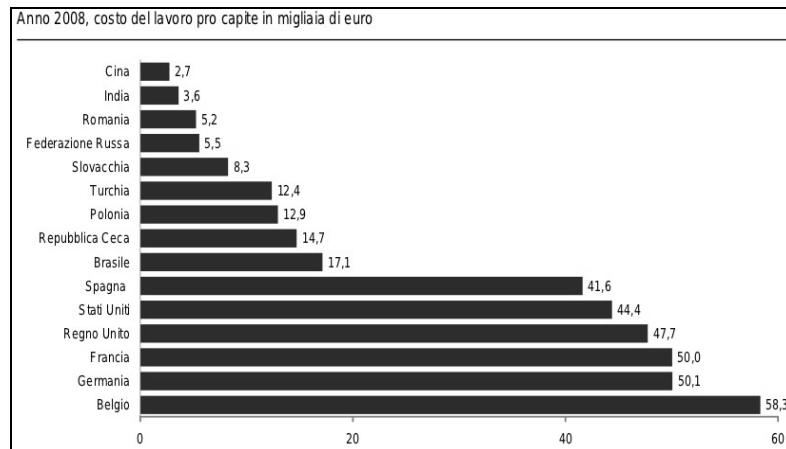


Figura 1.17: Costo medio della manodopera nel mondo nell'anno 2008 (Fonte: ISTAT)

Le conseguenze che tale comportamento ha avuto sul lead time dei prodotti sono facilmente immaginabili: oltre alle variabili che possono influire sui ritardi nelle varie fasi della produzione tipiche di ogni azienda, vi si sono aggiunte quelle del fornitore e naturalmente quelle causate dalle procedure di import/export necessarie per trasferire le merci tra il paese del fornitore e quello dell'azienda (Christopher et al., 2004). I ritardi sulle fasi di produzione sono estremamente dannosi in un contesto molto competitivo e reattivo come quello del *fashion*. Per ridurre questi ritardi le industrie del settore hanno puntato molto sul miglioramento del rapporto con i propri fornitori rendendolo il più possibile collaborativo, soprattutto con i fornitori critici, quindi molto importanti ai fini del successo di un prodotto (Caniato et al., 2011,). Molte sono le aziende che hanno instaurato con i propri fornitori dei rapporti di partnership, rendendoli partecipi del processo produttivo fin dal momento della progettazione del prodotto (e di tutte le sue fasi) in modo da ottimizzare i processi decisionali e logistici tra le due aziende e diminuire, per quanto possibile, il gap tra la domanda dei consumatori e l'immissione sul mercato.

---

### 1.2.4 *Fashion Green Supply Chain: sostenibilità ambientale nell'industria della moda*

Le iniziative in ambito di sostenibilità ambientale sono fondamentali per le strategie delle imprese, in particolare in quei settori di *business* caratterizzati da un uso intensivo delle risorse naturali, o da scarse condizioni di lavoro come è stato in passato il settore della moda (Smith, 2003). La collaborazione e l'uso adeguato delle risorse sia naturali che interne è diventato un aspetto sempre più rilevante in un settore caratterizzato da elevata pressione competitiva e da cicli di vita sempre più brevi (Chung and Wee, 2008). In effetti, poche industrie hanno ricevuto la stessa pressione da parte del pubblico come quella a cui è stata sottoposta l'industria della moda. Alcuni scandali in questo settore sono stati resi pubblici: marchi di abbigliamento come Nike, Levi Strauss, Benetton, Adidas e C & A (Seuring and Muller, 2008) sono stati accusati negli ultimi anni per i problemi legati alle disumane condizioni di lavoro o di contaminazione ambientale che si sono verificati durante la produzione dei loro prodotti abbigliamento. A seguito di tali accadimenti è di conseguenza aumentato l'interesse delle aziende di questo settore per le politiche legate al *Green Supply Chain Management* (Seuring and Muller, 2008).

Il settore tessile ha incontrato in ambito di sostenibilità ambientale significativi problemi legati al processo di produzione. Tale processo si è caratterizzato nel tempo per l'uso intenso di prodotti chimici e di risorse naturali (Lakhal et al., 2008). Inoltre, la ricerca di minori costi di produzione ha portato ad una drammatica delocalizzazione dei siti produttivi in Estremo Oriente (Bonacich et al., 1994), con conseguenze sulle attività trasporto e sul correlato consumo di energia e di emissioni inquinanti.

Le caratteristiche dell'industria del *fashion* hanno quindi inevitabilmente portato i *manager* del settore a valutare l'ipotesi di rendere i processi più sostenibili. Apparentemente troviamo delle contraddizioni tra le peculiarità del mondo del *fashion* ed i principi su cui si basa la sostenibilità, dato che, come detto, nel settore del *fashion* i prodotti sono caratterizzati da volumi molto grandi e da un ciclo di vita estremamente breve, mentre i principi della sostenibilità richiamano

concetti come la durata dei prodotti e il loro riutilizzo (Cervellon, 2010). Contrariamente a quanto possa sembrare da queste ultime considerazioni, è proprio la caratteristica di avere volumi così elevati e ciclo di vita dei prodotti così breve ad evidenziare il bisogno di intervenire per arginare l'impatto che questi prodotti hanno sull'ambiente. Inoltre un incentivo per le aziende ad interessarsi della sostenibilità è dato dal legame che vari studiosi hanno riscontrato tra la visibilità delle aziende e l'efficacia delle politiche ambientali da loro intraprese (Seuring, et al., 2008), data la sensibilità che i consumatori hanno sviluppato per la questione ambientale, anche se in misura diversa da paese a paese. Una prova della diversità di opinioni che ci sono tra i paesi si può trovare in uno studio (Cervellon et al., 2010) che analizza le opinioni dei consumatori nei confronti dell'*eco-fashion*. Lo studio è stato fatto su cittadini del Nord America e dell'Europa. Parlando di prodotti ecologici tutti hanno sostenuto l'importanza del rispetto per l'ambiente, però entrando nel settore specifico del *fashion* sono state riscontrate delle differenze nel modo di approcciarsi ai prodotti sostenibili. Nel Nord America eco è sinonimo di stile, moda, quindi un prodotto eco risulta essere più appetibile degli altri prodotti mentre in Europa questo modo di pensare per il momento si riscontra solamente per i prodotti alimentari; l'*eco-fashion* in Europa è visto come una cosa decisamente poco alla moda e quindi è poco appetibile per il consumatore.

Il *Green Supply Chain Management* è quindi certamente importante per l'industria della moda, tuttavia, ottenere buone prestazioni ambientali in una catena di approvvigionamento globale è difficile (Zhu et al, 2008), come riportato in numerosi *case study* presenti in letteratura. Negli ultimi anni, inoltre, le preferenze espresse dai consumatori finali sono diventate sempre più complesse, considerando aspetti che vanno al di là dello stile, della qualità o del semplice prezzo (Borland, 2004). Le recenti tendenze indicano quindi che la sostenibilità è un trampolino di lancio per raggiungere quei consumatori sensibili alle questioni ambientali e per migliorare l'immagine complessiva del marchio nei paesi sviluppati (Faisal, 2010). Questo tipo di consumatore apre un nuovo mondo per le aziende di moda in quanto studi in merito (Kogg, 2003) hanno definitivamente

---

confermato il potenziale dei prodotti “*green Fashion*” come fonte di vantaggio competitivo.

Prassi diverse sono state utilizzate nel settore della moda al fine di perseguire obiettivi di sostenibilità ambientale, sia in termini di singola azienda sia a livello di intera catena di fornitura (De Brito et al., 2008). I metodi più importanti sono:

- l’uso di fibre organiche: fibre ottenute da coltivazioni in cui non sono stati utilizzati insetticidi tossici, erbicidi o fungicidi, al fine di ridurre gli effetti collaterali di prodotti chimici, la scarsità delle risorse naturali, e le emissioni di CO<sub>2</sub> (Chouinard e Brown, 1997). Esempi di fibre organiche sono il cotone biologico, la lana biologica, il kapok, e la seta;
- il riutilizzo e il riciclaggio dei materiali, come vecchi vestiti, scarti di produzione, bottiglie, e pneumatici;
- le pratiche vintage e di seconda mano;
- le tecnologie pulite, vecchie e nuove, e anche l’uso di tecnologie dell’informazione (Nieminen et al, 2007.);
- certificati verdi (ad esempio, Global Organic Textile Norme, Ecolabel, Global Reporting Initiative (GRI), etc);
- prodotti verdi e ri-progettazione dei processi: analizzando la filiera infatti, la tracciabilità del prodotto è una pratica importante, soprattutto per le fibre organiche, che necessitano di un controllo continuo sia dei prodotti e sulla condivisione dell’informazione (Lakhal et al., 2008). La sostenibilità deve essere infatti considerata non solo in fase di progettazione del prodotto e o durante la sua produzione, ma anche a livello di progettazione e gestione dell’intera *supply chain*.

Ogni qual volta un'azienda del *fashion* decida di rendere più sostenibili i propri processi, dovrà analizzare tutti gli aspetti ambientali tipici del settore. Grazie all'esperienza di molte aziende che hanno già compiuto questo passo, è possibile evidenziare alcuni punti fondamentali su cui intervenire per diminuire l'impatto del *fashion* sull'ambiente, in linea con quanto già detto nel paragrafo 1.2.2.

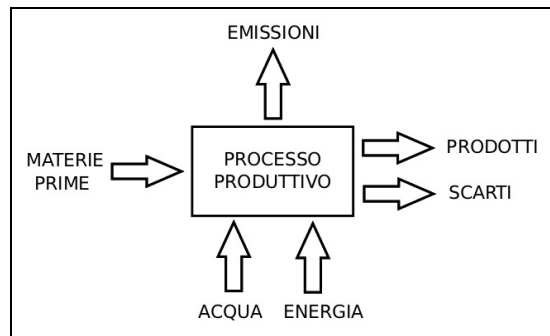


Figura 1.18: Input-output di un processo produttivo.

Analizzando i processi dal punto di vista della gestione delle materie prime appare chiaro come il consumo delle risorse sia un aspetto molto rilevante in questo tipo di industria, a causa sia della tipologia di processi necessari nelle varie fasi produttive, sia delle grandi quantità di prodotto che viene lavorato. Ad esempio il consumo di acqua è molto elevato in processi come la pulitura, la tintoria, la conceria e nelle varie fasi di risciacquo presenti sia nell'industria della pelle che in quella del tessile. La soluzione adottata da molte aziende è stata quella di depurare l'acqua di scarico e riutilizzarla, sia per il costo di questo bene, sia per evitarne lo spreco. Anche il consumo di energia elettrica ha grande rilevanza in molti settori del *fashion*, come si può vedere nella Figura 1.19. In alcuni casi infatti le aziende sono intervenute attraverso la realizzazione di impianti per l'autoproduzione di energia elettrica con fonti rinnovabili, non solo per rispettare l'ambiente, ma anche per risparmiare sui costi per l'energia.

GRUPPO DI ATTIVITA' ECONOMICA	Energia elettrica	
	acquistata	autoprodotta
	1000 kwh	1000 kwh
Preparazione e filatura di fibre tessili	3598487	186275
Tessitura di materie tessili	2809335	178223
Finissaggio dei tessuti	1042400	91407
Confezionamento di articoli in tessuto, esclusi gli articoli di vestiario	311478	-
Altre industrie tessili	1249332	46380
Fabbricazione di tessuti a maglia	94143	-

<b>Fabbricazione di articoli in maglieria</b>	903568	-
<b>Confezione di vestiario in pelle</b>	2774	-
<b>Confezione di vestiario in tessuto ed accessori</b>	2744817	288366
<b>Preparazione e tintura di pellicce; confezione di articoli in pelliccia</b>	21038	-
<b>Preparazione e concia del cuoio</b>	842908	14133
<b>Fabbricazione articoli da viaggio, borse, articoli da correggiaio e selleria</b>	100790	-
<b>Fabbricazione di calzature</b>	734529	-

Figura 1.19: Consumi energetici delle imprese industriali per l'anno 2000 (ISTAT).

Oltre al consumo di risorse necessarie per la lavorazione, anche il volume di materie prime utilizzate può essere oggetto di interventi di miglioramento in ottica *green*. L'utilizzo di materiali provenienti da riciclo per realizzare le materie prime necessarie per la produzione come, ad esempio, i filati sintetici realizzati dal riciclo di bottiglie di PET, è una delle possibili soluzioni per ridurre il volume di materie prime di prima generazione e che molte aziende già mettono in pratica soprattutto nel settore dell'alta moda.

Altro aspetto rilevante risulta essere l'utilizzo di prodotti dannosi per l'ambiente. Questo è un argomento critico per il *fashion*, visto l'intenso uso che viene fatto di prodotti chimici per la lavorazione (De Brito et al., 2008), soprattutto in settori come la tintoria e la conceria. L'impiego di tinture chimiche per colorare i tessuti, oppure, in conceria, l'utilizzo di prodotti chimici per conferire al pellame le caratteristiche di colore e resistenza volute, hanno notevoli conseguenze sull'ambiente dal momento in cui i reflui liquidi vengono immessi nell'ambiente. Una possibile soluzione è quella di utilizzare agenti meno inquinanti, come le tinture naturali. Oltre che per l'uso di sostanze chimiche dannose, l'industria del *fashion* impatta notevolmente sull'ambiente a causa dell'inquinamento dovuto al trasporto dei materiali.

Altro aspetto rilevante risulta essere la spasmodica ricerca di costi della manodopera sempre più bassi, che negli ultimi decenni ha portato alla esternalizzazione ed alla delocalizzazione di parte delle fasi produttive, soprattutto nei paesi dell'Est Europa e dell'Asia (vedi paragrafo 1.2.3). Questa tendenza ha generato sia notevoli conseguenze sociali dovute alla diminuzione di lavoro nel

paese di origine, sia un impatto non trascurabile sull'ambiente in quanto, aumentando la distanza da coprire per il trasporto delle merci, è aumentato il consumo di combustibile e quindi le emissioni di gas nocivi.

Lato output invece il problema degli scarti è divenuto sempre più rilevante nel mondo del *fashion*. Ogni singola fase produce infatti rifiuti e, considerando il ritmo produttivo sostenuto a cui questa industria lavora, il volume degli scarti di lavorazione è elevatissimo. Inoltre devono essere considerati come scarti sia i prodotti giunti a fine del loro ciclo di vita, sia quelli che sono rimasti invenduti. I rifiuti di lavorazione che non possono essere eliminati attraverso l'ottimizzazione dei processi produttivi devono essere quindi, ove possibile, ricollocati sul mercato. La soluzione che molte aziende adottano principalmente è quella di tentare di vendere ad altre aziende gli scarti in modo che possano essere riutilizzati come materia prima per un altro ciclo produttivo. Non sempre però le aziende riescono a vendere i propri scarti e quindi, in questi casi, generalmente ritengono più vantaggioso regalare gli scarti piuttosto che doversi fare carico del costo per lo smaltimento. Questa pratica porta vantaggi in termini sia economici che ambientali. Alla fine della vita di un prodotto molte tra le aziende che attuano una politica di gestione degli scarti offrono al consumatore la possibilità di riportare al punto vendita i prodotti a fine vita in cambio, spesso, di incentivi economici sull'acquisto di un nuovo prodotto. L'azienda dovrà poi ritirare gli articoli riconsegnati al punto vendita e si occuperà in prima persona del loro smaltimento in modo da poter riutilizzare alcune parti e riciclarne altre per produrre nuove materie prime. Così facendo le aziende riducono il volume di rifiuti immessi nell'ambiente. In alcuni casi la gestione degli scarti viene considerata al momento della progettazione: ad esempio ci sono casi di scarpe e borse in cui i materiali sono scelti in modo tale da poter essere disassemblati e poi quindi riciclati facilmente.

Infine occorre sottolineare come i rapporti con i fornitori siano molto importanti quando si vuole raggiungere un qualunque obiettivo di efficienza o di efficacia. Quanto già detto nel paragrafo 1.2.3 sul rapporto di partnership che molte aziende hanno instaurato con i propri fornitori, specie a causa del frequente

---



ricorso alla esternalizzazione e alla delocalizzazione, allo scopo di diminuire il lead time dei prodotti può essere esteso anche ai principi della sostenibilità. Come si può evincere dalle opinioni ottenute dall'articolo di De Brito i principi della sostenibilità sono senz'altro condivisi da tutti, però allo stato attuale le misure prese coinvolgono solo una piccola percentuale di aziende. Le aziende devono sottostare a principi di economicità ed implementare una politica "green" non è sempre, ad un'analisi prima e superficiale, considerata un'attività molto redditizia, questo perché la richiesta di prodotti sostenibili da parte dei consumatori non è ancora così forte da giustificare a livello economico gli investimenti necessari. Solo poche aziende, per lo più quelle con maggiore visibilità, hanno intrapreso il percorso verso una riconversione dei processi verso una *Fashion Green Supply Chain*. È auspicabile che con l'aumentare delle preferenze dei consumatori per i prodotti sostenibili, la scelta "Green" diventi economicamente sempre più vantaggiosa portando sempre più aziende ad un'adesione volontaria alle politiche sostenibili.

In conclusione, nonostante il vasto interesse suscitato da questa tema, pochi contributi hanno offerto un'analisi completa e strutturata delle diverse pratiche che possono essere impiegate per ottenere migliori prestazioni in ambito *Green*. Sebbene lo sviluppo sostenibile sia stato proposto come uno dei principi guida all'interno di questo settore, questo deve essere ancora formalizzato e trasformato in una politica di *business* ben definita, in particolare quando si decide di analizzare la questione dal punto di vista della catena di approvvigionamento. Inoltre, anche i driver specifici che possono spingere le aziende appartenenti al settore della moda verso il conseguimento di obiettivi legati alla sostenibilità ambientale rimangono tutt'ora poco chiari. Il rapporto tra l'adozione di pratiche *Green* e la misura delle prestazioni ambientali non è quindi ancora chiaramente compreso dalle aziende, soprattutto al fine di sfruttare la sostenibilità ambientale come leva per ottenere un vantaggio competitivo sul mercato. In quest'ottica all'interno di questo studio è stato formalizzato un *framework* strutturale presentato nei successivi paragrafi.

### 1.2.5 Sostenibilità ambientale nel settore del Fashion: il Framework

La revisione della letteratura condotta nei precedenti paragrafi ha mostrato alcune lacune all'interno del settore del *fashion* per quanto riguarda la ricerca in ambito di sostenibilità ambientale. Il presente studio si propone quindi di colmare alcune di queste lacune, analizzando in particolare fattori come: i driver che spingono a ristrutturare in parte o in toto un'azienda al fine di renderla più sostenibile, le pratiche attuative in ambito di sostenibilità, e la misura delle relative prestazioni *green*, in un quadro di ricerca completo e strutturato, indagando in ultima analisi le relazioni tra questi tre fattori.

Come detto in precedenza, la sostenibilità ambientale sta diventando sempre più importante all'interno del settore della moda, sia per la sua crescente importanza all'interno di politiche mirate all'acquisizione di valore per quei marchi internazionali ormai consolidati, sia per il ruolo che sta giocando nel promuovere nuove opportunità di mercato che le piccole società stanno sfruttando al fine di trovare nuove nicchie competitive. All'interno della prima casistica di aziende rientrano i grandi marchi internazionali, i quali si stanno posizionando nel segmento "verde" del mercato grazie all'attuazione di modifiche incrementalmente al loro tradizionale modello di *business* ed alla loro *Supply Chain*, come, ad esempio, ha fatto l'azienda Patagonia, il cui *case study* è stato presentato da Chouinard e Brown (Chouinard and Brown, 1997) all'interno del loro studio. Il secondo gruppo comprende aziende più piccole, le quali hanno radicalmente cambiato sia il loro modello di *business* sia la loro *Supply Chain*, facendo fortemente leva su fattori come la sostenibilità ambientale al fine di competere in nuove nicchie di mercato e di affermare il proprio marchio (De Brito et al., 2008). Alcuni esempi sono Astorflex e Ali Organic Wear.

Partendo da un'analisi approfondita della letteratura scientifica, i diversi elementi sono stati individuati e descritti (Figura 1.20) all'interno del seguente *framework* di ricerca (Caniato et al, 2011).

*Driver* e *practices* sono rispettivamente divisi in tre sub-elementi, a dispetto di un unico elemento per la misura delle performance. Inoltre, ciascuno dei tre

elementi presi in considerazione sia per i driver sia per le *practices* può avere luogo sia in modo indipendente, sia in parziale sovrapposizione con gli altri due.

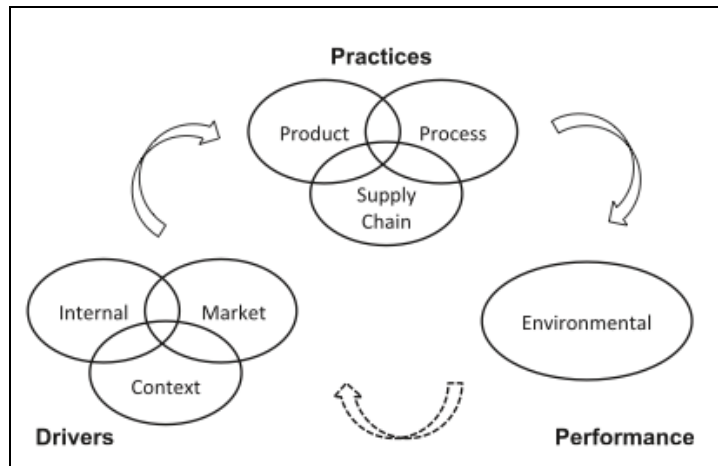


Figura 1.20: Research Framework

I driver, in accordo con la visione di Porter e la classificazione presentata da De Brito (De Brito et al, 2008) sono stati classificati in tre categorie principali:

- Drivers interni: i miglioramenti in termini di sostenibilità nascono a seguito di una spinta interna all'azienda. Possono essere correlati a obiettivi di efficienza (ad esempio, riduzione dei costi) (Carter and Dresner, 2003; Handfield et al, 1997) o ad altri fattori specifici aziendali (ad esempio, i valori aziendali del proprietario o del *top management*) (Handfield et al, 1997; New et al, 2000).
- Mercato: adottare strategie e pratiche *green* è essenzialmente conseguenza delle esigenze di sostenibilità ambientale richieste direttamente o indirettamente da parte dei clienti, che possono essere sia partner industriali, sia consumatori finali (Beamon, 1999; Hall, 2001; Zhu and Sarkis, 2006; New et al, 2000.).
- Normative: in questo caso la spinta *green* è dettata dall'esigenza di andare incontro alle normative che disciplinano gli aspetti di gestione e tutela ambientale, vigenti o future (Beamon, 1999; Hall, 2001, Min and Galle, 2001).

Le *practices* sono state classificate partendo dal *framework* tridimensionale del *Concurrent Engineering* (3DCE) (Fine, 1998), che Ellram (Ellram et al. , 2007) ha prima illustrato e poi adottato per lo studio della sostenibilità ambientale. Tale suddivisione basata essenzialmente su tre dimensioni di intervento (prodotto, processo e *supply chain*) è stata poi all'interno di questo studio (Capitolo 2) ripresa ed ampliata, aggiungendo, come si vedrà, nuove dimensioni.

L'analisi della performance si è concentrata infine sull'individuazione dei criteri ambientali più importanti che le aziende stanno cercando di migliorare attraverso l'adozione di pratiche "verdi". La misura delle performance ambientali dovrebbe comprendere quindi l'utilizzo di KPI per monitorare l'impatto ambientale generato dall'azienda durante l'intero ciclo di vita dei propri prodotti. Diversi modelli di analisi delle performance basati su KPI ambientali si possono trovare all'interno della letteratura scientifica (Schmidt e Schwegler, 2008; Tsoulfas e Pappis, 2008;. Nawrocka et al, 2009), ma il più completo risulta essere il modello GRI. Questo *framework* è stato scelto in alternativa agli altri standard utilizzati per la misura delle prestazioni in quanto risulta essere uno dei più utilizzati al mondo. La scelta delle categorie all'interno di tale modello è stata effettuata per coprire tutti i processi della catena di approvvigionamento (interni, in entrata e in uscita):

- **Materiali:** utilizzo di KPI che identificano la capacità dell'azienda di ridurre la quantità di materiali in ingresso ai processi, il loro grado inquinante e la capacità di utilizzare materiale riciclato.
- **Energia:** gli indicatori utilizzati coprono le aree più importanti legate all'utilizzo di energia in tutte le sue forme, vale a dire, il consumo diretto di energia, il consumo di energia per la produzione di prodotti acquistati esternamente, il consumo di energia indiretta, l'energia risparmiata, e lo sviluppo di prodotti a risparmio energetico.
- **Acqua:** indicatori per identificare le fonti di acqua (riciclata e riutilizzata) usate dall'azienda.

- Biodiversità: include indicatori relativi alla prevenzione, alla gestione e alla riparazione dei danni agli habitat naturali danneggiati direttamente o indirettamente dalle attività dell'azienda.
- Emissioni, scarichi e rifiuti: insieme di KPI che comprendono indicatori atti a misurare il livello di gas a effetto serra emissioni, la quantità e la qualità delle acque scaricate, e il peso totale dei rifiuti, identificati sia per tipologia sia per metodi di smaltimento.
- Prodotti e Servizi: indicatori che valutano l'esistenza di iniziative volte a mitigare l'impatto ambientale dei prodotti e servizi.
- Compliance: KPI utili a valutare il valore monetario di multe e il valore non monetario delle sanzioni ricevute per mancato rispetto delle normative ambientali.
- Trasporti: KPI che cercano di quantificare gli impatti ambientali associati alla logistica e alla distribuzione.
- *Business Integration* (una sezione specifica del Supplemento Settore Abbigliamento e Calzatura): comprende gli indicatori che valutano le politiche in materia di selezione e gestione dei fornitori.

### **1.3 Obiettivi e research questions**

All'interno del contesto industriale e scientifico descritto nei due paragrafi precedenti si inserisce il progetto di ricerca in esame, il quale si pone come obiettivo cardine l'individuazione di una serie di azioni di miglioramento delle performance di sostenibilità ambientale per le aziende operanti nel settore della pelletteria.

Come detto in precedenza il seguente progetto di ricerca nasce essenzialmente a seguito di una spinta *industrial driven* (progetto ZeroImpact) tuttavia, come verrà descritto in seguito, le soluzioni al problema del distretto sono state inquadrare all'interno di un approccio metodologico strutturato.

A seguito dell'attività di analisi della letteratura in materia applicata alle effettive necessità palesate dalle aziende operanti all'interno del distretto in

esame, questo studio mira principalmente quindi a trovare risposta alle seguenti *research question*:

- RQ1: Come le differenti pratiche di sostenibilità possono essere classificate? Quanto sono diffuse nel panorama italiano? Esiste una serie di pratiche che le aziende del settore adottano con maggior frequenza?
- RQ2: Come è possibile risolvere il problema del distretto legato alla gestione dei cascami? E' possibile trovare vie di smaltimento alternative alla discarica? I cascami possono essere impiegati come materia prima seconda per altri processi produttivi? Le pratiche individuate al punto precedente possono costituire una linea guida per individuare una corretta gestione dei cascami?
- RQ3: Come è possibile per le aziende appartenenti alla filiera di riferimento misurare gli impatti ambientali relativi ai propri prodotti e/o processi? E' possibile fornire uno strumento che permetta la gestione di queste misure in modo agevole e diretto da parte delle aziende?

#### **1.4 Risultati del progetto di ricerca**

I capitoli seguenti descrivono gli step, le procedure, le metodologie e gli strumenti utilizzati allo scopo di raggiungere il macro obiettivo di questo progetto e di trovare risposta alle differenti *research question* indicate nel paragrafo precedente.

All'interno dell'approccio metodologico seguito il primo step, descritto all'interno del Capitolo2 (fornirà risposte alle domande presenti all'interno della RQ1), presenta un *framework* di mappatura e classificazione delle differenti pratiche che un'azienda può potenzialmente intraprendere in ambito di sostenibilità ambientale, sviluppato attraverso una strategia di ricerca induttiva basata su tecniche di ricerca qualitativa. Una volta classificate le differenti azioni di intervento, verrà presentata nella seconda parte del capitolo una *survey* di tipo

esplorativo basata sull'analisi dei siti web delle principali aziende di moda (abbigliamento e pelletteria) presenti sul territorio italiano, utile ad individuare le modalità di approccio al tema più utilizzate ed il grado di diffusione e penetrazione delle stesse. Il *framework* sviluppato permetterà innanzi tutto di individuare e classificare le problematiche/linee di intervento relative al progetto ZeroImpact all'interno di una mappatura omnicomprensiva pienamente descrittiva delle differenti modalità di approccio al tema della sostenibilità ambientale.

Nel Capitolo 3, una volta classificato, vengono presentate nel dettaglio le "problematiche" che il progetto ZeroImpact è stato chiamato a risolvere (RQ2). In particolare è stata effettuata una stima delle dimensioni del "problema" relativo ai cascami sul distretto di Firenze, tramite una *survey* condotta per mezzo di un questionario inoltrato alle aziende operanti all'interno del comune di Scandicci. Conoscere le quantità e la qualità (es: tipologia di concia, grandezza media, etc) del cascame è stata un'attività propedeutica che ha permesso poi, in seconda analisi, ed a seguito di una fase di ricerca, di effettuare valutazioni e stime sulla possibilità di trovare soluzioni alternative rispetto al semplice smaltimento autorizzato. In particolare sono stati presentati due *business plan* relativi a due impianti innovativi (produzione di energia elettrica tramite biogas e produzione di pelle rigenerata tramite "ciclo a secco") che utilizzerebbero i cascami di scarto come materia prima seconda in ingresso ai propri processi.

Infine nel Capitolo 4 (RQ3), a valle di una *review* della letteratura in materia di metodologie LCIA, vengono presentate e descritte le modalità di progettazione, di sviluppo e di utilizzo uno strumento software, chiamato *Leather Ecotool*, utile per la valutazione degli impatti ambientali, lungo l'intero ciclo di vita, di un prodotto di pelletteria. Tale *tool* tra le varie opzioni di utilizzo potrà anche essere utilizzato, una volta ultimato, per valutare gli eventuali *saving* ambientali ottenuti dall'implementazione della/e soluzione/i alternativa/e presentata/e.

---

***Capitolo 2:***  
***Analisi esplorativa delle best practice***  
***ambientali adottate dalle aziende***  
***del settore fashion***



## **2.1 Sviluppo del modello di mappatura delle practices ambientali**

La creazione di un modello di mappatura, che identificasse tutte le azioni sostenibili, potenzialmente adottabili dalle aziende, è stato un passaggio chiave per l'attività di indagine ed analisi condotta. L'individuazione e la classificazione delle principali azioni di intervento ha facilitato molto la comprensione dei dati raccolti, oltre a fornire una descrizione dettagliata di come le aziende appartenenti alla filiera del *fashion* possano effettivamente approcciarsi a questa tematica all'interno della loro gestione operativa, tattica o strategica. Per questo motivo l'analisi e la disamina delle differenti eco-pratiche potenzialmente adottabili ha meritato un approfondimento. Un *framework* di classificazione basato sull'analisi dei siti web verrà presentato nei prossimi paragrafi.

La realizzazione del modello è stata possibile prendendo spunto dai contributi rilasciati, in merito al concetto di sostenibilità e sviluppo sostenibile, in letteratura. E' stata condotta una revisione sistematica della letteratura (Tranfield et al. 2003) con l'obiettivo di raccogliere e classificare le differenti pratiche di sostenibilità. A differenza di un tradizionale rassegna della letteratura, una revisione sistematica della letteratura riduce i pregiudizi del ricercatore riguardanti l'inclusione o l'esclusione dei differenti studi, e comunica chiaramente come è stata effettuata la revisione (Denyer and Neely, 2004) consentendo un elevato livello di trasparenza (Crowther and Cook, 2007).

La ricerca sistematica della letteratura è stata condotta utilizzando una strategia di ricerca induttiva, ovvero i contenuti particolari dei singoli *paper* sono stati analizzati ed utilizzati per ottenere concetti ed individuare categorie di valenza più generale, e basata essenzialmente su tecniche di tipo qualitativo. A livello operativo, grazie a banche dati di letteratura pertinenti, comprendendo siti web come Emerald, Metapress, Science Direct, Scopus e Web of Science, è stata effettuata un'attività di ricerca per mezzo di parole chiave come "practices", "sustainability", "green", "fashion", "textile", "apparel", "clothing", "footwear", "shoes", "leather", eccetera.

In seguito, il bacino iniziale di *paper* così individuato è stato ridotto. Diversi filtri, applicati in sequenza, hanno aiutato l'individuazione e la selezione degli studi e degli articoli sostanzialmente rilevanti che sono andati a costituire il nucleo principale di articoli per la sintesi e l'analisi dei dati. I filtri sono stati definiti come segue :

- Filtro 1. Garantire la rilevanza sostanziale del paper, definita come l'adeguatezza degli articoli nell'affrontare e nel descrivere il fenomeno in esame (Brinberg and McGrath, 1985), in primo luogo a seguito dell'individuazione delle parole chiave, nel titolo, nell'abstract o nell'opportuna sezione relativa alle parole chiave stesse;
- Filtro 2. Considerare solo gli articoli in lingua inglese.
- Filtro 3. Gli abstract rimanenti devono essere analizzati per la rilevanza sostanziale dei loro contenuti.
- Filtro 4. I restanti articoli completi devono essere letti per la rilevanza sostanziale dei loro contenuti.

Nessun limite relativo all'anno o al tipo di pubblicazione è stato imposto in queste ricerche. Attraverso l'applicazione dei primi due filtri relativamente alla fase di ricerca per parola chiave, sono stati identificati 154 documenti, di cui 43 sono stati definiti come rilevanti (Filtri 3 e 4) per questo studio di revisione sistematica della letteratura. Questa fase è stata seguita da una ricerca "a ritroso", ovvero dagli articoli di partenza si è andati ad analizzare gli studi in questi citati nella bibliografia, rivedendo i riferimenti negli articoli cercando in questi le precedenti parole chiave (Levy and Ellis, 2006). Infine, è stata effettuata un'ulteriore ricerca su Internet, usando il sito Google Scholar, utile ad identificare altre pubblicazioni, lato industria, che sono solitamente fuori della portata delle banche dati accademiche, ma che possono comunque essere considerati rilevanti. Al fine di ampliare maggiormente con fonti differenti il bagaglio di "conoscenze", sono state analizzate anche pubblicazioni trimestrali e pubblicazioni interne di società di consulenza. Per mezzo delle fasi di ricerca bibliografia "a ritroso" e della

ricerca su Internet, 31 nuovi documenti/paper sono state aggiunti al gruppo di quelli rilevanti precedentemente individuati.

In totale, 74 pubblicazioni hanno costituito la base di questa revisione della letteratura. Queste pubblicazioni, in una prima fase di valutazione, sono state classificate secondo dimensioni di tipo descrittivi (ad esempio, distribuzione di pubblicazioni sia nel tempo e sia in base alla tipologia di Journal di appartenenza) . Dopo di che, le differenti pratiche descritte nei vari *paper* sono state raccolte, analizzate, concettualizzate, ed infine classificate all'interno di un *framework* teorico. Le differenti categorie (macro aree) del *framework* sono state sviluppate attraverso un'attività di generalizzazione condotta a partire dai vari paper. In particolare, la classificazione proposta da Caniato (Caniato et al., 2012) è stato utilizzata come punto di partenza. I *paper* sono stati poi classificati di conseguenza, e le dimensioni e le categorie di classificazione sono state riviste durante l'attività di analisi stessa.

Come detto precedentemente la base di questa revisione sistematica della letteratura è costituita da 74 pubblicazioni. La suddivisione temporale delle pubblicazioni è mostrata in Figura 2.1. I primi documenti trovati sono stati pubblicati a partire dall'anno 1995. I numeri più alti di pubblicazioni si trovano negli ultimi due anni, evidenziando così un crescente interesse verso le tematiche affrontate in questo studio.

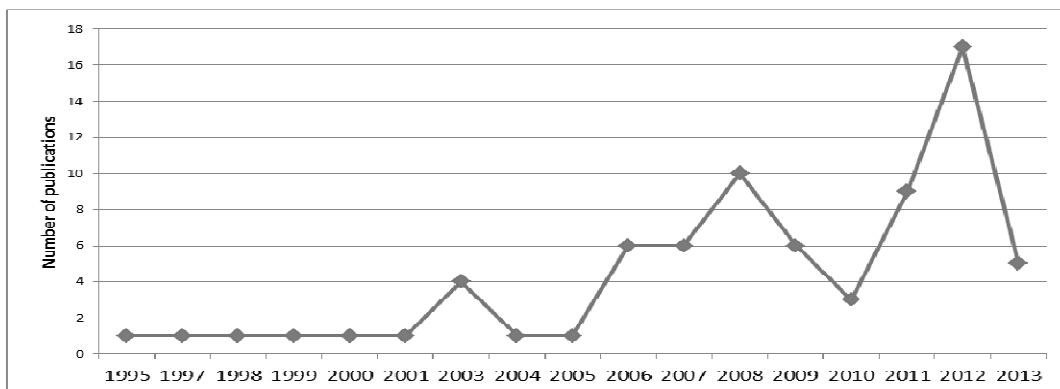


Figura 2.1: Classificazione dei documenti per anno di pubblicazione

Le numerosità di *paper* più elevate sono state riscontrate in riviste connesse all'ambiente e alla sostenibilità (25 *paper*), e riviste associate al settore del tessile, dell'abbigliamento e del cuoio (20 *paper*), mentre le riviste di *management* tradizionali sono risultate essere una minoranza (11 *paper*). Un ultimo gruppo di 10 documenti sono pubblicati in riviste di carattere tecnico. Le pubblicazioni rimanenti (8 *paper*) si riferiscono a *conference proceeding, reports* e libri. La Figura 2.2 riporta i titoli delle riviste, con la loro classificazione e il numero di *paper* per ciascuno. Questa analisi mostra una situazione molto frammentata, con 6 articoli pubblicati sul Journal of Cleaner Production ed i restanti 68 articoli distribuiti su 50 riviste, appartenenti a contesti più differenti.

Environmental and sustainability	Management	Textile, Clothing and Leather	Technical
Journal of Cleaner Production (6 papers)	International Journal of Entrepreneurship and Small Business (1 paper)	AATCC Review: the magazine of the textile dyeing, printing, and finishing industry (1 paper)	Construction and Building Materials (1 paper)
Social Responsibility Journal (1 paper)	Supply chain management: An international journal (1 paper)	ATA Journal (1 paper)	Energy Conversion and Management (1 paper)
Ecological Indicators (1 paper)	Journal of Retail & Leisure Property (1 paper)	AUTEX Research Journal (1 paper)	Biomacromolecules (1 paper)
Industrial Ecology (1 paper)	International Journal of Production Economics (2 papers)	Clothing and Textiles Research Journal (4 papers)	Industrial crops and products (1 paper)
Resources, Conservation and Recycling (4 papers)	International Journal of Retail & Distribution Management (1 paper)	International Journal of Clothing Science and Technology (1 paper)	Polymer composites (1 paper)
Fresenius Environmental Bulletin (1 paper)	Family and Consumer Sciences Research Journal (1 paper)	Journal of Textile and Apparel, Technology and Management (2 papers)	Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation (1 paper)
Greener Management International (2 papers)	Production Planning & Control (1 paper)	Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists (1 paper)	Key Engineering Materials (1 paper)
The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social	Journal of Business and Globalisation	Journal of the Textile Institute	Journal of hazardous materials (1 paper)

Sustainability (1 paper)	(1 paper)	(1 paper)	
Clean Technologies and Environmental Policy (1 paper)	Journal of Organizational Excellence (1 paper)	LBD Interior Textiles (1 paper)	Trends in Biotechnology (1 paper)
Environmental science & technology (2 papers)	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review (1 paper)	Textile Research Journal (1 paper)	Journal of materials processing technology (1 paper)
Journal of Polymers and the Environment (1 paper)		Textile View Magazine (1 paper)	
The International Journal of Life Cycle Assessment (2 papers)		Textile World (1 paper)	
Energy Efficiency (1 paper)		The Journal of the American Leather Chemists Association (2 papers)	
Business Strategy and the Environment (1 paper)		Colourage (1 paper)	
		Coloration Technology (1 paper)	

Figura 2.2: Classificazione dei paper per rivista di pubblicazione

La descrizione generale del set principale di documenti trovati è stata seguita da una approfondita analisi e classificazione del loro contenuto. Durante l'esecuzione di tale attività, sono state individuate le seguenti categorie:

- Progettazione del prodotto. Un primo set di documenti si riferisce a pratiche messe in atto per ridurre al minimo l'impatto ambientale attraverso la progettazione di prodotti sostenibili (Curwen et al., 2013; Farrer and Finn, 2009). La progettazione del prodotto di abbigliamento sviluppata, ad esempio, da Gam (Gam et al., 2009) fornisce le linee guida pratiche, al fine di raggiungere obiettivi di sostenibilità, per stilisti e produttori, che realizzano abiti *fashion*. I contributi realizzati da Fowler (Fowler and Hope, 2007), invece, si sono concentrati sull'importanza di analizzare e controllare costantemente la realizzazione del prodotto,

durante tutto il suo ciclo di vita, e sull'importanza di integrare, in ottica sostenibile, i principali stakeholder, in modo da uniformare e indirizzare tutta l'intera produzione in un ottica *green* e diffondere i principi legati alla sostenibilità ambientale. Pan (Pan et al., 2012) prende in considerazione e commenta l'utilità di Human Computer Interaction (HCI) per una progettazione sostenibile; mentre Veitch (Veitch e Davis, 2009) si è concentrato su l'utilizzo di dati antropometrici per lo studio e lo sviluppo sostenibile dei manichini e per il design dell'abbigliamento. Infine, Borchardt (Borchardt et al., 2011) ha analizzato la progettazione ecocompatibile, nel settore delle calzature, per individuare gli elementi che possono essere determinanti per la riprogettazione dei componenti che contribuiscono alla creazione della scarpa, per ridurre al minimo l'impatto ambientale e riuscire, inoltre, a ridurre i costi di produzione ed assemblaggio. La riduzione dei costi, è stato un aspetto che ha incentivato l'adesione alle pratiche sostenibili, visto che la reingegnerizzazione dei processi può determinare una maggiore efficienza e quindi anche un risparmio per le aziende.

- Materiali di prodotto. Un secondo gruppo di pubblicazioni preso in considerazione, si è concentrato su tematiche relative all'utilizzo di fibre *eco-friendly* meno convenzionali (Fletcher, 2008), come canapa (van der Werf and Turunen, 2008) , bambù (Waite, 2009), ananas, banana, fibre proteiche della soia (Dawson, 2012), ed organiche a partire dal cotone (Fowler and Hope, 2007; Goldbach et al., 2003),così come i materiali a base di biopolimeri piuttosto che polimeri di derivazione petrolchimica (Bogoeva-Gaceva et al., 2007). Ulteriori tentativi sono stati fatti per usare fibre lignocellulose, scarti del mais, e foglie di ananas come fonti e materie prime in grado di limitare l'impatto sull'ambiente.
- Processo, tecnologia e trattamento dei materiali. La letteratura offre in tal senso vari spunti di riflessione. Ad esempio, suggerisce un gruppo di pratiche che si riferisce a nuovi processi (Phong, 2008; Wiengarten et al., 2012) e tecnologie (Peng et al., 2011) come le nanotecnologie (Qian and

Hinestroza, 2004; Sawhney et al., 2008; Wong et al., 2006) e la lavorazione di materiali (Zouboulis et al., 2012; Saravanabhavan et al., 2008), che promettono di ridurre l'inquinamento e l'uso delle risorse, aumentando l'efficienza energetica e minimizzando gli sprechi. In particolare, grande attenzione viene rivolta alla tintura e finissaggio di filati e tessuti (Visa et al., 2011; Rupp, 2008; Easton, 2007), oltre che alla concia delle pelli (Money, 2010), con particolare attenzione ai processi di selezione, sostituzione e riduzione di coloranti e dei prodotti chimici (Bechtold et al., 2003; Chen and Burns, 2006; Kumar et al., 2011; Thanikaivelan et al., 2006).

- Gestione dei rifiuti. Altro aspetto molto importante, per l'analisi in questione, è quello relativo alla gestione dei rifiuti prodotti lungo tutta la filiera della moda. Ogni anno vengono riciclate circa 750.000 tonnellate di rifiuti, che sono trasformati in nuove materie prime per l'industria di altri settori (Aspiras and Manalo, 1995; Briga-Sá et al., 2013; Chen and Burns, 2006; Hayes, 2001). Ad esempio, nel settore delle calzature e del cuoio, lo studio condotto da Ferrer (Ferrer et al., 2012), racconta come in Brasile, a Tres Coroas, sia stato fatto un investimento significativo, per realizzare un solido processo di raccolta dei rifiuti, con l'obiettivo di riciclare, scarpe e cuoio, nel medio e lungo periodo. Mentre, per il settore dell'abbigliamento, sono stati predisposti dei punti di raccolta, che donano in beneficenza prodotti scartati dai consumatori, invece di finire nelle discariche. Trovare metodi alternativi per lo smaltimento dei rifiuti post-consumo ha assunto maggiore importanza negli ultimi anni (Domina and Koch, 1997; Woolridge et al., 2006).
- Valutazione Ambientale Strategica. Diversi strumenti di *Strategic Environmental Assessment* (Thérivel and Brown, 1999), come il *Life Cycle Assessment* (LCA) (Rebitzer et al., 2004), sono stati utilizzati per valutare analiticamente i carichi ambientali di fibre (Muthu et al., 2012; Shen and Patel 2008; Shen et al., 2010) prodotti (De Saxce et al., 2012; Jacques and Guimarães, 2012), processi (Garcia-Montano et al., 2006; Kalliala and

Talvenmaa, 2000), tecnologie (Çetinkaya et al., 2012; Gabarrell et al., 2012) ed infrastrutture (Fieldson and Rai, 2009).

- *Supply chain*. Una sfida importante consiste nel garantire che l'impegno a pratiche ecologicamente responsabili non si limiti ad interventi sulla singola azienda, ma che coinvolga tutta la catena di approvvigionamento. In quest'ottica, da un lato, vengono presentate come mezzo per incoraggiare i fornitori a migliorare la loro sostenibilità (Fowler and Hope, 2007) metodologie di certificazione dei requisiti ambientali e programmi di miglioramento per i fornitori (Goworek, 2011; Styles et al., 2012), nonché lo sviluppo di reti di impresa e di produzione fortemente collaborative (Svensson, 2007; MacCarthy and Jayarathne, 2012); dall'altro, grandi sforzi vengono effettuati per aumentare la consapevolezza tra i consumatori circa le credenziali ecologiche dei prodotti che acquistano.

Una sintesi delle pratiche presenti in letteratura attraverso questa revisione sistematica è presentato nella Figura 2.3. Essa rappresenta la prima versione del *framework* di classificazione che è stato affinato durante la successiva fase della ricerca.

Category	Practices	References
Product design	Cradle to cradle apparel design (C2CAD)	1
	Product-stewardship strategy	1
	Human Computer Interaction (HCI) for sustainable design	1
	Use of 3D and 1D anthropometric data	1
	12 Principles of Green Engineering	1
	Ecodesign	3
Product materials	Eco-friendly fibres (bamboo, hemp, banana, pineapple, soyabean protein fibres)	4
	Organic cotton	2
	Biopolymers	1



	Lignocellulose agricultural by-product	1
	Fibres regenerated from waste	2
Process, technology and processing materials	New process	2
	Low and non-waste technologies (LNWT)	1
	Nanotechnology and Plasma technology	3
	Processing materials	2
	Plasma technology	1
	Dyeing, finishing, tanning Selection of dyes and chemicals	9
Waste management	Pre-consumer waste	5
	Post-consumer waste	4
Strategic Environmental Assessment (SEA)	Footprint Assessment / LCA for: - Fibres - Product - Processes - Technologies - Infrastructure	11
Supply Chain	Environmental requirements and improvement programmes for suppliers	2
	Collaborative network	3
	Consumer's awareness	2

Figura 2.3: Prima versione del framework di classificazione

L'ampia varietà di *practice* in ambito sostenibilità presentata finora mette in evidenza come una delle sfide relative alla classificazione delle stesse sia quella di fornire un *framework* in grado di mappare l'intera panorama di potenziali azioni utili a descrivere pienamente il settore di riferimento.

Al fine di perfezionare e generalizzare il *framework* teorico sviluppato a seguito dall'analisi sistematica della letteratura, è stata effettuata una *content analysis* (Bryman, 2004) dei siti web aziendali delle prime 10 società europee (a partire da fine maggio) appartenenti al Dow Jones Sustainability Europe Index (DJSI Europe). La *content analysis* è stata ampiamente adottata nelle attività di ricerca riguardanti il tema della responsabilità sociale e ambientale delle imprese come, ad esempio, negli studi condotti da Wolfe (Wolfe, 1991), Nieminen (Nieminen and

Niskanen, 2001), Maignan (Maignan e Ralston, 2002), Dahlsrud (Dahlsrud, 2008), Orlitzky (Orlitzky et al., 2003) e Jenkins (Jenkins et al., 2006). Questa selezione di 10 grandi e visibili imprese europee che operano in tutto il mondo riflette e diventa descrittiva di un'ampia varietà di pratiche attraverso diversi settori e paesi. I risultati sono stati poi utilizzati per integrare le macro aree e classificare le pratiche precedentemente individuate attraverso la revisione sistematica della letteratura, al fine di mettere a punto il *framework* teorico. Nella pratica è stato prima verificato se le azioni di sostenibilità intraprese da tali aziende fossero o meno effettivamente presenti nel *framework* sviluppato, è stato poi verificato se “fittassero” in modo corretto all'interno delle varie macro e sub categorie individuate.

Al termine di questa attività è stato quindi possibile concettualizzare un *framework* omnicomprensivo di classificazione delle pratiche *green* utilizzabili dalle imprese operanti nel settore del *fashion*, che è andato ad ampliare ed a sostituire quello pre-esistente (presentato in Figura 1.20) integrando alle tre dimensioni iniziali (prodotto, processo e *supply chain*) altre tre nuove dimensioni. Tale struttura di classificazione è stata quindi suddivisa in sei macro-categorie:

- Prodotto e Servizi;
- Processo produttivo;
- *Supply Chain Management*;
- Cultura;
- Governance;
- Altro.

A sua volta, ogni categoria è stata suddivisa in differenti sotto categorie, che corrispondono, ognuna di esse, ad una specifica pratica. Ciascuna di queste è stata poi numerata con un progressivo, permettendo così di individuare, in totale, 57 azioni utili a migliorare la sostenibilità ambientale.

Category	Sub-category	57 Pratiche
Prodotti e Servizi	Prodotti e Servizi Materie Prime Packaging	14 (Certificazioni, P&S eco, MP non dannose e riciclabili/riciclate)
Processo produttivo	Processi Acqua Energia Materiali dannosi Rifiuti e Sprechi	22 (Certificazioni, fonti rinnovabili, riduzione sprechi/sostanze inquinanti)
Supply Chain	Trasporti Rete di fornitura	8 (Selezione fornitori, Certificazioni, ottimizzare la distribuzione)
Cultura		4 (Sensibilizzare e promuovere Cultura eco-sostenibile, Coinvolgimento)
Governance		3 (Report, sito web)
Altro		6 (clima/foreste/biodiversità)

Figura 2.4: Framework di classificazione azioni di sostenibilità

### 2.1.1 Prodotto e servizi

La prima categoria del modello di mappatura comprende tutte le pratiche relative al consumo di risorse necessarie alla realizzazione del prodotto finale ed i relativi servizi utili al prodotto stesso. In questa categoria è compresa: l'adozione di strumenti di analisi sistematica del ciclo di vita dei prodotti finali; l'utilizzo di metodologie atte a migliorare la progettazione del prodotto e del processo di sviluppo; qualsiasi azione utile al miglioramento, dal punto di vista della sostenibilità. In generale, per i Prodotti e i Servizi, sono state individuate le seguenti pratiche:

1. *Metodologie per il calcolo dell'impatto ambientale lungo tutto il ciclo di vita del prodotto.* Tra le pratiche in questione, il calcolo LCA, già descritto in precedenza, il *Carbon Footprint*, utile alla misurazione delle emissioni di carbonio nell'ambiente, etc.;
2. *Prodotti e servizi più efficienti*, quindi meno dannosi per l'ambiente;
3. *Prodotti e servizi eco-compatibili*;
4. *Prodotti e servizi che migliorano la sostenibilità del cliente*;
5. *Certificazioni*, che dimostrano l'attenzione verso l'ambiente, per un determinato prodotto;
6. *Eco-design*, sostenibile.

In più, questa prima categoria, comprende tutte le pratiche riguardanti il consumo di materie prime riciclate, l'utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili, la riduzione di sostanze tossiche, la riduzione del consumo di risorse di materia prima nella catena di fornitura, ad esempio, ridurre al minimo le emissioni derivate dai trasporti.

Nel dettaglio, le pratiche che riguardano nello specifico le Materie Prime sono:

7. *Utilizzo di materiali riciclati, riciclabili o da fonti rinnovabili;*
8. *Approvvigionamento di energia da fonti sostenibili;*
9. *Riduzione dell'utilizzo di materiali dannosi;*
10. *Utilizzo di materie prime vicino al punto di reperimento, ovvero procurate da fornitori distanti zero chilometri dal luogo di produzione;*
11. *Materie Prime che consentono la riduzione delle risorse.*

Infine, sono comprese anche tutte le pratiche relative agli imballaggi dei prodotti, ad esempio utilizzando materiali riciclati, riciclando gli imballaggi stessi o riducendo la loro dimensione o il peso.

Per quanto riguarda il sistema di imballaggio dei prodotti, sono state individuate le seguenti pratiche:

12. *Packaging riutilizzabile;*
13. *Materiali riciclabile e rinnovabili (dal punto di vista dell'imballaggio);*
14. *Riduzione del peso e dell'ingombro.*

Dopo aver indicato le prime quattordici azioni sostenibili legate ai Prodotti e ai Servizi, descriveremo le azioni legate al Processo produttivo.

### *2.1.2 Processo produttivo*

La seconda categoria individuata è quella comprendente tutte le azioni sostenibili legate ai processi produttivi. Sono molteplici le pratiche riscontrabili in questo ambito di ricerca, dagli strumenti di analisi specifici per la produzione dei prodotti, alle biotecnologie utilizzate, fino al monitoraggio continuo delle prestazioni e tutte le iniziative volte all’ottimizzazione della produzione.

Con particolare riferimento all’ottimizzazione dei processi produttivi, sono state individuate diverse pratiche, come le certificazioni ambientali del sistema di gestione, tutte le pratiche volte al risparmio energetico e, soprattutto, tutte le pratiche utili alla riduzione dei rifiuti, al risparmio di acqua consumata, all’utilizzo di materiali sostenibili, etc.

Le azioni individuate sono state suddivise in quattro sottocategorie, in base all’ambito di intervento che può essere sull’energia, sull’acqua, sui rifiuti e gli sprechi e sui materiali utilizzati. In generale, le pratiche che riguardano il processo produttivo sono:

15. *Metodologie per il calcolo dell’impatto ambientale lungo tutto il processo di produzione (LCA, Carbon Footprint, etc.);*
16. *Utilizzo di biotecnologie;*
17. *Valutazione dei rischi e misurazione delle performance;*
18. *Sviluppo di linee guida;*
19. *Certificazioni di processo;*

Dal punto di vista del risparmio energetico, le pratiche individuate sono:

20. *Processi e Siti di produzione più efficienti;*
21. *Produzione di energia da fonti rinnovabili;*
22. *Utilizzo di energie rinnovabili;*
23. *Gestione sostenibili ed efficiente della domanda di energia;*

Per quanto riguarda l'acqua, sono state identificate le seguenti pratiche:

24. *Riduzione del consumo;*
25. *Pulizia e trattamenti;*
26. *Riciclo e riutilizzo dell'acqua;*

Per migliorare la gestione dei rifiuti e combattere gli sprechi, le azioni utili trovate sono:

27. *Utilizzo del CCS (Carbone Capture and Storage). Il significato letterario è: cattura e sequestro del carbonio; perciò il metodo CCS è utile per catturare la particelle di anidride carbonica prodotte e immesse nell'aria dagli impianti produttivi;*
28. *Eliminazione degli sprechi;*
29. *Riduzione dei rifiuti pericolosi;*
30. *Riduzione dei rifiuti solidi e delle emissioni nell'aria;*
31. *Gestione dei rifiuti (smaltimento, raccolta differenziata, etc.);*
32. *Recupero e riutilizzo;*
33. *Utilizzo dei rifiuti come fonte energetica;*

Infine, in base ai materiali di processo utilizzati, sono stati trovate le seguenti pratiche:

34. *Utilizzo efficiente delle risorse;*
35. *Riduzione dell'utilizzo di materiali dannosi;*
36. *Prevenzione da contaminazioni dell'ambiente.*

Le azioni sostenibili nell'ambito dei processi sono numerose, infatti rappresentano una delle tre aree principali di intervento, oltre agli interventi sui prodotti e sulla *Supply Chain*, che andremo ad analizzare proprio nel sottoparagrafo successivo.

### 2.1.3 *Supply chain management*

La terza macroarea di approfondimento riguarda la catena di distribuzione. Ovvero relativa alla gestione della *Supply Chain*, quindi: selezione dei fornitori adeguati, corsi di sensibilizzazione per tutta la catena di distribuzione, sulle pratiche *green*, certificazioni e ottimizzazione dei trasporti (ad esempio, veicoli a impatto zero). Nello specifico:

37. *Selezione di fornitori con forti credenziali ambientali;*
38. *Incentivare a implementare e migliorare le pratiche sostenibili;*
39. *Certificazioni di fornitura;*
40. *Ottimizzazione delle reti di distribuzione;*
41. *Pianificazione ottimale dei percorsi;*
42. *Sfruttamento della capacità di carico, dei mezzi di trasporto (evitare quindi di far viaggiare i mezzi di trasporto scarichi e senza ottimizzare le loro potenziali in modo adeguato);*
43. *Utilizzo di veicoli alternativi;*
44. *Monitoraggio e promozione di una guida efficiente.*

Con questa categorie si esauriscono le pratiche sostenibili nelle principali aree di intervento. Ci sono però altre azioni, con altrettanta importanza anche se meno numerose, che sono state classificate nelle categorie descritte nei successivi sottoparagrafi, in particolare nell'ambito della cultura e della governante di una azienda.

### 2.1.4 *Cultura*

In questa categoria vengono racchiuse tutte le azioni utili a diffondere e promuovere il tema della sostenibilità. In questo particolare ambito, sono fondamentali gli atteggiamenti assunti dall'azienda sia internamente che rispetto al mondo esterno. Infatti, è fondamentale rapportarsi con tutte le parti interessate facendo passare un messaggio *green*, capace di influenzare in positivo tutti coloro che prestano attenzione allo specifico prodotto o al marchio o all'azienda in toto. Le pratiche individuate, dal punto di vista della Cultura, sono:

45. *Coinvolgimento di tutte le funzione dell'impresa;*
46. *Sensibilizzazione e promozione di una cultura eco-sostenibile, sia all'interno che all'esterno dell'azienda;*
47. *Cooperazioni e partnership con stakeholder, organizzazioni, associazioni, comunità locali, etc.;*
48. *Stimolo dei clienti ad adottare pratiche sostenibili.*

Una volta elencate le azioni riguardanti la Cultura, nel prossimo sottoparagrafo saranno elencate le azioni di Governance indispensabili per una gestione sostenibile di una attività.

### *2.1.5 Governance*

Questa categoria comprende tutte le iniziative che hanno l'obiettivo di gestire, in modo adeguato, le attività sostenibili dell'azienda, nella sua totalità. È fondamentale riuscire a comunicare in modo efficiente le pratiche effettuate, proprio per l'importanza che assume diffondere il tema e cercare di evolvere la mentalità di tutte le parti interessate. Risultano perciò fondamentali operazioni come:

49. *Realizzazione di Documenti, Report (esempio: Bilancio Sostenibilità o simili);*
50. *Sezioni, sui siti ufficiali delle aziende, dedicate al tema della sostenibilità;*
51. *Sustainability Advisory Board*

Questo ambito è molto importante, perché, come affermato precedentemente, non è soltanto importante intraprendere azioni a difesa del nostro pianeta, ma cercare anche di comunicarle in modo efficace. La necessità principale è proprio diffondere il concetto in modo da istruire gli individui, facendo comprendere loro l'importanza del problema.



### 2.1.6 Altro

Infine, è stata inserita una categoria in cui includere tutti gli aspetti atipici che però possono essere ugualmente utili a favorire un'attività industriale e commerciale più sostenibile. Ovvero:

52. *Preservazione della biodiversità;*
53. *Preservazione del clima;*
54. *Creazione di foreste, o aree protette, per compensare alle emissioni di CO2;*
55. *Miglioramento della qualità dell'aria nei pressi degli impianti;*
56. *Acquisizione di certificati verdi;*
57. *Vari ed eventuali.*

Queste sono tutte le pratiche individuate e, successivamente, ricercate tra le azioni sostenibili svolte dalle aziende, sulle quali è impostata la nostra raccolta dati e quindi, la nostra analisi.

## 2.2 **L'attività di analisi**

Portata a termine la fase di classificazione all'interno di un *framework* lo step successivo è stato quello di individuare le pratiche maggiormente adottate in termini di sostenibilità ambientale, dalle aziende del settore della moda. A tal fine una *survey* empirica basata sempre su l'analisi dei contenuti dei siti web è stata effettuata.

In Italia, dopo la ricezione di specifica una direttiva Europea, è stato creato il codice ATECO (Attività Economiche) dall'istituto di statistica italiano (ISTAT), utile a classificare le differenti attività di impresa in base a rilevazioni statistiche di carattere economico. Nel caso di studio in esame, sono state prese in considerazione le categorie facenti parte della sezione "C" del suddetto codice, corrispondenti alle attività di tipo manifatturiero. I numeri identificativi scelti, invece, sono stati il 14 e il 15, corrispondenti ai settori dell'abbigliamento, e delle calzature e della pelletteria. Per comprendere meglio quanto appena detto, è utile

osservare la tabella riportata in Figura 2.5, dove è possibile notare chiaramente l'attività industriale associata ad ogni numero.

Come detto il presente studio si è concentrato sulle attività riguardanti il settore dell'abbigliamento, delle calzature e della pelletteria. In base ai criteri di scelta selezionati, utilizzando il *database* AIDA, è stata estrapolata una lista iniziale di aziende. Inserendo come vincoli della ricerca i Codici ATECO 14 e 15, AIDA ha fornito una lista di 18.534 aziende, sulle quali è stato possibile effettuare l'attività di indagine.

Numero identificativo	Attività svolta dall'azienda
14	Confezione di articoli da abbigliamento
14.1	Confezione di articoli di abbigliamento, eccetto l'abbigliamento in pelliccia
14.2	Fabbricazione di articoli in pelliccia
14.3	Fabbricazione di articoli di maglieria
15	Industrie del cuoio e prodotti correlati
15.1	Preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria; preparazione e tintura di pellicce
15.2	Fabbricazione di calzature

Figura 2.5: Classificazione codici Ateco selezionati

### **2.3 La raccolta dei dati**

A partire dalla lista iniziale di 18.534 aziende estratta dal database AIDA, il primo passaggio è stato eliminare tutte le aziende che erano in liquidazione oppure che non avevano registrato bilanci concreti dopo il 2010 (probabilmente perché fallite o non più esistenti). Questa prima scrematura ha permesso di quantificare con maggiore precisione la base di aziende oggetto d'analisi. Nel dettaglio, una volta constatata l'esistenza, o meno, del sito web a seguito di una ricerca su internet del nome dell'azienda (motore di ricerca google), è stata cercata

al suo interno una eventuale sezione in cui l'azienda comunicava e/o rilasciava materiale, in merito al tema della sostenibilità ambientale.

Le eventuali informazioni così individuate sono state quindi catalogate su un foglio di lavoro *Excel*, necessario a descrivere e riepilogare le attività svolte da ciascuna aziende in ambito di sostenibilità ambientale, strutturato in modo da esser suddiviso in più celle, ciascuna delle quali utile all'inserimento delle informazioni trovate.

Nel dettaglio, come illustrato nella Figura 2.6, è stata tenuta traccia delle seguenti informazioni: nome dell'azienda, fatturato 2011, numero di dipendenti, sito web ufficiale, settore di riferimento, codice identificativo dell'attività svolta dall'impresa in base alla Classificazione ATECO, ed infine, numero e tipologia di eventuali attività eco-sostenibili svolte, classificate sulla base del modello di mappatura sviluppato in questo studio e presentato nei paragrafi precedenti.

Ragione sociale	Ricavi delle vendite	Numero dipendenti	Sito Web	Settore	SubCategory ATECO	Azioni sostenibili
-----------------	----------------------	-------------------	----------	---------	-------------------	--------------------

Figura 2.6: Classificazione delle informazioni

L'operazione successiva è stata quella di suddividere le aziende rimaste in gruppi, basandosi sul loro fatturato, conseguito nell'anno solare 2011. In particolare, la suddivisione basata sui livelli di *business* ha determinato tre *sub-category*:

- *Large*: dove sono state inserite tutte le aziende con fatturato superiore a cinquanta milioni di euro;
- *Medium*: dove sono state inserite le aziende con fatturato compreso tra dieci e cinquanta milioni di euro;
- *Small*: dove sono state inserite le aziende con fatturato compreso tra due e dieci milioni di euro.

Inoltre, è stato individuato un altro gruppo di aziende, definito *micro*, ovvero, il gruppo che comprende tutte le società con un fatturato inferiore ai due milioni di euro, sulle quali è stata realizzata un'analisi a campione. Tale scelta è stata giustificata sia dall'impossibilità di mappare l'intero numero di società appartenenti a questa categoria, sia dalla difficoltà di reperimento dati. Infatti, la maggior parte di queste aziende, data la dimensione, e non sono in possesso di un sito web ufficiale, o non hanno i mezzi economici o tecnologici per intraprendere azioni volte a migliorare l'impatto sull'ambiente, o, nel peggiore dei casi, non sono più attive.

Come detto in precedenza la prima suddivisione è avvenuta selezionando tutte le aziende con fatturato superiore ai cinquanta milioni di euro. In questo gruppo erano presenti, come era logico attendersi, tutte le principali aziende e *griffe* appartenenti ai settori della moda, dell'abbigliamento, delle calzature e della pelletteria. Sono state individuate 110 imprese e, su queste, si è proceduto all'analisi dei rispettivi siti internet ufficiali. Il procedimento è stato semplice: come descritto precedentemente, l'analisi del sito web è avvenuta semplicemente sfogliando le pagine del sito stesso e cercando al suo interno tutte le informazioni che testimoniassero le eventuali pratiche adottate dall'azienda in ambito di sostenibilità ambientale. Nel caso in cui la ricerca all'interno del sito avesse dato esito positivo si è provveduto poi a catalogare all'interno dell'apposito foglio *Excel* di riepilogo le informazioni raccolte utilizzando la metodologia di classificazione precedentemente descritta. Una volta ultimata questa prima fase, la ricerca è proseguita, analizzando le aziende con un fatturato compreso tra i cinquanta e i dieci milioni di euro. Le aziende in questione sono state 773. Anche stavolta, il procedimento di ricerca è stato il medesimo sulla base di quanto descritto precedentemente. Con la diminuzione del fatturato, come era logico attendersi, è aumentato il numero di aziende da analizzare infatti sono state individuate ben 3000 aziende analizzate con fatturato compreso tra dieci e due milioni di euro. A conclusione di questa parte della ricerca, le aziende analizzate, facenti parte del settore dell'abbigliamento, delle calzature e della pelletteria, con un fatturato,

conseguito nell'anno solare 2011, superiore ai due milioni di euro, sono risultate essere in totale 3.883 (come riassunto in Figura 2.7).

<b>Classificazione</b>	<b>Fatturato</b>	<b>Numero aziende</b>
<b>Large</b>	Superiore a 50 milioni di euro	<b>110</b>
<b>Medium</b>	Tra 50 e 10 milioni di euro	<b>773</b>
<b>Small</b>	Tra 10 e 2 milioni di euro	<b>3.000</b>
<b>Micro</b>	Inferiore a 2 milioni di euro (analisi a campione rapporto 1:20)	<b>542</b>

Figura 2.7: Classificazione aziende in base al fatturato

Per l'analisi delle aziende rimanenti, ovvero quelle con un fatturato inferiore a 2 milioni di euro, è stata invece effettuata un'analisi a campione (rapporto 1:20). Le aziende così individuate sono state 542, su un totale di 11.596, corrispondente quindi al 5% del totale rimanente.

Analizzando le aziende appartenenti alle prime tre categorie, la prima operazione effettuata su tale lista, è stata individuare ed eliminare tutte le società che avevano intrapreso un percorso di cessazione e/o liquidazione dell'attività, ovvero, tutte le aziende che non erano più attive. Questa operazione ha portato all'esclusione di 808 imprese dall'analisi e, quindi, la ricerca effettiva è avvenuta sulle restanti 3.075 aziende.

Il passaggio successivo, è stato raggruppare le varie imprese in base all'attività svolta. La ripartizione è avvenuta seguendo la classificazione ATECO presentata in Figura 2.8 ed ha permesso di suddividere le differenti società rimanenti in cinque gruppi differenti.

<b>SUDDIVISIONE</b>	<b>NUMERO AZIENDE</b>
<b>14.1</b>	<b>1.257</b>
<b>14.2</b>	<b>22</b>
<b>14.3</b>	<b>250</b>

<b>15.1</b>	<b>695</b>
<b>15.2</b>	<b>851</b>
<b>TOTALE</b>	<b>3.075</b>

Figura 2.8: Suddivisione aziende in base al codice ATECO

I gruppi in questione, corrispondono ai settori dell’abbigliamento (codice 14.1 – 14.2 – 14.3), delle pelli (codice 15.1) e delle calzature (codice 15.2). La tabella 1.18 illustra la ripartizione delle aziende nei vari gruppi.

In percentuale, il 41% delle aziende è stato inserito nel gruppo con codice identificativo 14.1, cioè, 1.257 svolgono l’attività di “Confezione di articoli di abbigliamento, eccetto l’abbigliamento in pelliccia”; 22 sono invece quelle che fanno parte del gruppo 14.2, svolgono l’attività di “Fabbricazione di articoli in pelliccia”, e corrispondono soltanto all’1% del totale; mentre, le imprese del gruppo con codice 14.3, che svolgono l’attività di “Fabbricazione di articoli di maglieria”, sono l’8% dell’intero campione considerato, ovvero 250.

Per quanto riguarda le attività con codice identificativo 15, quelle del gruppo 15.1, 695 imprese svolgono l’attività di “Preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria; preparazione e tintura di pellicce”, e sono il 22%; mentre, le attività di “Fabbricazione di calzature”, con codice 15.2, sono il 28% del totale, ovvero 851 (Figura 2.9).

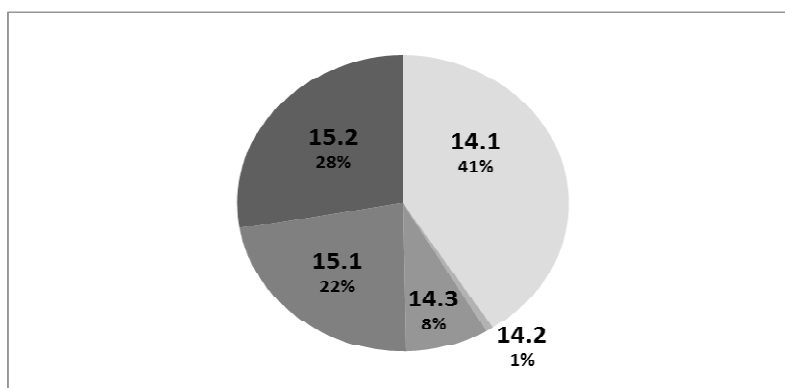


Figura 2.9: Suddivisione percentuale aziende in base al codice ATECO

Una volta completata la fase di raccolta delle informazioni, i dati individuati sono stati esaminati e rielaborati in modo da ottenere conclusioni significative, rispetto agli obiettivi di indagine.

## **2.4 *Analisi delle Practices: risultati***

### **2.4.1 *Risultati: aziende Micro***

Come conseguenza del campionamento al 5%, sono state estratte, dalle rimanenti 11.596 aziende dal *database* AIDA, 542 società. La prima parte dell'indagine, relativa all'analisi dei siti web ufficiali, ha confermato quanto sospettato a priori, infatti, ben 503 imprese appartenenti a questa categoria non avevano un proprio sito internet e soltanto il 7% del campione analizzato, corrispondente a 39 aziende, aveva un sito ancora attivo. Tra le imprese con sito web ufficiale, soltanto quattro dichiarano di svolgere almeno una azione sostenibile. Indicativamente, se volessimo estendere in linea teorica la nostra ricerca a tutta la popolazione di aziende, tramite una proporzione risulterebbe che, su 11.596, soltanto 85 aziende, dovrebbero potenzialmente adottare almeno una pratica sostenibile.. A titolo puramente informativo, visto il numero esiguo di casistiche individuate tale da non permettere alcun tipo di analisi affidabile, elenchiamo le pratiche adottate dalle quattro aziende individuate:

- un'azienda ha conseguito una “Certificazione di prodotto” (vedi paragrafo 2.1, Modello di mappatura), corrispondente alla pratica numero 5;
- un'altra, invece, ha conseguito una “Certificazione di processo” (pratica numero 27);
- le ultime due aziende hanno adottato la pratica numero 9, “Riduzione delle emissioni di materie prime dannose”.

I dati numerici, riguardanti le aziende micro, riportati nel presente paragrafo, sono sintetizzati nella Figura 2.10.

Totale aziende con fatturato inferiore ai 2 milioni di €	11.596
Totale aziende scelta del campione	542
Totale aziende, scelte del campione, con sito web	39
Aziende del campione che adottano pratiche sostenibili	4
% aziende del campione con sito web	7,2 %
% aziende che svolgo azioni sostenibili	0,74 %
Stima del numero di aziende, che adottano pratiche sostenibili, sul totale della popolazione	85

Figura 2.10: Riassunto risultati aziende Micro

### 2.4.2 Risultati: analisi dell'aggregato totale

Partendo dalla lista di 3.075 aziende (Large, Medium, Small), è stata effettuata una ulteriore scrematura che ha eliminato tutte le imprese che non possedevano un sito web oppure che lo avevano, ma non risultava essere adeguatamente strutturato. Tale scrematura, ha prodotto l'esclusione di 774 società, corrispondente al 25% circa di tutte le aziende considerate, abbassando il numero della imprese restanti a 2301. L'analisi dei siti web ha evidenziato un risultato significativo, solamente 204 aziende danno comunicazione di adottare almeno una singola pratica *green* in ambito di sostenibilità ambientale. Se convertiamo il dato appena riportato in percentuale, le imprese che non svolgono alcuna pratica sono il 91% del totale considerato (2301).

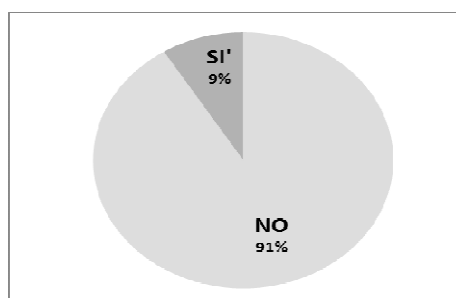


Figura 2.11: Percentuali di aziende che adottano almeno una pratica in ambito di sostenibilità.

Nonostante la percentuale non incoraggiante (mediamente il 9%) delle aziende che dichiarano di adottare anche sola una azione in ambito di sostenibilità,



è interessante procedere alla loro analisi specifica, al fine di individuare, tra le imprese in questione, quali sono le prassi più utilizzate. Durante il percorso di analisi ed interpretazione delle informazioni raccolte, il primo passaggio effettuato è stato distribuire le aziende, che adottano pratiche sostenibili, all'interno degli specifici gruppi, determinati dalle attività svolte secondo la classificazione ATECO individuata in Figura 2.5.

All'interno del gruppi 14.1, 14.2, e 14.3 sono state raggruppate complessivamente 1144 aziende, mentre, le aziende appartenenti ai gruppi con codice identificativo 15.1 e 15.2 sono risultate essere complessivamente 1157. Per ciascun gruppo circa il 91% delle aziende appartenenti non dichiara di intraprendere pratiche in ambito di sostenibilità aziendale. La tabella in Figura 2.12 sintetizza quanto appena detto.

	SI	NO
14	96	1048
15	108	1049
TOTALE	204	2.097

Figura 2.12: Distribuzione per codice ATECO delle aziende che adottano almeno una pratica in ambito sostenibilità

La Figura 2.13 mostra i risultati legati all'utilizzo delle principali pratiche di intervento.

Nella tabella sono state evidenziate, in percentuale, le pratiche più utilizzate per ogni area di intervento, classificate in base al Modello di mappatura, descritta al paragrafo 2.1. In generale è facile notare, come la maggior parte delle pratiche utilizzate dalle aziende che dichiarano di intraprendere almeno un intervento in ambito di sostenibilità ambientale intervengano a livello di "Prodotti e Servizi" (73%) con particolare attenzione all'utilizzo di prodotti o servizi *eco-friendly* o comunque certificati.

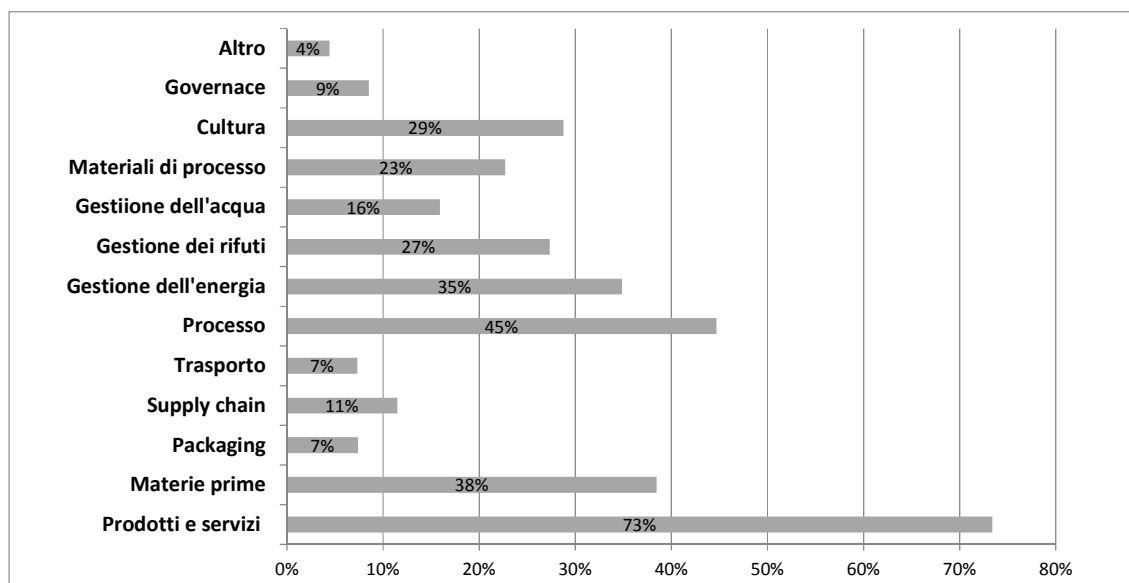


Figura 2.13: Percentuali degli ambiti di intervento sostenibile.

Anche le pratiche riguardanti i processi produttivi, e in modo specifico la loro certificazione, risultano largamente utilizzati (45%).

Altri ambiti importanti riguarda le “Materie Prime” e la “Gestione dell’energia”. Gli interventi sono adottati in media rispettivamente da circa il 38% e il 35% delle aziende che decidono di intraprendere un percorso di sostenibilità al loro interno.

Fattori e pratiche riguardanti aree di intervento relative a la Cultura o la *Governance*, non risultano ancora ricevere la necessaria considerazione. Ciò risulta ovviamente limitante, in quanto tali macro aree di intervento rappresentano, in un certo senso, il terreno fertile per la nascita e la successiva adozione di qualunque altro tipo di attività o pratica sostenibile.

Al fine di fornire informazioni più accurate sulle pratiche più comunemente adottate in ambito *green* dalle aziende operanti all’interno del sistema moda, nelle figure seguenti, è riportata la percentuale legata all’adozione di ogni singola pratica (sulla base del modello di mappatura individuato precedentemente). Nelle figure che seguono è inoltre possibile visualizzare un dettaglio per i due gruppi principali di codice ATECO, corrispondenti ai settori dell’abbigliamento (gruppo 14) e delle

pelli e calzature (gruppo 15). La Figura 2.14 rappresenta le percentuali di azioni sostenibili nell’ambito dei Prodotti e Servizi.

Categoria	Sub-categoria	Pratiche	14	15
Prodotti e Servizi	Prodotti e Servizi	<i>Metodologie per il calcolo dell'impatto ambientale lungo tutto il ciclo di vita del prodotto</i>	4%	1%
		<i>Prodotti e servizi più efficienti</i>	7%	9%
		<i>Prodotti e servizi eco-compatibili</i>	21%	23%
		<i>Prodotti e servizi che migliorano la sostenibilità del cliente</i>	1%	0%
		<i>Certificazioni</i>	33%	46%
		<i>Eco-design</i>	0%	1%
	Materie Prime	<i>Utilizzo di materiali riciclati, riciclabili o da fonti rinnovabili</i>	15%	17%
		<i>Approvvigionamento di energia da fonti sostenibili</i>	5%	7%
		<i>Riduzione dell'utilizzo di materiali dannosi</i>	7%	16%
		<i>Utilizzo di materie prime vicino al punto di reperimento</i>	2%	1%
		<i>Materie Prime che consentono la riduzione delle risorse</i>	1%	5%
	Packaging	<i>Packaging riutilizzabile</i>	3%	2%
		<i>Materiali riciclabile e rinnovabili</i>	5%	4%
		<i>Riduzione del peso e dell'ingombro</i>	1%	0%

Figura 2.14: Percentuale delle singole pratiche svolte - Prodotti e Servizi

Possiamo subito notare come, in questo ambito, le pratiche più diffuse sono le “certificazioni di prodotto”, adottate da un terzo delle aziende del gruppo 14 e da quasi la metà delle aziende del gruppo 15. La seconda pratica più diffusa, invece, è quella relativa alla realizzazione di “prodotti e servizi eco-compatibili”. Infine, la terza pratica più utilizzata è quella riguardante l’uso di “materie prime riciclate, riciclabili o provenienti da fonti rinnovabili”.

La Figura 2.15 rappresenta la percentuale di pratiche utilizzate nell’ambito del *Supply Chain Management*. Questa categoria è stata presa poco in

considerazione dalle varie aziende. Infatti, è possibile riscontrare picchi di adozione pari massimo al 5%.

Categoria	Sub-categoria	Pratiche	14	15
Supply Chain Management	Supply Chain	<i>Selezione di fornitori con forti credenziali ambientali</i>	5%	2%
		<i>Incentivare a implementare e migliorare le pratiche sostenibili</i>	4%	5%
		<i>Certificazioni di fornitura</i>	3%	4%
	Trasporti	<i>Ottimizzazione delle reti di distribuzione</i>	5%	2%
		<i>Pianificazione ottimale dei percorsi</i>	2%	1%
		<i>Sfruttamento della capacità di carico, dei mezzi di trasporto</i>	0%	0%
		<i>Utilizzo di veicoli alternativi</i>	3%	2%
		<i>Monitoraggio e promozione di una guida efficiente</i>	0%	0%

Figura 2.15: Percentuale delle singole pratiche svolte - Supply Chain Management

La Figura 2.16, presentata di seguito, racchiude, invece, le pratiche facenti parte la categoria del Processo produttivo.

Categoria	Sub-category	Pratiche	14	15
Processo produttivo	Processi	<i>Metodologie per il calcolo dell'impatto ambientale, lungo tutta la produzione</i>	5%	0%
		<i>Utilizzo di biotecnologie</i>	0%	0%
		<i>Valutazione dei rischi e misurazione delle performance</i>	1%	6%
		<i>Sviluppo di linee guida</i>	4%	4%
	Energia	<i>Certificazioni di processo</i>	22%	46%
		<i>Processi e Siti di produzione più efficienti</i>	19%	20%
		<i>Produzione di energia da fonti rinnovabili</i>	1%	0%
		<i>Utilizzo di energie rinnovabili</i>	9%	6%
	Acqua	<i>Gestione sostenibili ed efficiente della domanda di energia</i>	8%	7%
		<i>Riduzione del consumo</i>	0%	0%
		<i>Pulizia e trattamenti</i>	6%	9%
	Rifiuti e Sprechi	<i>Riciclo e riutilizzo dell'acqua</i>	2%	14%
		<i>Utilizzo del CCS</i>	0%	1%
		<i>Eliminazione degli sprechi</i>	0%	0%
<i>Riduzione dei rifiuti pericolosi</i>		4%	2%	
		<i>Riduzione dei rifiuti solidi e delle</i>	9%	9%

		<i>emissioni nell'aria</i>		
		<i>Gestione dei rifiuti</i>	1%	2%
		<i>Recupero e riutilizzo</i>	1%	11%
		<i>Utilizzo dei rifiuti come fonte energetica</i>	6%	8%
	Materiali di processo	<i>Utilizzo efficiente delle risorse</i>	5%	7%
		<i>Riduzione dell'utilizzo di materiali dannosi</i>	7%	7%
		<i>Prevenzione da contaminazioni dell'ambiente</i>	7%	12%

Figura 2.16: Percentuale delle singole pratiche svolte – Processo produttivo

All'interno di questa macro categoria, la pratica più utilizzata risulta essere quella relativa alla “certificazione di processo”. Conseguire una certificazione, è un modo per avvalorare l'attenzione verso l'ambiente e dimostrare, ai consumatori, che l'azienda si sta impegnando in un'ottica di produzione sostenibile. Quasi la metà delle aziende del settore delle pelli e calzature, adottano questo tipo di pratica.

Un'altra pratica ampiamente diffusa è quella orientata verso una ricerca di maggiore “efficienza dei processi” di produzione. In tal senso è possibile affermare che la sostenibilità non sia per le aziende solamente un valore derivante da considerazioni di tipo etico, ma anche da aspetti di tipo economico. Infatti, da una maggiore efficienza produttiva, si trae conseguentemente anche una riduzione dei costi, abbattendo gli sprechi ed incrementando così il profitto. Ad oggi, tale pratica è implementata da circa un quinto del totale delle imprese di settore.

Alcune aziende del settore delle pelli e delle calzature mostrano particolare attenzione verso la “riduzione di inquinamento dell'acqua”, verso la “riduzione dei rifiuti e degli sprechi” e dei “materiali dannosi” per l'ambiente. Mentre, alcune aziende del settore dell'abbigliamento, hanno interesse verso l'utilizzo di “energie rinnovabili”, la riduzione di “materiali dannosi”, la “riduzione dei rifiuti” e il loro utilizzo come fonte energetica.

La Figura 2.17 mostra, invece, la percentuale di diffusione appartenente alle pratiche relative alla macro area Cultura.

Categoria	Pratiche	14	15
Cultura	<i>Coinvolgimento di tutte le funzione dell'impresa</i>	1%	1%
	<i>Sensibilizzazione e promozione di una cultura eco-sostenibile</i>	4%	12%
	<i>Cooperazioni e partnership con stakeholder, organizzazioni, associazioni, comunità locali, etc</i>	10%	6%
	<i>Stimolo dei clienti ad adottare pratiche sostenibili</i>	18%	6%

Figura 2.17: Percentuale delle singole pratiche svolte - Cultura

Le aziende di abbigliamento, in piccola parte, cercano di sensibilizzare e coinvolgere l'ambiente esterno, attraverso la creazione di accordi con partner, organizzazioni, associazioni, ed in generale con tutti gli *stakeholder*. Inoltre, il 18% di esse cerca di stimolare i clienti ad un atteggiamento più sostenibile. Le aziende di calzature e pelli, anche se in piccola parte, adottano azioni volte a stimolare i clienti e gli stakeholder a un comportamento più responsabile. Circa il 12%, invece, promuove una cultura eco-sostenibile.

La Figura 2.18 riporta le percentuali relative alla Governance. I livelli di interesse sono limitati e questo, come comprensibile, non risulta essere un aspetto incoraggiante.

Categoria	Pratiche	14	15
Governance	<i>Realizzazione di Documenti, Report</i>	2%	3%
	<i>Sezioni, sui siti ufficiali delle aziende, dedicate al tema della sostenibilità</i>	5%	6%
	<i>Sustainability Advisory Board</i>	1%	0%

Figura 2.18: Percentuale delle singole pratiche svolte - Governance

Infine, nella Figura 2.19, sono inserite tutte le pratiche sostenibili che non hanno trovato spazio nei precedenti raggruppamenti. Non ci sono pratiche di rilievo e le percentuali di utilizzo sono tra lo 0% e il 2% del totale analizzato.

Categoria	Pratiche	14	15
Altro	Preservazione della biodiversità	2%	1%
	Preservazione del clima	1%	1%
	Creazione di foreste	1%	0%
	Miglioramento della qualità dell'aria nei pressi degli impianti	2%	0%
	Acquisizione di certificati verdi	0%	1%
	Vari ed eventuali	0%	0%

Figura 2.19: Percentuale delle singole pratiche svolte - Altro

### 2.4.3 Risultati: analisi relativa al settore delle pelli e delle calzature

Il settore delle pelli e delle calzature è identificato dal codice 15 della Classificazione ATECO. Nello specifico, le due attività presenti all'interno di questo raggruppamento sono:

- “Preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria; preparazione e tintura di pellicce” (codice 15.1);
- “Fabbricazione di calzature” (codice 15.2).

Per mezzo del *database* AIDA è stato possibile individuare 1.546 aziende. Anche in questo caso, il primo *step* effettuato è stato cercare i siti web ufficiali ed eliminare dalla lista di analisi le imprese che non risultavano possedere un sito internet proprio. Al termine di questa fase sono state escluse 389 imprese (circa 25%). L'analisi è stata quindi condotta sulle restanti aziende. Come mostra la Figura 2.20, delle 1.157 società rimaste, il 55% di queste fa parte del gruppo 15.2, mentre, il 45% del gruppo 15.1.

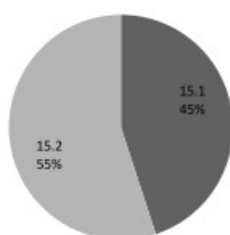
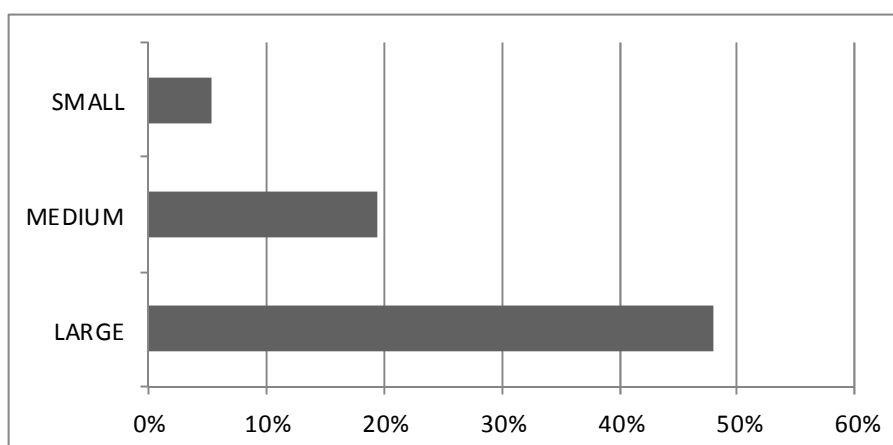


Figura 2.20: Suddivisione percentuale delle aziende del settore pelli e calzature per codice ATECO

Adottando la tecnica per l'interpretazione dei dati precedentemente descritta e riportata in Figura 2.7, si è proceduto alla suddivisione delle aziende appartenenti ai settori delle pelli e delle calzature in tre differenti categorie di fatturato, ovvero *Large*, *Medium* e *Small*. In seguito a tale operazione, il risultato ha evidenziato che, su 1.157 aziende, soltanto 108 imprese hanno dichiarato di adottare almeno una pratica sostenibile (Figura 2.21) e, di queste, il 69% fa parte del gruppo 15.1, mentre, il restante 31%, del gruppo 15.2.

Come si evince dalla tabella, al diminuire del fatturato, diminuisce anche l'intensità con la quale le varie aziende perseguono le azioni di sostenibilità ambientale, infatti, circa la metà delle grandi imprese risultano essere attive da questo punto di vista; tale percentuale scende al 19% per le aziende appartenenti al gruppo *Medium*; ed infine, soltanto il 5% circa delle aziende *Small* adotta almeno una pratica sostenibile.



	SI
<b>Large</b> (fatturato > 50 mln €)	13
<b>Medium</b> (10 mln € < fatturato < 50 mln €)	50
<b>Small</b> (2 mln € < fatturato < 10 mln €)	45
<b>TOTALE</b>	108

Figura 2.21: Riepilogo aziende del settore delle pelli e delle calzature



Procedendo con la descrizione dei risultati ottenuti, la Figura 2.22 presenta le percentuali specifiche delle macro aree di intervento sostenibile, mettendole a confronto con le tre categorie di fatturato di riferimento.

	Small	Medium	Large
<b>Prodotti e Servizi</b>	20%	29%	9%
<b>Materie Prime</b>	18%	6%	9%
<b>Packaging</b>	1%	2%	3%
<b>Supply Chain</b>	2%	2%	12%
<b>Trasporti</b>	0%	3%	3%
<b>Processi produttivi</b>	15%	15%	21%
<b>Risparmio Energetico</b>	8%	9%	21%
<b>Riduzione dei rifiuti</b>	10%	10%	0%
<b>Acqua</b>	11%	7%	3%
<b>Materiali di processo</b>	7%	4%	3%
<b>Cultura</b>	4%	10%	18%
<b>Governance</b>	1%	3%	0%
<b>Altro</b>	1%	1%	0%

Figura 2.22: Percentuali degli ambiti di intervento, aziende di calzature e pelletterie

Come si deduce dai dati inseriti nella tabella, le tre categorie di aziende, hanno promosso pratiche sostenibili diversa tra loro. Infatti, non si identifica una macro area in cui riscontrare dati totalmente omogenei.

Per il gruppo di imprese *Large* (con fatturato annuale superiore a cinquanta milioni di euro) gli ambiti di intervento principali sono tre. Il primo riguarda il “Risparmio energetico”, che impegna il 21% del totale di aziende considerato. Il secondo riguarda gli interventi sui “Processi produttivi” e coinvolge anch’esso il 21% delle imprese. Infine, la “Cultura”, ambito che interessa circa il 18% delle attività totali. Le restanti pratiche sono considerate in piccola parte (circa un decimo del totale delle aziende che svolgono azioni sostenibili) e sono: “*Supply Chain*” (12%), “Prodotti e Servizi” (9%) e “Materie Prime” (9%).

Per quanto riguarda le aziende *Medium* (fatturato compreso tra cinquanta e dieci milioni di euro) quasi un terzo adotta pratiche sostenibili nell’ambito dei “Prodotti e Servizi”. La differenza con le altre aree di intervento è notevole, infatti,

subito dopo riscontriamo l'ambito dei "Processi produttivi", ma solo con il 15% delle imprese. Altri ambiti meritevoli di menzione sono: la "Cultura" (10%), la "Riduzione dei rifiuti" (10%); il "Risparmio energetico" (9%). Infine, due ambiti sono in piccola parte considerati, ovvero le "Materie Prime", con il coinvolgimento del 6% delle imprese di riferimento e gli interventi volti a ridurre l'impatto negativo sull' "Acqua", che interessano il 7% del campione analizzato.

Infine, le aziende *Small* (fatturato compreso tra due e dieci milioni di euro) hanno distribuito il loro interesse in più tipologie di intervento. Al primo posto, il 20% circa di attività concentra le sue iniziative sostenibili verso i "Prodotti e Servizi"; segue, col 18% di interesse, l'ambito delle "Materie Prime"; ed infine, con il 15%, l'ambito dei "Processi produttivi". Oltre a ciò, sono utilizzate anche pratiche relative alla riduzione dell'inquinamento sull' "Acqua" (11%), alla "Riduzione di rifiuti e sprechi" (10%), al "Risparmio energetico" (8%) e alla "Riduzione dell'utilizzo di Materiali dannosi" (7%).

Il seguente grafico (Figura 2.23) è volto a riassumere visivamente tutto ciò che è stato appena affermato. Prendendo in considerazione tutte le 57 pratiche potenzialmente adottabili dalle aziende della moda, anche in questo caso, sono state individuate le specifiche azioni di sostenibilità ambientale più diffuse. Le pratiche più utilizzate sono, in ordine, la numero 5, la numero 19 e la numero 3. Oltre la metà delle imprese del settore adottano infatti, rispettivamente, "Certificazioni di Prodotto" e "Certificazioni di Processo"; mentre, al terzo posto, troviamo la pratica numero 3 (Prodotti e Servizi eco-compatibili) utilizzata dal 25% delle aziende. A seguire, per ordine di importanza, sono state individuate le seguenti azioni di sostenibilità: la numero 7 (Materiali riciclabili, riciclati e da fonti rinnovabili) con il 18% di utilizzo; la numero 9 (Riduzione dell'utilizzo di materiali dannosi) con il 17%; la numero 25 (Pulizia e trattamenti dell'acqua) con il 15%; ed infine, la numero 32 (Recupero e riutilizzo di rifiuti) con il 12%.

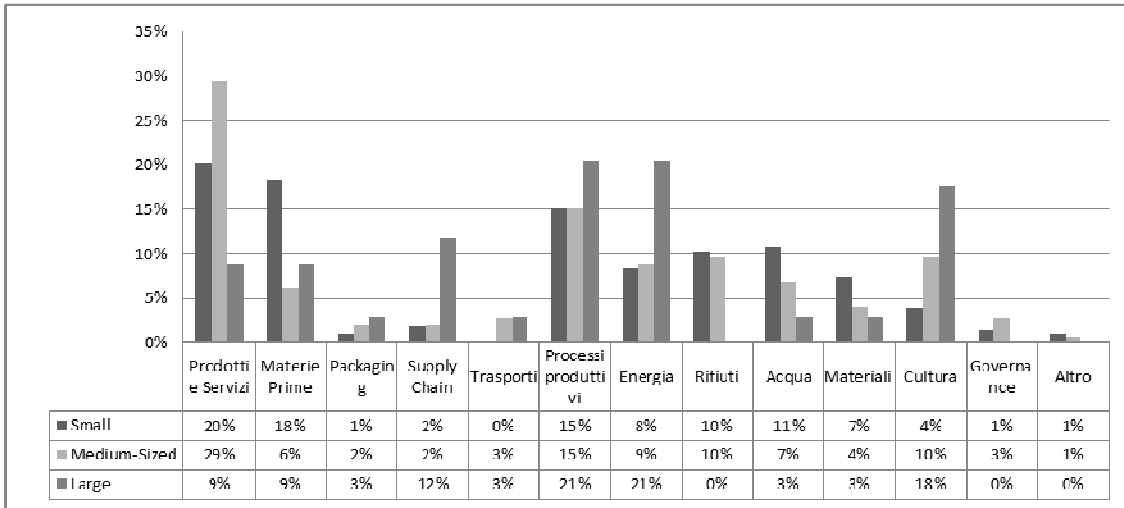


Figura 2.23: Ambiti di intervento, aziende di calzatura e pelletterie

Gli ultimi risultati da valutare sono quelli relativi agli specifici ambiti, 15.1 e 15.2. La Figura 2.24 evidenzia i livelli di utilizzo delle macroaree di intervento sostenibile, mettendo a confronto i due settori di riferimento, ovvero le pelli (15.1) e le calzature (15.2).

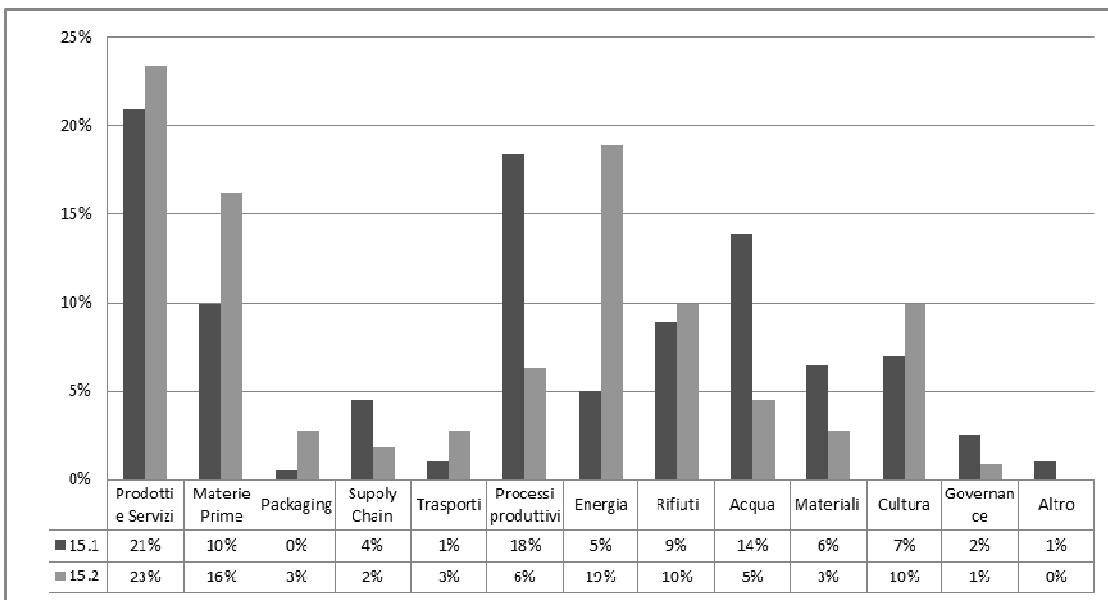


Figura 2.24: Ambiti di intervento, aziende gruppi 15.1 e 15.2

L’analisi di questi risultati evidenzia un maggiore interesse verso i “Prodotti e Servizi”. Le attività del gruppo 15.1 risultano essere più interessate, rispetto al

gruppo 15.2, ai “Processi produttivi” e alla gestione delle “Risorse idriche”. Mentre, le aziende del gruppo 15.2 risultano intraprendere politiche *green* legate ad interventi sulle “Materie Prime”, sulla “Riduzione dei rifiuti e degli sprechi” e, soprattutto, sul “Risparmio energetico”.

## **2.5 Conclusioni e riepilogo dei principali risultati**

Il risultato principale, frutto dell’attività di analisi condotta, mostra che, delle 2.301 aziende, soltanto 204 (9% del totale) dichiarano di adottare almeno una pratica di sostenibilità ambientale, evidenziando un impegno limitato in tale ambito per le aziende dei settori dell’abbigliamento, della pelle e delle calzature. Premesso ciò, è interessante sottolineare alcuni valori individuati, per capire se alcune tipologie di aziende o alcuni settori possono essere considerati più *green* rispetto ad altri. Se si considerano i due gruppi principali di analisi, identificabili dai codici ATECO 14 (96 aziende del settore dell’abbigliamento) e 15 (108 aziende tra calzaturifici e pelletterie), possiamo notare come entrambi abbiano per area di intervento principale quella dei “Prodotti e Servizi”. Le pratiche più utilizzate sono state: “conseguire certificazioni di prodotto” e “prodotti e servizi eco-compatibili”. Circa il 33% delle aziende di abbigliamento e il 46% delle pelletterie e calzaturifici hanno infatti ottenuto certificati utili a dimostrare la qualità e la sostenibilità dei propri prodotti. Sempre nello stesso ambito, la seconda pratica più utilizzata ha riguardato prodotti e servizi “eco-compatibili” (21% gruppo 14 e 23% gruppo 15).

Oltre agli interventi sui prodotti, le aziende della moda si sono concentrate anche nell’ambito dei “Processi produttivi” e delle “Materie prime”. Circa il 22% delle aziende di abbigliamento e il 46% dei calzaturifici e delle pelletterie, hanno ottenuto certificazioni attestanti processi produttivi sostenibili e, rispettivamente, circa il 19% e 20% stanno cercando di ridurre l’inquinamento attraverso una produzione più efficiente. Un’attività sostenibile può essere raggiunta anche attraverso l’utilizzo di materiali riciclati, riciclabili oppure ottenuti da fonti rinnovabili, pratica utilizzata dal 15% e dal 17% dei gruppi 14 e 15.

PRATICHE	14	15
Certificazioni di prodotto	33%	46%
Certificazioni di processo	22%	46%
Prodotti e Servizi eco-compatibili	21%	23%
Processi più efficienti	19%	20%
Materiali riciclati, riciclabili e da fonti rinnovabili	15%	17%

Figura 2.25: Riepilogo delle pratiche sostenibili più utilizzate

Sostanzialmente, le pratiche sopra menzionate sono quelle più diffuse tra le imprese della moda. Altre azioni sono poco adoperate, ma meritevoli di essere ricordate. Per le aziende di abbigliamento, ad esempio, una pratica utilizzata è quella relativa allo stimolare i clienti ad adottare un comportamento più responsabile (18%). Mentre, per i calzaturifici e le pelletterie sono risultate importanti le pratiche utili a ridurre l'inquinamento dell'acqua (14%) e l'utilizzo di materiali dannosi all'interno dei processi produttivi (16%).

Alcune delle differenze e dei diversi valori determinati, possono essere dovuti alla tipologia di attività svolta. Dall'analisi del settore della pelle, alcune pratiche possono essere maggiormente utilizzate, rispetto ad altre, a causa al diverso processo di produzione. Ad esempio, le aziende della divisione 15.1 ("Preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria; preparazione e tintura di pellicce") devono gestire una maggiore quantità di sostanze tossiche e un enorme volume di acqua. Mentre, le imprese della divisione 15.2 ("Fabbricazione di calzature") hanno rivolto maggiore attenzione verso la produzione di energia, rispetto alle prime. Inoltre, i calzaturifici sono risultati, dal punto di vista dimensionale, più grandi rispetto alle pelletterie; questo ha influenzato il risultato relativo alle politiche orientate verso l'introduzione di una "Cultura" *green* all'interno dell'azienda, che risultata essere stata maggiormente presa in considerazione dalle imprese che fabbricano calzature.

All'interno di ogni settore, sono stati, inoltre, ricavati dei risultati aggiuntivi, ottenuti dalla scomposizione delle aziende in tre gruppi: *Large*, *Medium* e *Small*. In questo caso, le imprese non sono state distinte sulla base dell'attività svolta, ma dal livello di fatturato conseguito nel 2011.

Per le grandi aziende di abbigliamento (*Large*), la maggior parte delle pratiche adottate rientra nell'ambito della "Cultura" (21%). Questo dato non sorprende, infatti, le grandi firme della moda, sono costantemente al centro dell'attenzione mediatica e subiscono pressioni pubbliche maggiori. Come conseguenza di ciò è comprensibile la volontà di stimolare una propensione maggiore sul fornire le informazioni riguardanti le proprie azioni sostenibili e sul coinvolgere i propri *stakeholder*, utilizzando quindi una corretta diffusione di una *green culture* all'interno dell'azienda e del network, come trampolino di lancio per ristrutturare i propri processi e creare valore aggiunto. Altro aspetto riguarda probabilmente il fatto che, le grandi imprese, sono composte da dipendenti con un livello di istruzione media più elevato rispetto alle realtà minori, e questo potrebbe tradursi in una più profonda consapevolezza verso l'importanza di una attività sostenibile a difesa dell'ambiente.

La veridicità di quanto affermato è confermata se osserviamo le altre due categorie di imprese (*Medium* e *Small*), con fatturato minore e quindi, con minore visibilità, che presentano, al diminuire sia dei ricavi che della loro dimensione, sempre meno interesse verso una cultura eco-sostenibile.

Gli ambiti che prediligono le aziende *Medium* e *Small*, del settore dell'abbigliamento, sono stati invece quelli dei "Prodotti e Servizi", rispettivamente 29% e 27%. In più, il 18% delle *Medium* svolge azioni sostenibili legati al risparmio energetico, giustificabile anche per un interesse economico, dato che maggiore efficienza e risparmi sull'uso di energia, oltre che inquinare meno, permette la riduzione dei costi di produzione. Mentre, il 21% delle aziende *Small* intervengono sui processi produttivi, per ridurre l'impatto negativo sull'ambiente.

Concentrandosi sulle società produttrici di calzature e sulle pelletterie, l'ambito di intervento più importante per le *Large* è quello dei "Processi produttivi" (21%) e del "Risparmio energetico" (21%), seguito proprio dalla "Cultura" (18%). Le aziende *Medium*, invece, prediligono gli interventi su "Prodotti e Servizi" (29%). Infine, le aziende *Small* si concentrano maggiormente, oltre che su "Prodotti e Servizi" (20%), sulle "Materie Prime" (18%), in modo da scegliere quelle meno dannose per il nostro ecosistema.

Altri ambiti di intervento, invece, sono risultati, in generale, di minore interesse e considerazione, nonostante la loro potenziale importanza per la difesa della salute del pianeta. Un ambito di questo tipo, che escluse poche eccezioni, è stato scarsamente preso in considerazione, è quello del “*Supply Chain Management*”. Sono state soprattutto le aziende di piccola o media dimensione, come prevedibile, ad avere una scarsa propensione ad intraprendere attività di tipo *green* attinenti a questa macro-area. L’abbattimento di alcuni vincoli tecnologici inoltre ha facilitato, e faciliterà sempre di più, il trasporto e la distribuzione delle merci. Perciò una *supply chain* sostenibile potrebbe rivelarsi importante sia dal punto di vista interno all’azienda, per la diffusione dei propri prodotti semilavorati o finiti, che dal punto di vista dell’approvvigionamento delle materie prime o semilavorati, scegliendo i fornitori adeguati, in possesso dei valori *green* e in linea con le politiche sostenibili dell’azienda. Pertanto, è prevedibile che, tra i criteri di valutazione della sostenibilità, verrà introdotta anche la pratica “scelta dei fornitori” (come alcune grandi aziende stanno già facendo).

Soffermando l’attenzione sulla catena di approvvigionamento, è fondamentale ribadire l’importanza del trasporto delle merci, elemento chiave nello svolgimento di una attività imprenditoriale. Una gestione corretta dello spostamento dei prodotti, oltre che rendere l’attività più efficiente e quindi meno costosa, può ridurre drasticamente le emissioni dannose. Infatti, le aziende della moda hanno l’esigenza di dislocare la lavorazione dei prodotti in svariate località del mondo, e le materie prime o semilavorate attraversano molte zone dell’emisfero prima di divenire prodotto finito. Ad esempio, ci sono molti casi in cui le aziende europee trasferiscono in Cina parte della produzione, per poi trasportarla nuovamente in Europa esclusivamente per eseguire le fasi di lavorazione finali.

Altra area rilevante, che è stata sostanzialmente trascurata, è quella relativa al “*Packaging*”. Questo ambito di intervento potrebbe rivelarsi molto utile per ridurre l’inquinamento ambientale. Infatti, è presente in tutte le fasi della lavorazione e del ciclo di vita del prodotto. Se adeguatamente considerato, potrebbe determinare risultati significativi, come la riduzione del consumo di

risorse oppure la riduzione di inquinamento durante il suo smaltimento, e la conseguente diminuzione di rifiuti inquinanti. Nonostante il rilevante impatto che questa area potrebbe potenzialmente avere sulle performance di sostenibilità, l'attenzione ad essa è stata limitata, perciò, necessiterebbe di un miglioramento significativo.





---

---

***Capitolo 3:***  
***Il progetto ZeroImpact***

### 3.1 Obiettivi del progetto ZeroImpact

Come detto nel capitolo introduttivo il progetto ZeroImpact si pone come obiettivo di riferimento la creazione di una politica di gestione virtuosa dei cascami di pelletteria per le aziende appartenenti alla filiera concia-pelletteria-calzature della regione Toscana. In accordo con le linee guida relative alla gestione di una *Green Supply Chain*, l'obiettivo del progetto è il raggiungimento di una "soglia di impatto zero" sia in termini di quantità di materiale scartato sia dei costi relativi alla gestione dei cascami di pelle stessi. A tal fine, in base a fattori come la tipologia dello scarto e la quantità di volumi in gioco, l'intero progetto mira ad individuare una o più soluzioni percorribili tanto in termini di ottimizzazione logistica quanto di riutilizzo dei materiali scartati.

### 3.2 La survey

Nei paragrafi seguenti verranno ripercorse nel dettaglio tutte le fasi descrittive della *survey* di tipo esplorativo condotta, utile al fine di elaborare una stima delle quantità di cascami (e della loro tipologia) prodotte dal distretto. Stimare il problema risulta essere infatti il primo necessario step per l'individuazione di soluzioni alternative percorribili.

#### 3.2.1 Definizione del campione

Il campione selezionato è stato fornito dalla Camera di Commercio e composto di 309 aziende dislocate nel comune di Scandicci.

PR	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	CA	COMUNE	FRAZIO	DIP	TELEFON	CAPITAL	ATTIVITA'	CODICI-ATTIVITA'	VALUTA-CAPITA'
FI	3 C PELLETERIE S.R.L.	VIA NEWTON 30	50018	SCANDICCI - FI		19		10.000,00	PELLETERIA DAL 16-04-2007	15.12 A	EURO
FI	A. S. DI ADNOLFI ANTONIA & C. S.N.C.	VIA DI PONTE A GREVE	50018	SCANDICCI - FI		0	055/259534	10.000,000	LAVORAZIONE DI ARTICOLI DI PICCOLA	15.12 P	LIRA ITALIANA
FI	A.B. FLORENCE S.R.L.	VIA DELLE NAZIONI UNI	50018	SCANDICCI - FI		52	055/7224118	95.000,00	PRODUZIONE PELLETERIE ARTISTICHE.	15.12 P	EURO
FI	AGENA 2000 S.R.L.	VIALE EUROPA 66/A	50018	SCANDICCI - FI		9		10.000,00	PRODUZIONE E LAVORAZIONE DI GENE	15.12.09 A	EURO
FI	AGNOLONI PATRIZIA	VIA DEI PRATONI 3/INT.	50018	SCANDICCI - FI		9	055/721636		LAVORAZIONE ARTICOLI DI PELLETER	15.12 A	
FI	ALBATROS S.A.S. DI E. PRIZANI E C.	VIA MEUCCI 31	50018	SCANDICCI - FI		9	055/720221	10.845,60	PRODUZIONE DI ARTICOLI IN PELLE E IN	15.12 P	EURO
FI	ALEX DI MEUCCI MAURIZIO	VIA GIORGIO AMBROSI	50018	SCANDICCI - FI		6	055/757070		PRODUZIONE DI ARTICOLI DI PELLETER	15.12 A	
FI	AMADEUS S.N.C. DI TANCA SONIA E MARINA	VIA DEI PRATONI 9/23L	50018	SCANDICCI - FI		5	055/7310298	4.131,66	PRODUZIONE DI ARTICOLI DI PELLETER	15.12 A	EURO
FI	AMOS DI GORGONE PETRO	VIA CASTELPULCI 14/C	50018	SCANDICCI - FI					PRODUZIONE DI ARTICOLI DI PELLETER	15.12.09 A	
FI	ANITA PELLETERIA S.R.L.	VIA DI CASTELPULCI 14	50018	SCANDICCI - FI				10.000,00	PELLETERIA C/TERZI, DAL 07.10.2011	15.12.09 P	EURO
FI	ANSBOT DI SCOTTI ALESSANDRO	VIA DEI PRATONI 3/INT.	50018	SCANDICCI - FI	BORGO AI	0	055/720403		PRODUZIONE ARTICOLI DI PELLETERIA	15.12 A	

Figura 3.1: Sezione del campione

Nell'elenco fornito sono individuabili :

- Denominazione dell'azienda
- Indirizzo fisico (Via, CAP, Comune, Provincia)
- Numero di dipendenti
- Contatto telefonico
- Capitale Sociale
- Descrizione dell'attività svolta
- Codice Ateco (strumento di codifica automatica che consente di attribuire un codice sulla base di una descrizione sintetica dell'attività)

La prima fase della ricerca ha riguardato il completamento delle informazioni contenute nell'elenco fornito, infatti non sempre era disponibile, per ogni azienda, un contatto telefonico attivo. Si è provveduto così, tramite l'utilizzo di motori di ricerca, all'aggiornamento delle informazioni. Una volta aggiornate le informazioni necessarie si è provveduto a contattare tutte le aziende telefonicamente, cercando un contatto diretto con un responsabile per la presentazione del progetto nelle sue modalità e nei suoi obiettivi, cercando di ottenere un indirizzo mail valido a cui poter inviare il questionario o il link per la compilazione via web. La fase di contatto alle aziende si è ripetuta più volte specie per le aziende che mostravano poco interesse o dalle quali comunque si non ottenevano risposte significative. Per agevolare la collaborazione delle aziende, molte delle quali a conduzione familiare, con responsabili poco pratici all'utilizzo di internet, si è dovuto spesso fornire assistenza, intervistando direttamente per via telefonica l'interessato e aiutandolo nella compilazione del questionario qualora vi fossero difficoltà. Durante questa fase è emersa una notevole diffidenza da parte delle aziende, specie le più piccole, che si sono mostrate spesso poco collaborative o interessate.

### 3.2.3 Il questionario

La *survey* è stata condotta attraverso la somministrazione di un questionario (“Introduzione di nuove metodologie innovative e certificate nella gestione degli scarti di produzione della pelletteria”) realizzato appositamente per rispondere agli obiettivi della ricerca. Nella scelta della tipologia di questionario si è optato per una formula mista, comprendente sia domande aperte, sia chiuse che multiple, in quanto questa struttura è sembrata essere l’unica in grado di rispondere pienamente alle esigenze dell’indagine. Di seguito vengono illustrati gli argomenti trattati in ciascuna sezione del questionario. Nella prima parte sono raccolte informazioni di carattere generale sull’azienda e sul mercato in cui opera. Tale sezione è composta sia di domande aperte che a scelta multipla. In particolare è chiesto in dettaglio di specificare:

- Dati relativi all’intervistato: Nome, Cognome, Funzione di appartenenza, Ruolo, Da quanti anni opera all’interno dell’azienda, telefono, mail

**1.1 Dati relativi all’intervistato**  
 Nome, Cognome, Funzione di appartenenza, Ruolo, Da quanti anni opera all’interno dell’impresa, Telefono, E-mail

_____
_____
_____

Figura 3.2: Sezione del questionario

- Dati relativi all’azienda: Ragione sociale, sede legale, eventuale gruppo di appartenenza, numero di dipendenti, fatturato medio, area geografica in cui opera

**1.2 Dati relativi all'azienda**

Nome dell'azienda, Ragione sociale, Sede legale, Eventuale gruppo di appartenenza, Numero di dipendenti, Fatturato medio, Area geografica in cui opera


Figura 3.3: Sezione del questionario

- Andamento del fatturato negli anni 2009, 2010, 2011

**1.3 Andamento fatturato**

<b>FATTURATO</b>	
Indicare il fatturato relativo agli ultimi 3 anni	
2011	
2010	
2009	

Figura 3.4: Sezione del questionario

- Identificazione della tipologia di filiera: identificare la tipologia di prodotto finito a cui è destinato il prodotto dell'azienda, determinando così la filiera di appartenenza dell'azienda

**1.4 Identificazione della tipologia di filiera**

Identificare la tipologia di prodotto finito a cui è destinato il vostro semilavorato, determinando così la filiera di appartenenza della vostra azienda. E' possibile barrare più caselle. In questo caso indicare le differenti percentuali tra le tipologie di prodotto.

(Es. Un centro di taglio può tagliare il 70% della pelle per una filiera che produce borse ed il 30% della pelle per un'altra azienda che produce invece portafogli).

Prodotto finito	Presente	Percentuale
BORSE	<input type="checkbox"/>	
PORTAFOGLI	<input type="checkbox"/>	
CINTURE	<input type="checkbox"/>	
SCARPE	<input type="checkbox"/>	
VALIGIE	<input type="checkbox"/>	
ALTRO ( _____ )	<input type="checkbox"/>	

Figura 3.5: Sezione del questionario

Tutte le suddette informazioni focalizzate sull'azienda risultano indispensabili nell'elaborazione di classificazioni e correlazioni, e permetteranno

una segmentazione dei risultati secondo criteri che riguarderanno la dimensione dell'azienda, il numero di dipendenti, il fatturato e la filiera di appartenenza..

La seconda parte del questionario riguarda invece le attività svolte dell'azienda, indagando nel dettaglio le fasi di lavorazione eseguite all'interno e all'esterno dell'azienda. Queste informazioni risultano indispensabili sia per comprendere l'origine degli scarti ma anche per avere una panoramica più completa sul campione e sulla popolazione di aziende facenti parte del distretto.

- **Lavorazioni interne:** tramite domande a scelta multipla l'intervistato doveva indicare quali fasi fossero svolte internamente dall'azienda, oltre a fornire un intervallo di addetti per ciascuna fase (minore di 5, tra 5 e 10, maggiore di 10) o se possibile indicandone un numero preciso. Le fasi di lavorazione prese in considerazione sono: modellatura e campionatura, concia, taglio, preparazione, soppanatura, assemblaggio, rifinitura e controllo qualità, imballaggio e spedizione.

**1.5 Lavorazioni interne**

Barrare le fasi di lavorazione effettuate **internamente** dalla vostra azienda ed e in caso affermativo indicare il numero esatto di operai dedicati a quella specifica fase

Fase di lavorazione	Presente	Numero di operai dedicati			Indicare numero
MODELLERIA E CAMPIONATURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
CONCIA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
TAGLIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
PREPARAZIONE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
SOPPANNATURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
ASSEMBLAGGIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
RIFINITURA E CONTR. QUALITA'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	
IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> < 5	<input type="checkbox"/> Tra 5 e 10	<input type="checkbox"/> >10	

Figura 3.6: Sezione del questionario

- **Lavorazioni esterne:** l'intervistato doveva in una prima domanda a risposta chiusa indicare se l'azienda utilizzasse centri di taglio esterni, e in caso di risposta affermativa indicarne ragione sociale, indirizzo e contatto telefonico e mail. Tali informazioni hanno permesso di allargare il campione di aziende considerato aggiungendo in alcuni casi nuovi contatti e aziende a cui somministrare il questionario stesso.

**1.6 Lavorazioni esterne**

La vostra azienda utilizza **centri di taglio esterni**?

<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
-----------------------------	-----------------------------

In caso affermativo compilare la tabella relativa a ragione sociale, localizzazione e numero di telefono per ciascun fornitore esterno

Nr.	Ragione Sociale	Telefono	E-mail	Comune e Provincia	Note
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Figura 3.7: Sezione del questionario

- **Lavorazioni esterne:** all'intervistato si chiedeva di rispondere alla domanda chiusa sull'utilizzo o meno di centri di preparazione esterni e in caso affermativo di fornirne ragione sociale, indirizzo, contatto telefonico e mail

La vostra azienda utilizza **centri di preparazione esterni**?

<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
-----------------------------	-----------------------------

In caso affermativo compilare la tabella relativa a ragione sociale, localizzazione e numero di telefono per ciascun fornitore esterno

Nr.	Ragione Sociale	Telefono	E-mail	Comune e Provincia	Note
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Figura 3.8: Sezione del questionario

Il punto successivo del questionario (domanda a scelta multipla) era stato strutturato in modo da indagare qualitativamente e quantitativamente la tipologia



degli scarti prodotti per ciascuna fase interna all'azienda, cercando di ottenere una descrizione quanto più precisa, ma al contempo standardizzata, delle caratteristiche dello scarto stesso. Doveva inoltre fornire informazioni sull'eventuale accumulo di rotoli/pezze di pelle complete per ogni stagione che il cliente non ritirava più indietro

- Tipologia dello scarto: l'intervistato individua le differenti tipologie di scarto di pelletteria prodotto dall'azienda indicando per ciascuna tipologia: quantità, dimensione (minore o maggiore del formato A5), tipo di concia e eventuale presenza di salpe o infustiture.

**1.7 Tipologia dello scarto**

Individuare le differenti tipologie di scarto di pelletteria prodotte dalla vostra azienda indicando per ciascuna tipologia: descrizione, quantità, dimensione, tipo di concia, eventuale presenza di salpe infustiture o similari.

Nr	Descrizione dello scarto (es "scarto della fase di taglio", "scarto delle fase di fustellatura", etc)	Quantità (Kg/mese)	Dimensione (Il formato A5 corrisponde a 20x15cm circa, ovvero la metà di un foglio A4)		Tipologia di concia		Presenza di salpe, infustiture o similari	
			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
1			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
2			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
3			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
4			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
5			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
6			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
7			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
8			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
9			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
10			<input type="checkbox"/> < A5	<input type="checkbox"/> > A5	<input type="checkbox"/> Cromo	<input type="checkbox"/> Vegetale	<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No

La vostra azienda, ogni stagione, accumula rotoli/pezze di pelle complete o quasi che il cliente non ritira più indietro?  
(in caso affermativo specificare la quantità media all'interno di ogni stagione)

<input type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No	Quantità (Rotoli-pezze a stagione):
-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------------

Figura 3.9: Sezione del questionario

- Attuale modalità di smaltimento del cascame: l'ultima domanda del questionario era volta ad indagare su aspetti generali relativi allo smaltimento dei cascami prodotti, indicando la prassi fino ad allora in uso relativa al luogo di accumulo, la frequenza del ritiro, l'azienda addetta al ritiro, la spesa annua per il ritiro e lo smaltimento, i kilogrammi smaltiti ad ogni ritiro e l'eventuale presenza di altri rifiuti speciali oltre ai cascami di pelle.

**1.8 Attuale modalità di smaltimento del cascame**

Spesa annua (€/anno) per il ritiro e lo smaltimento dei <b>cascami di pelle</b>	
Numero medio di Kg di <b>cascami di pelle</b> smaltiti ad ogni ritiro	
Frequenza del ritiro dei <b>cascami di pelle</b>	
Dove vengono accumulati i <b>cascami di pelle</b> ?	
La sua azienda si avvale già dei servizi di una società di smaltimento specializzata per lo smaltimento dei <b>cascami di pelle</b> ?	
Se sì indicare quale (ragione sociale e indirizzo)	
Viene smaltito qualche <b>altro rifiuto</b> speciale oltre ad i cascami di pelle?	

Figura 3.10: Sezione del questionario

### 3.2.4 Raccolta dei dati ed analisi dei risultati

I questionari restituiti e le informazioni raccolte sono stati utilizzati e analizzati con strumenti statistici per ottenere una immagine globale della produzione degli scarti del settore pelletteria nel comune di Scandicci, cercando di segmentare e differenziarne le peculiarità in base a fattori come la filiera di appartenenza, il fatturato, e le fasi di lavorazione svolte internamente alle aziende, e di ottenere una immagine più chiara rispetto a quali tipi di aziende fossero maggiormente coinvolte nella produzione di scarti di pelletteria, e di che tipo di scarti si trattasse.

Delle 309 aziende presenti nell'elenco iniziale (comune di Scandicci) si è riusciti a contattarne 130, e ad avere informazioni dettagliate da 90. Tali percentuali di risposta sono attribuibili alla già citata diffidenza tra le tipologie di aziende contattate. Alcune aziende non disponevano di indirizzi e-mail, mentre altre, una volta letto il questionario, mostravano disinteresse ed, in alcuni casi, "fastidio" nel rispondere ad alcune domande (in particolare fatturato e numero di dipendenti) nonostante fosse loro assicurato il diritto alla riservatezza e l'utilizzo dei dati per soli scopi statistici.

La Figura 3.11 mostra la geo-localizzazione sul territorio delle aziende operanti all'interno del comune di Scandicci.

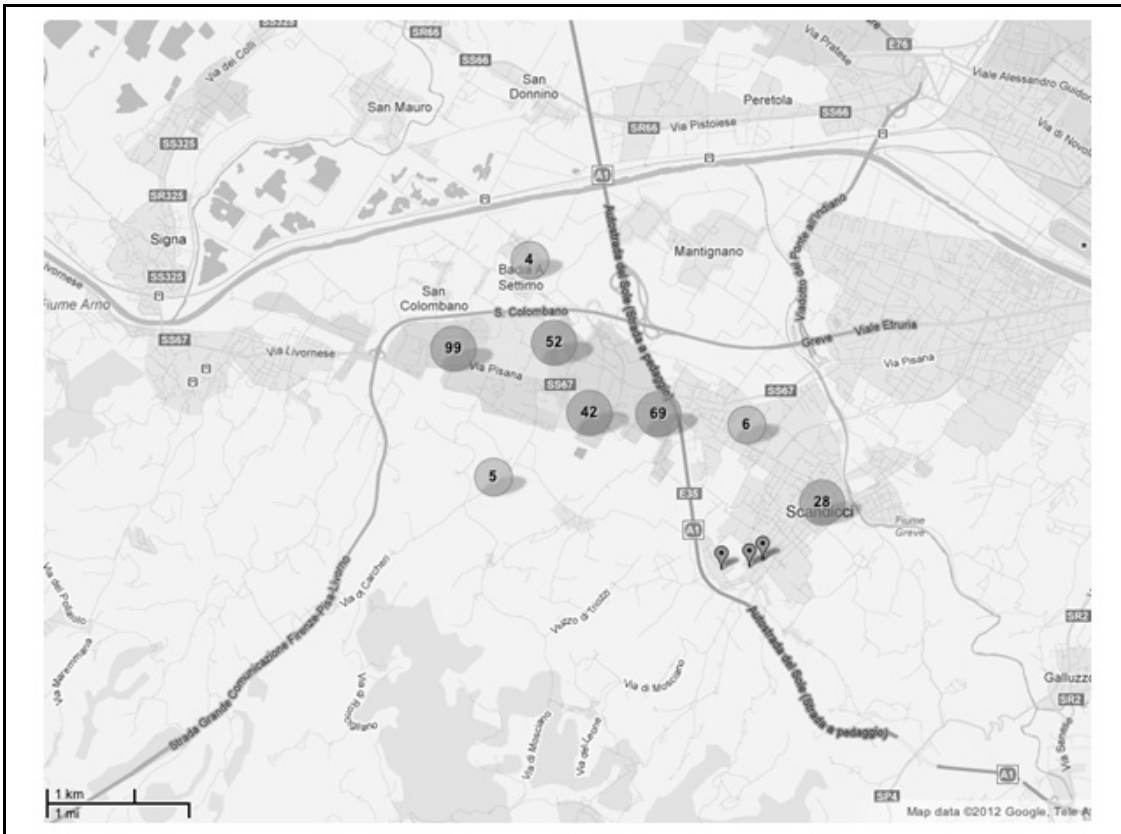


Figura 3.11: Geolocalizzazione aziende campione

L'analisi dei risultati è iniziata raccogliendo in una tabella di riepilogo tutte le informazioni disponibili derivanti dal questionario somministrato e integrandolo tali dati con quelli forniti da Quadrifoglio S.p.a. e con quelli derivanti dalle ricerche condotte da Gucci e CNA, riguardanti anch'esse i volumi di cascami di pelletteria prodotti dalle aziende del distretto di Scandicci. Tale tabella di riepilogo è stata così strutturata e presenta le seguenti informazioni:

- Filiera di appartenenza
- Denominazione Azienda
- Codice ATECO
- Numero di addetti totali
- Presenza o meno di fasi di taglio interne all'azienda
- Numero di addetti al taglio

- Kg/mese di scarti totali prodotti
- Tipologia di scarto principale prodotta
- Kg/mese di scarti della tipologia principale
- Kg/mese di scarti derivanti dalla fase di taglio
- Frequenza del ritiro degli scarti
- Luogo di accumulo dei cascami
- Spesa annua media per smaltimento degli scarti
- Fatturato medio

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	AZIENDA	ATECO	ADDETTI	TAGLIO	ADDETTI TAGLIO	KG/MESE	SCARTO PRINCIPALE	KG/MESE SCARTO PRINCIPALE	KG/MESE TAGLIO	FREQUENZA RITIRO	LUOGO DI ACCUMULO	SPESA MEDIA	FATTURATO MENSILE
1	EMMETIERRE		19	NO		100	FUSTELLATURA	100		SEMESTRALE	INTERNO-SACCHI		
2	ALMAX	15.12.09 P	80	SI	12	1000	TAGLIO	800	800	SEMESTRALE	ESTERNO SCARRABILE		125000
3	BLZ		4	SI	4	300	TAGLIO	300	300	SETTIMANALE	IMMONDIZIA	0	11000
4	GIANCARLO	15.12.09 A	96	SI	3	850	AGLIO E FUSTELLATUR	170		BIMESTRALE	NO CASSONETTO/INTERNO S	2300	633333
5	ITALPELLE	15.12 A	10	SI	5	325	TAGLIO	300	300	MENSILE	SPAZIO CHIUSO APPOSITO	1000	15800

Figura 3.12: Tabella riepilogo dati

Analizzando il fatturato medio (2009-2011) delle aziende del campione è stato riscontrato un sostanziale aumento dei ricavi, nonostante il periodo di crisi ed il generale calo dei consumi, ciò indistintamente dalla filiera di appartenenza. Piccola e Grande Pelletteria si differenziano comunque nel volume totale dei ricavi, con le aziende della Grande Pelletteria che mediamente fatturano nel 2011 circa il 24% in più su base annua rispetto a quelle della Piccola Pelletteria. Non considerando la filiera di appartenenza l'incremento dal 2009, che segnava un fatturato medio annuo di 1.592.511 €, al 2010, fatturato medio 1.964.192 €, è stato del 18% mentre il fatturato 2011, pari a 2.566.127 €, ha segnato un aumento del 30% rispetto all'anno precedente, determinando così un aumento di fatturato nel triennio 2009/2011 del 60%.

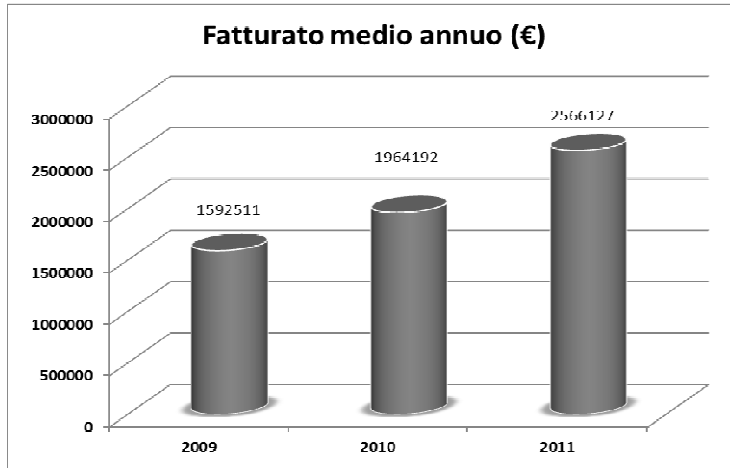


Figura 3.13: Fatturato medio annuo delle aziende appartenenti al campione

Lo smaltimento dei rifiuti da lavorazione della pelle viene oggi affidato ad aziende con sede all'interno della regione Toscana, che si occupano del ritiro dei cascami a intervalli regolari concordati con le aziende produttrici degli stessi. La spesa media per lo smaltimento nel 2011 si è attestata a 2119 € anno ad azienda, ma in questo vi è una notevole differenza tra le spese sostenute dalle aziende che si occupano di Piccola Pelletteria rispetto a quelle che si occupano di Grande Pelletteria.

Le aziende della Grande Pelletteria spendono mediamente 3141€, il 134% in più rispetto a quelle della Piccola Pelletteria, dove la spesa media si ferma a 1341€ annui.

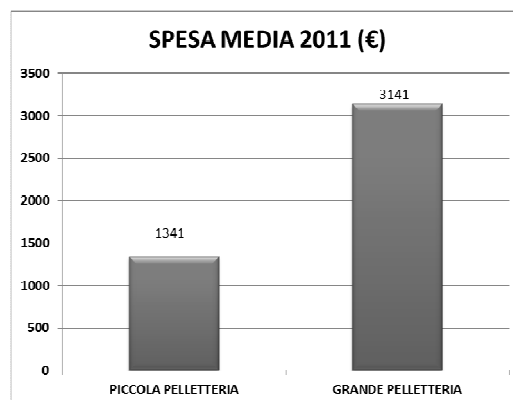


Figura 3.14: Spesa media smaltimento rifiuti 2011 per Piccola e Grande Pelletteria

Si è provveduto a cercare quindi una correlazione tra i Kg mensili di scarti prodotti e la spesa media delle aziende per lo smaltimento degli stessi, verificando come queste due variabili fossero collegate tra loro. Il grafico della regressione lineare prodotto evidenzia molte aziende lontane dalla retta di approssimazione, sottolineando quindi come non vi sia alcuna politica condivisa a livello di distretto nella gestione e nello smaltimento di questo tipo di rifiuti.

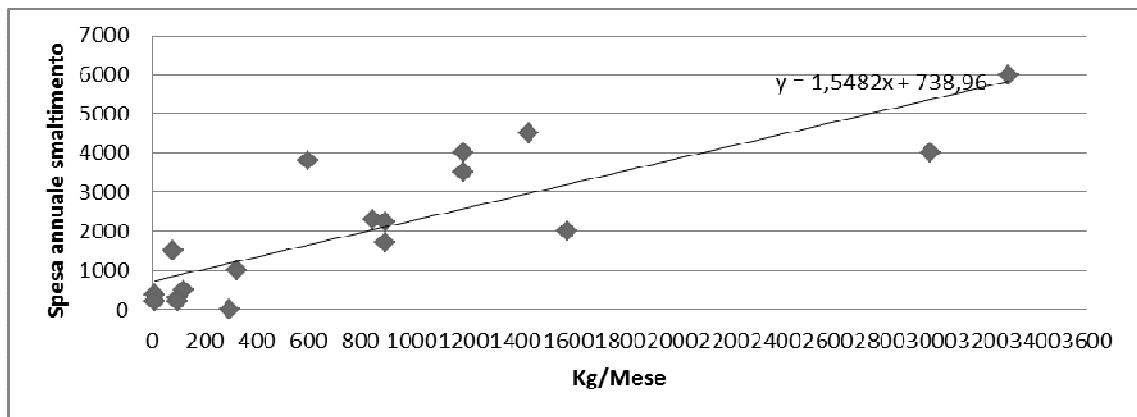


Figura 3.15: Regressione lineare, spesa annua per Kg/mese prodotti

La produzione media di scarti di lavorazione si attesta, nel campione di aziende, a 259 kg/mese, ma è stato possibile verificare che non tutte le fasi di lavorazione hanno un uguale impatto sulla cifra di Kilogrammi prodotti. Come era prevedibile infatti, le fasi di Taglio e Preparazione sono quelle determinano una maggiore produzione di scarti rispetto a tutte le altre, fatto dovuto alle operazioni necessarie per portare a termine le suddette fasi. In particolare il dato aggregato degli scarti prodotti dalle fasi di Taglio e Preparazione è di 656 Kg/mese, contro un modesto 80 Kg/mese derivante dalla somma degli scarti prodotti da tutte le altre fasi



Figura 3.16: Kilogrammi per mese prodotti dalle fasi di Taglio e Preparazione rispetto alle altre

E' stato possibile quindi osservare che la fase di taglio è quella, ovviamente, a maggiore impatto ambientale, in quanto le aziende che la mantengono al loro interno hanno una maggiore produzione di scarti rispetto alle aziende che utilizzano Centri di taglio Esterni o che ricevono il semilavorato pronto all'assemblaggio finale.

I dati raccolti mostrano infatti che le aziende con la fase di taglio o preparazione interna producono una media di 850 Kg/mese di cascami di pelle. Si è proceduto quindi ad una analisi più approfondita delle aziende con fase di taglio o preparazione interna. Il campione delle aziende con fase di taglio o preparazione interna è stato ulteriormente segmentato in Piccola e Grande Pelletteria e si è cercata una correlazione tra il numero degli addetti alla fase di taglio e i kilogrammi di cascami prodotti su base mensile.

I risultati della regressione lineare, nonostante il campione limitato poiché ulteriormente segmentato, hanno evidenziato, come era logico attendersi, una leggera correlazione tra i dati presi in analisi, facendo supporre una relazione di diretta proporzionalità tra il numero di addetti e i volumi di cascami, sia per le aziende appartenenti alla filiera della Piccola Pelletteria sia per le aziende appartenenti a quelle della Grande Pelletteria. Sullo stesso campione segmentato, si è andato ad analizzare anche il dato riguardante i kilogrammi prodotti per addetto sia per le aziende della Grande che della Piccola Pelletteria, si è quindi osservato che il numero dei kg/mese prodotti per addetto alla fase di taglio è

maggiore per le aziende della Grande Pelletteria di circa il 34% rispetto alla Piccola Pelletteria. In particolare nella Grande Pelletteria ogni addetto alla fase di taglio produce mediamente 301 Kg/mese, mentre nella Piccola Pelletteria la produzione per addetto alla fase di taglio si attesta a 224 Kg/mese.

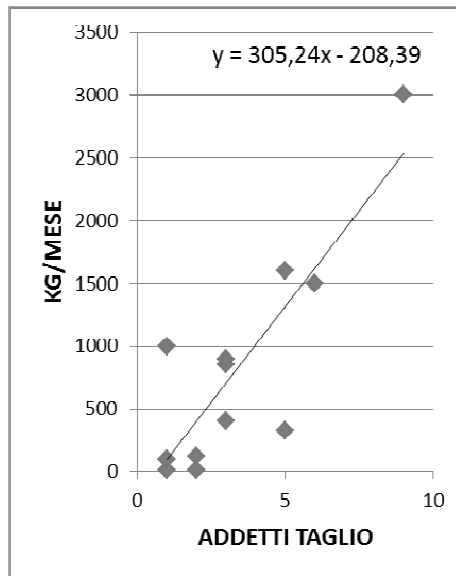


Figura 3.17: Regressione lineare per aziende della Piccola Pelletteria con fase di taglio interna

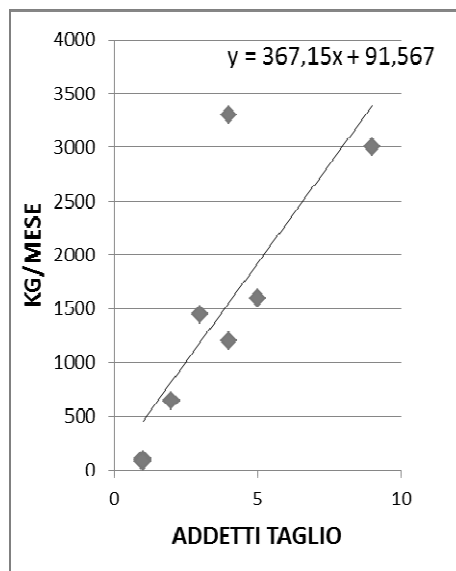


Figura 3.18: Regressione lineare per aziende della Grande Pelletteria con fase di taglio interna



Dai dati raccolti tramite la ricerca si è cercato di ottenere anche una descrizione della tipologia di scarti prodotti, ponendo l'attenzione sia sulle caratteristiche quantitative, la dimensione, sia su quelle qualitative, presenza o meno di salpe, tipo di concia e fase di origine dello scarto. Prendendo in considerazione gli scarti originanti da fasi di taglio e preparazione, i primi ne occupano sul totale l'83% contro il restante 17% originanti dalla fase di preparazione. Per quanto riguarda la dimensione degli scarti si è osservato che l'81% degli scarti prodotti ha dimensione minore del formato A5, mentre il restante 19% ha dimensione maggiore. La tipologia di concia a cui gli scarti prodotti sono stati sottoposti è in prevalenza di tipo "concia al cromo", solo il 22% infatti risulta trattato con tecniche di concia vegetale. La presenza di salpe o infustiture è stata invece riscontrata in circa un quarto del campione, con il restante 75% che ne denotava l'assenza.



Figura 3.19: Fase di origine degli scarti

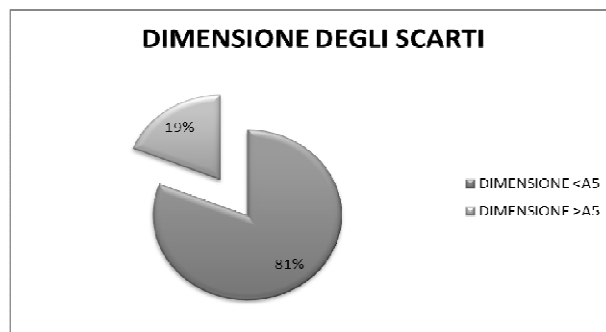


Figura 3.20: Dimensione degli scarti prodotti

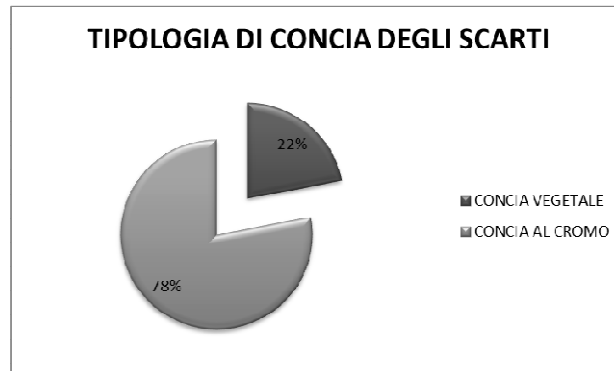


Figura 3.21: Tipologia di concia degli scarti



Figura 3.22: Presenza di salpe negli scarti

Si è proceduto poi all'analisi della gestione degli scarti prodotti, ponendo l'attenzione sul luogo di accumulo degli stessi in attesa del ritiro da parte dell'impresa incaricata, e la frequenza del ritiro stesso. Durante questa analisi non sono state riscontrate sostanziali differenze riguardo alla gestione degli scarti tra le aziende di Piccola e Grande Pelletteria, nonostante queste ultime, come precedentemente mostrato, siano gravate da una maggiore quantità di cascami. I luoghi di accumulo dei cascami sono estremamente vari e comprendono: sacchi all'interno dell'azienda, piazzale esterno, terrazzo, appositi spazi chiusi, immondizia generica, l'interno dell'azienda, container, sacchi posti all'esterno dell'azienda, cassonetti all'esterno dell'azienda, scarrabile esterno all'azienda, e cassonetti all'interno dell'azienda. La maggioranza relativa degli intervistati ripone i cascami prodotti in sacchi che vengono mantenuti all'interno dell'azienda in attesa del ritiro. Il resto delle risposte è piuttosto frammentaria, e non permette di

individuare una “seconda scelta” preferita dalle aziende riguardo la sistemazione degli scarti.

Anche per quanto riguarda la frequenza di ritiro non è possibile individuare una prassi comune. Nonostante il ritiro avvenga in maniera relativamente maggiore a frequenza semestrale o trimestrale, le aziende raggiungono accordi per il ritiro alle frequenze loro più comode, passando da un ritiro settimanale, a quello bisettimanale, mensile, bimestrale, quadrimestrale ma anche annuale.

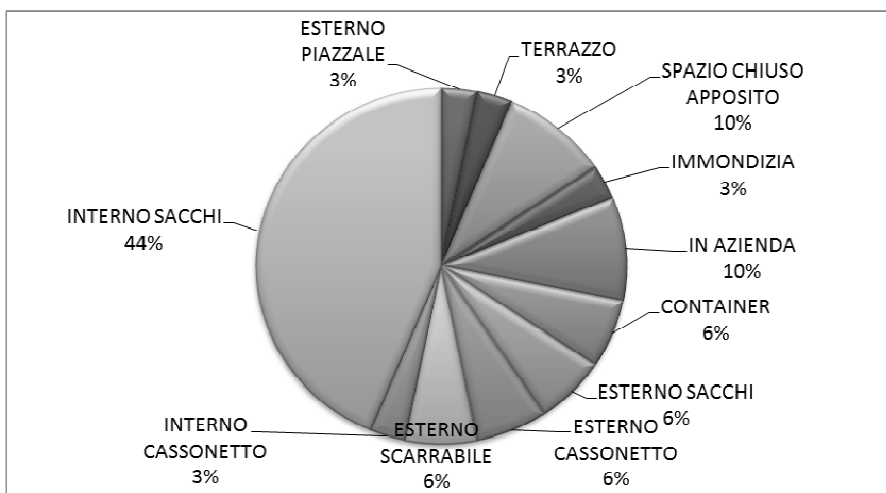


Figura 3.23: Luoghi di accumulo degli scarti in attesa di ritiro

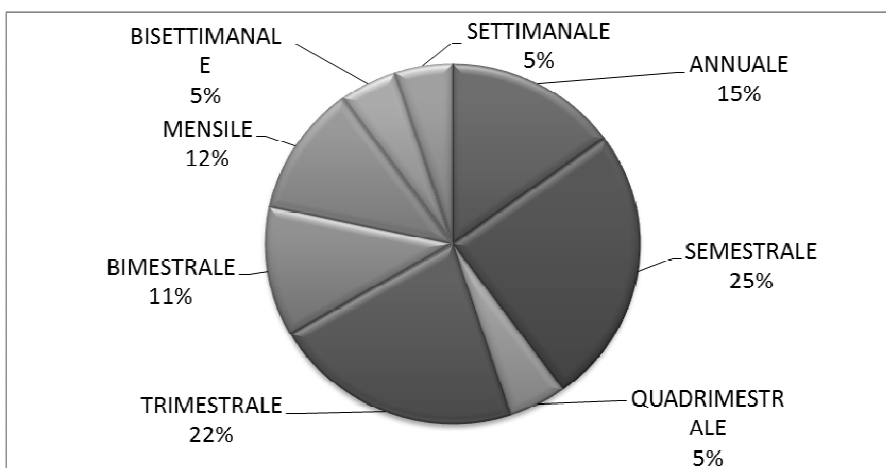


Figura 3.24: Frequenza di ritiro dei cascami in azienda da parte delle aziende commissionate

### *3.2.5 Conclusioni sulla survey e stime finali*

I dati raccolti sono stati infine utilizzati per ottenere una stima sul totale del campione iniziale utilizzando una proporzione.

Secondo le stime fornite da Quadrifoglio S.p.a. le 309 aziende del settore Pelletteria nel comune di Scandicci provocano un ammontare annuo di cascami pari a 1600 tonnellate. I dati di Quadrifoglio S.p.a. non convergono però né con i dati forniti dalla ricerca messa in atto da Gucci e CNA, né con quelli raccolti durante la nostra analisi.

La ricerca promossa da Gucci e CNA, che aveva un campione finale di 71 aziende, stimava infatti una produzione media per azienda del settore di 1830 kg annui, dato che esploso all'intera popolazione portava ad una quantità di scarti prodotti nel Comune di Scandicci pari a 565 tonnellate annue.

I dati elaborati dall'Università di Firenze (Unifi) considerano un campione finale di 90 aziende, con una produzione media per azienda pari a 3100 kg annui, che proiettata sul comune attraverso una proporzione porta la quantità di cascami prodotta annualmente a 960 tonnellate annue.

Tale analisi sui dati finali, è proseguita segmentando ulteriormente il campione e la popolazione, al fine di avere una stima maggiormente attendibile. Effettuando una ricerca basata sui codici ATECO si è cercato di individuare all'interno della popolazione le aziende con fase di taglio o preparazione interna per ottenere una stima più affidabile del dato finale. Il campione è stato quindi segmentato in due categorie: aziende con fase di taglio o preparazione interna e aziende senza tali fasi interne. Sono state quindi contate 108 aziende appartenenti alla prima categoria sulle 309 della popolazione totale nel Comune di Scandicci. Attraverso questa operazione si è giunti a una stima di 7875 kg annui prodotti dalle aziende con fase di taglio o preparazione interna, contro gli 80 kg annui prodotti dalle aziende che non posseggono all'interno le fasi di taglio o preparazione.

La media pesata delle due categorie porta quindi a una stima di 866 tonnellate annue. Confrontando i dati finali, quelli forniti da Quadrifoglio, quelli di Gucci e CNA e le due differenti proiezioni derivanti dall'analisi dell'Università di Firenze si può notare come i dati finali non convergano su una unica stima condivisa, se non per le due analisi dell'Università di (la piu' precisa in termini di accuratezza dei risultati e ampiezza del campione) che propongono un valore medio di circa 900 tonnellate di scarti prodotti.

Le proiezioni dei dati sulla provincia di Firenze, ottenute con le stesse logiche, riportano ovviamente le sopracitate discordanze. La popolazione di aziende appartenenti al settore è in questo caso di 2248, e l'esplosione dei dati stima una quantità di scarti che varia dalle 5667 tonnellate fino alle 11640 tonnellate. Anche in questo caso si ottiene una convergenza sulle stime elaborate dal nostro gruppo di ricerca intorno al valore di 6000 t/a per l'intera provincia di Firenze.

STIMA ELABORATA DA	PROIEZIONE SU PROVINCIA DI FIRENZE
QUADRIFOGLIO	11640 t/a
GUCCI-CNA	4110 t/a
UNIFI 1	6984 t/a
UNIFI 2	5667 t/a

Figura 3.25: proiezione totale scarti su provincia di FI

### **3.3 Le soluzioni al problema: scenari "tradizionali"**

Da una prima indagine di letteratura emerge l'esistenza di alcune tipologie di re-impiego di questo sottoprodotto (cascame) in base alle caratteristiche dello scarto stesso. I driver principali di classificazione dei cascami di pellame sono principalmente tre:

- dimensione (maggiore o minore di un foglio A5, circa 21x15cm);
- tipologia di concia (vegetale o al cromo);
- eventuale presenza o meno di salpe, infustiture o similari accoppiate alle pelle.

In base a ciò gli scarti di pellame possono essere in genere instradati su tre possibili percorsi:

1. Smaltimento diretto
2. Riutilizzo senza trattamento
3. Riutilizzo previo trattamento

Lo smaltimento diretto, inteso come consegna in discarica, è ovviamente la metodologia più diffusa, ma sempre più stigmatizzata negli ultimi anni e destinata presto a perdere la convenienza economica. Le ragioni di quanto appena riportato risiedono principalmente nell'elevato impatto ambientale di questi materiali, in particolare per quanto concerne la quota di scarti contenente cromo. L'unica reale alternativa alla discarica, in termini di smaltimento, è rappresentata dall'invio presso i termovalorizzatori, che comportano una riduzione della pressione sull'ambiente, ma non sono esenti da controindicazioni e problematiche sociali di vario genere.

Il riutilizzo senza trattamento prevede un processo di cernita degli scarti, al fine di individuare ed accantonare quelli che possono essere direttamente impiegati per la realizzazione di prodotti destinati allo stesso settore di provenienza. Un esempio è rappresentato dal settore della piccola pelletteria che spesso si avvale dei cascami delle produzioni di dimensioni superiori, per la realizzazione di varie tipologie di accessori moda (portafogli etc.). Il riutilizzo senza trattamento genera però a sua volta altri scarti, che devono essere ulteriormente selezionati per dividerli tipicamente in due categorie, quelli

destinati a smaltimento-termovalorizzazione e quelli che possono essere riutilizzati, previo trattamento chimico-fisico.

Il riutilizzo previo trattamento contempla l'impiego di processi chimici e/o fisici al fine di modificare le caratteristiche degli scarti per renderli impiegabili, sia nello stesso settore di provenienza, sia in settori industriali di altro tipo. I cascami destinati a trattamento sono divisi in due categorie ben distinte, quelli contenuti cromo e quelli non contenenti cromo. I primi sono di facile gestione e possono essere direttamente convertiti in altri prodotti, la seconda categoria prevede, nella maggior parte dei casi, la rimozione del cromo e la successiva conversione in prodotti. Esistono tuttavia alcuni processi che sono in grado di riutilizzare direttamente anche gli scarti contenuti cromo. I cascami di pelle contenuti cromo possono essere direttamente utilizzati per:

- Produzione di cromato di sodio ( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ). Il cromato di sodio è un prodotto ad elevato valore commerciale in quanto è uno dei pochi precursori impiegati nella produzione dei cromo-derivati commerciali che ammontano ad oltre 70 composti. Un esempio di particolare interesse è sicuramente rappresentato dal solfato di cromo ( $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ) che è appunto utilizzato nella stessa industria della pelle (fase di conciatura) e che può essere ottenuto proprio dal cromato di sodio. Il  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  può essere ottenuto, sia dalle ceneri derivanti dalla combustione del pellame, sia per estrazione diretta mediante processi che coinvolgono ad esempio l'impiego di idrossido di sodio ( $\text{NaOH}$ ) o nitrato di sodio ( $\text{NaNO}_3$ ). Il risultato finale è l'ottenimento di un prodotto chimico vendibile e di uno scarto di pelle a basso impatto ambientale che può essere per altro riutilizzato (vedere di seguito).
- Filler per la produzione di materiali polimerici quali ad esempio l'NBR (Acrylonitrile Butadiene Rubber). Lo scarto viene, in questo caso, polverizzato e trattato con composti quali ammoniaca e/o formato di sodio e successivamente addizionato in fase di preparazione del materiale polimerico. L'interesse commerciale scaturisce dalle proprietà che il filler induce nel polimero ossia miglioramento delle proprietà

reologiche del composito NBR/scarto di pelle, aumento del modulo di Young, aumento della resistenza alla trazione, riduzione del rigonfiamento all'equilibrio, aumento della resistenza all'invecchiamento termico, aumento della stabilità e riduzione dei costi di produzione.

- Assorbimento di metalli e coloranti nelle acque reflue dell'industria conciaria. I cascami in virtù delle lavorazioni a cui sono stati sottoposti presentano un'elevata capacità assorbente ed in particolare nei confronti dei metalli pericolosi (Cr VI, As V, etc.) e dei coloranti tipicamente impiegati nei processi conciari (blu di metilene, etc.). Lo scarto può essere usato tal quale.
- Rimozione di oli da acque contaminate, con particolare riferimento alle acque reflue industriali e le acque costiere. Gli scarti di pelle hanno una grande capacità assorbente, in particolare nei confronti degli oli e possono arrivare ad assorbire fino a 20 volte il loro peso. Una volta che la pelle ha assorbito il contaminante, è possibile rimuoverla facilmente dall'acqua e in seguito rimuovere il contaminante stesso in un ambiente idoneo. La pelle può quindi essere nuovamente impiegata per la rimozione di oli, innescando così un circolo virtuoso.
- Produzione di carboni attivi per la rimozione di sostanze tossiche. I cascami devono essere carbonizzati mediante pirolisi e attivati con anidride carbonica, acidi (ad es. HCl) ed altre sostanze (ad es. ZnCl<sub>2</sub>). Il risultato è un prodotto commerciale ad elevato valore aggiunto in grado di assorbire in modo efficiente coloranti, fenoli ed altri inquinanti. Alcuni carboni attivi, ottenuti da scarti a base di cromo, hanno inoltre evidenziato una struttura microporosa/mesoporosa oltre alla presenza di ossidi di cromo nanodispersi, che complessivamente conferiscono loro caratteristiche peculiari in termini di capacità assorbente e selettività chimica nei confronti dell'assorbito. Si evidenzia, inoltre, come spesso il processo di pirolisi impiegato per generare carboni attivi, consenta anche di ottenere oli, gas e char utilizzabili come fonti di energia.



- 
- Produzione di adesivi a base di urea formaldeide in cui, le emissioni di formaldeide sono ridotte proprio grazie all'aggiunta di prodotti idrossilati derivanti da cascami contenenti cromo.

Quelli appena descritti sono solo alcuni dei possibili impieghi di cascami contenenti cromo. Laddove la situazione produttiva non renda possibile l'utilizzo diretto di scarti contenenti cromo, si rende necessaria l'estrazione dello stesso con conseguente ottenimento di soluzioni di cromo dal potenziale valore commerciale e scarti liberi da cromo che possono essere riutilizzati. L'estrazione del cromo può essere realizzata mediante l'impiego di chelanti (ad es. ossalato di potassio, tartrato di potassio, acido citrico e molti altri) in grado di lasciare inalterata la pelle e rendere semplice il successivo recupero del cromo. Gli scarti non contenenti cromo sono infine convertibili, sia in materiali simili ai precedenti (carboni attivi, assorbenti etc.), sia in materiali in cui si sfruttano le proprietà del collagene, la principale proteina che costituisce la pelle. È quindi possibile ottenere dai cascami:

- collagene, da impiegare come legante, tesaurizzatore per alimenti, involucro commestibile, vettore farmacologico, sostituto della carne;
- gels di collagene, da impiegare per applicazioni cliniche (drug delivery etc.);
- dispersioni di collagene per usi biomedicali e per il risanamento ambientale, quest'ultimo caso sfrutta le proprietà assorbenti del materiale ottenuto;
- collagene idrolizzato, da impiegare come peptoni (proteine derivate impiegate per le culture di crescita di batteri e funghi), biostimolatori, materiali per packaging, polimeri biodegradabili, ammendanti, cosmetici e materiali per costruzioni. Di particolare interesse l'impiego come fertilizzanti, in cui si sfruttano le proprietà assorbenti del collagene per incorporare fosforo e potassio ed utilizzare quindi il materiale ottenuto come ammendante  $N_{\text{collagene}}PK$  a lento rilascio;

- fibre di collagene, da impiegare come materiali assorbenti o nella fabbricazione della carta;
- collagene *corium* da usare per la realizzazione di involucri commestibili;
- polvere di pelle da impiegare come magime;
- gelatine da usare nei settori della fotografia e dei detergenti;
- collagene stabilizzato con glutaraldeide usata come assorbente nel trattamento delle acque reflue;
- grassi naturali da impiegare per la produzione di biodiesel o per il trattamento della pelle stessa;
- composti chimici destinati alla produzione di biodiesel o per la biometanazione;

I succitati materiali possono essere ottenuti attraverso trattamenti chimici (idrolisi acida, basica etc.), digestione enzimatica e trattamenti fisici (ad es. ultrasuoni 40 kHz, 0.64 W/cm<sup>2</sup>). Il quadro descritto è rappresentativo dello stato dell'arte a livello mondiale, mentre è necessario evidenziare come il comparto pellettiero coinvolto nel presente progetto applica in minima parte quanto riportato in precedenza. Le pelletterie, infatti, si limitano ad oggi a realizzare una cernita dei cascami sulla base delle dimensioni e del contenuto di cromo, al fine di convogliare gli scarti verso lo smaltimento/termovalorizzazione o verso un riuso diretto. Il progetto ZeroImpact consentirebbe quindi di realizzare uno studio inerente le potenziali metodologie di riutilizzo dei cascami fino ad enucleare le più adatte ad essere implementate nell'area interessata dal progetto. Le ricadute sarebbero molteplici e comprenderebbero la riduzione della pressione industriale sull'ambiente, la riduzione dei costi di gestione dei cascami, la possibilità di innescare circoli virtuosi in cui gli scarti sarebbero ripetutamente impiegati per il trattamento degli stessi reflui generati dal comparto ed infine la possibilità di creare nuovi *business* correlati alla produzioni di materiali ad elevato valore aggiunto a partire dai cascami.

### 3.3.1 Scenario attuale

Al momento gli scarti di pelle provenienti dai centri di taglio vengono gestiti dagli operatori abilitati allo smaltimento dei rifiuti ordinari. Tale gestione comporta per le aziende produttrici di tali rifiuti un costo quantificabile semplicemente nel pagamento della tariffa di igiene ambientale un sistema di finanziamento esteso a livello comunale per la gestione dei rifiuti e della pulizia degli spazi comuni introdotto in Italia dal decreto Ronchi. Come dice il nome, la tariffa al contrario della tassa ha come obiettivo di far pagare agli utenti esattamente per quanto usufruiscono del servizio (nel modo più preciso possibile).

La tariffa è divisa in due parti: la quota fissa serve a coprire i costi di esercizio, come i costi dello spazzamento delle strade, e gli investimenti in opere; la quota variabile dipende invece dai rifiuti prodotti dall'utente. I costi (previsti) del primo tipo sono suddivisi fra tutti gli utenti in base a parametri fissi come la superficie occupata e i componenti del nucleo familiare per l'utenza domestica o il tipo di attività per le utenze non domestiche.

La determinazione della quota variabile è più complessa ed esistono diversi metodi:

- La *tariffa puntuale* è il metodo ideale, che raggiunge la perfezione e il massimo dell'efficienza del sistema: consiste nel pesare esattamente i rifiuti indifferenziati prodotti dalla singola utenza; ovviamente è il metodo più complicato ed è applicato raramente (almeno in Italia: solo il 20% dei comuni).
- La *tariffa volumetrica*: invece di pesare i rifiuti prodotti se ne considera solo il volume, valutato a seconda del numero di sacchi ritirati o del numero di svuotamenti dei contenitori.
- Metodo *presuntivo*: è il più semplice da applicare perché non richiede sostanzialmente nessuna modifica del sistema di gestione, ma è anche il più grezzo e meno efficace, quello che rappresenta un miglioramento minore rispetto alla Tassa. Consiste nello stabilire la suddivisione fra gli utenti dei costi variabili attraverso l'applicazione degli indici del DPR

158/99, che sono dei coefficienti (calcolati con delle indagini statistiche sulla produzione di rifiuti) diversi per ogni categoria di utenza (sono oltre trenta) da moltiplicare alla superficie occupata. A seconda del comune di residenza e della quantità di rifiuti conferiti, la tariffa (patrimoniale) può essere esageratamente onerosa per alcune utenze allo stesso modo che decisamente economica per altre.

- Metodo *indiretto*: è una combinazione di puntuale e presuntivo perché consiste nel pesare la quantità dei diversi tipi di rifiuti prodotti in una certa zona per poi dividerli fra tutti gli utenti di quella zona secondo i consueti sistemi presuntivi.
- Metodo *corretto*: viene applicato nella totalità dei paesi europei più avanzati con esclusione dell'Italia. Il pagamento di tale tariffa a breve non sarà più sufficiente a coprire il servizio di smaltimento degli scarti di pelle prodotti dal distretto. La classificazione dei rifiuti prodotti come speciali non pericolosi comporterà, ai fini dello smaltimento, la necessità di attuare politiche di gestione differenti. Le aziende, prevalentemente i centri di taglio dovranno organizzarsi per gestire lo smaltimento in modo diverso da quello precedentemente utilizzato. A questo proposito dovranno valutare la convenienza di gestire tale processo attraverso:
  - Utilizzo di servizi “tradizionali”, ovvero l’affidamento a fornitori di servizi qualificati di trasporto e smaltimento che, con costi significativi si accollano la gestione dei rifiuti prodotti dalle aziende;
  - Sviluppo di soluzioni innovative partecipate per fare dello scarto prodotto o un sottoprodotto industriale destinato ad altre filiere o un rifiuto “valorizzabile”.

### 3.3.2 *Quadro normativo*

Prima di procedere con l’illustrare le soluzioni ipotizzate in questo studio è opportuno effettuare qualche chiarimento del quadro normativo. Si noterà come fino a questo momento i termini “rifiuto” e “sottoprodotto” siano stati utilizzati in un modo apparentemente indistinto. Tuttavia dal punto di vista normativo la

---

collocazione dei cascami di pelletteria tra la categoria dei rifiuti o quella dei sottoprodotti produce delle importantissime variazioni procedurali sul fronte normativo-legislativo.

La questione, particolarmente complicata, di classificare i ritagli di pelle o come rifiuto o come sottoprodotto industriale è stata materia di discussione per anni ed ha prodotto processi a carico di imprenditori che ritenevano di poter disporre tranquillamente dei cascami gestendoli come sottoprodotti industriali, quindi idonei per la produzione di piccoli manufatti (inserti, componenti, etc..) da commercializzare. Tuttavia prima del 2006 alcune Procure della Repubblica (Vicenza) hanno ritenuto che il riutilizzo tal quale di ritagli di pelle per la realizzazione di piccoli manufatti integrasse un'ipotesi di reato dal momento che questo materiale, a prescindere dal fatto che la pelle sia già lavorata e finita, si configurava come rifiuto e che quindi la sua gestione dovesse essere presa in carico esclusivamente dagli operatori terzi abilitati.

La Cassazione ha stabilito che i ritagli di pelle si presumessero come rifiuti, a meno che fosse dimostrata dall'interessato la prova dell'effettivo riutilizzo. In questo caso il materiale è da intendersi come sottoprodotto (nozione introdotta nell'art.183, lettera n, D.Lgs 152/2006). Il nucleo di questa norma è la facoltà per l'imprenditore di disporre del residuo dell'attività d'impresa secondo due diverse modalità:

- riutilizzo diretto;
- commercio a condizioni economicamente favorevoli per l'impresa stessa, direttamente per l'impiego o il consumo, senza la necessità di trasformazioni preliminari in un successivo processo produttivo.

Di conseguenza, costituisce sottoprodotto "tutto ciò di cui l'impresa non si disfi, o abbia deciso o sia obbligata a disfarsi e che, al contrario, riutilizzi direttamente o commercializzi, anche all'esterno, quindi, del ciclo produttivo". Resta aperta la questione sulla possibilità d'esistenza della figura dell'intermediario commerciale poiché l'avverbio "direttamente" contenuto nella definizione di sottoprodotto sembrerebbe escluderne la possibilità.

Dopo questo essenziale chiarimento si può procedere con l'esaminare le varie soluzioni possibili per la gestione dei cascami.

### 3.3.3 Soluzione tradizionale: smaltitori autorizzati

Questa soluzione prevede l'esternalizzazione delle attività di trasporto/smaltimento rifiuti ad enti terzi fornitori di servizi appositi, sotto appropriato corrispettivo, con metodologie tradizionalmente adottate da aziende di altri settori che condividono il problema della gestione di rifiuti speciali destinati a discarica o termovalorizzazione. I costi a livello distrettuale di tale politica di gestione sono abbastanza semplici, in prima battuta, da valutare una volta stimato con precisione il volume annuale dei rifiuti da gestire. Dalle informazioni acquisite per mezzo della *survey* presentata è stato possibile identificare e stimare quali siano le principali voci di costo per il servizio. In generale i principali oneri riguardano:

- oneri per il trasporto;
- oneri per smaltimento.

L'entità media di tali oneri è riportata nella tabella seguente.

Oneri per smaltimento		Oneri per trasporto (a/r)	
199	€/t	226	€/chiamata

Figura 3.26: Oneri per trasporto e smaltimento

Tali tariffe sono indicative poiché differenziabili in base a vari parametri (composizione chimica, distanza, capienza del mezzo, etc.)

### 3.3.4 Soluzione tradizionale: Rigenerato di fibre di cuoio

Il Rigenerato di Fibre di Cuoio (RFC) viene anche chiamato, in modo fuorviante, Cuoio rigenerato. L'RFC è un materiale artificiale costruito utilizzando

---

fibre di cuoio ottenute per demolizione meccanica o chimica di residui di cuoio. Il CEN (Comitato Europeo di Normazione) definisce il rigenerato di fibre di cuoio "materiale costituito da pelli conciate disintegrate meccanicamente e/o chimicamente in particelle fibrose, piccoli pezzi o polveri e, successivamente, con o senza la combinazione di legante chimico, trasformato in fogli. Se c'è qualche altro componente oltre a fibre di cuoio, non riconducibile alla pelle, allora questo dovrebbe essere dichiarato come parte della descrizione. L'importo minimo del 50% in peso di pelle secca è necessario per utilizzare il termine rigenerato di fibre di cuoio".

L'RFC è quindi un materiale artificiale ottenuto con procedimenti chimico-meccanici che lo rendono totalmente differente dal cuoio che è invece un materiale nella quale la struttura naturale delle fibre è rimasta inalterata.

Tuttavia il materiale consente molteplici utilizzi. I prodotti più comunemente realizzati con RFC sono sedie e divani, scrivanie e accessori, libri e pelletteria di basso costo come borse, cinture e parti delle calzature.

Il processo di realizzazione dell'RFC può essere così sintetizzato:

1. Raccolta degli scarti di pelle conciati al cromo od al vegetale (codici CER 040108 e 040109);
2. Polverizzazione del cuoio mediante mulini a martelli o coltelli in sincronia con aggiunta di acqua in modo da portare l'impasto ad un secco del 5-10%;
3. Raffinazione mediante raffinatori conici od a dischi;
4. Condizionamento chimico mediante tannini ed ingrassi;
5. Tintura con coloranti;
6. Neutralizzazione del Ph;
7. Miscelazione dell'impasto con lattice naturale prediluito, precipitato con una soluzione di solfato di alluminio sopra le fibre;
8. Polimerizzazione del legante sulle fibre;

9. Distribuzione uniforme dell'impasto ottenuto su tela sottile mediante macchine continue derivate dal settore cartario;
10. Disidratazione della tela mediante vuoto pneumatico o casse aspiranti o spremitura;
11. Rimozione dell'umidità residua con forni, fino ad un umidità dell'11-13%;
12. Rifinizione dell'RFC ottenuto in funzione della destinazione d'uso con operazioni di calandratura, goffratura, smerigliatura e verniciatura.

Schema di processo in figura.



Figura 3.27: Processo produttivo del Rigenerato di fibre di cuoio RFC

Nel territorio Toscana sono già presenti da anni diverse realtà imprenditoriali che fanno degli scarti di pelli, preferibilmente quelli che hanno subito concia vegetale ma anche quelli conciati al cromo, la materia prima dei propri processi di trasformazione per la realizzazione di prodotti finiti in RFC. Inoltre spesso tali aziende riutilizzano gli scarti di pellame di dimensione più grossa per la produzione di piccola manifattura, succedanei e componenti in pelle



da commercializzare. La possibilità concreta di destinare gran parte della mole di cascami di pelletteria prodotti dal distretto a queste aziende permetterebbe di ottenere quasi un ciclo produttivo ad impatto zero cosiccome si prefigge il progetto ZeroImpact. Tuttavia rimane da stimare la quantità effettiva, in tonnellate annue, che tali aziende sarebbero capaci di gestire in considerazione del fatto che una migrazione veloce di flussi consistenti di cascami destinati a discarica verso gli stabilimenti produttivi potrebbe generare un *overflow* della capacità produttiva e quindi l'impossibilità di accogliere tutto il materiale, almeno nel breve-medio periodo. Inoltre rimane parzialmente insoluto il problema degli scarti di pellame che presentano salpe, infustiture o similari accoppiate alla pelle: tale tipo di scarto non è di interesse per le aziende poiché di scarsa qualità. Inoltre se già prima tali scarti, specie quelli conciati con cromo, avevano una valutazione commerciale, certamente variabile con la qualità la quantità e la dimensione del pezzame, ma comunque non elevata, l'improvviso aumento di offerta nel distretto di materia prima ridurrà ulteriormente tale valutazione con la possibile conclusione che le aziende produttrici dei cascami dovranno elargire un corrispettivo per far accogliere i propri sottoprodotti. Tali costi andrebbero poi comunque a sommarsi ai costi per i servizi logistici di trasporto comunque ineludibili e probabilmente più elevati in conseguenza del fatto che molte aziende che si farebbero carico di gestire i sottoprodotti sono dislocate sul territorio Toscano ma non propriamente nella provincia di Firenze e dato che molti fornitori di servizi logistici fanno variare la propria tariffa in alto nel momento in cui il luogo di ritiro e destinazione non appartengano alla stessa area territoriale (Comune o Provincia) è lecito aspettarsi un costo per i servizi logistici associati a tale tipo di soluzione maggiori per il distretto rispetto alla soluzione "tradizionale". Per le aziende produttrici di cascami il vantaggio sarebbe però quello di liberarsi dei costi di smaltimento di questi "ingombranti" rifiuti destinandoli a sottoprodotto per l'utilizzo di altre imprese.

### **3.4 Soluzione alternativa: impianto a biogas**

#### *3.4.1 Il biogas: descrizione ed utilizzo*

Il biogas è una miscela di vari tipi di gas, per la maggior parte metano (50-80%), prodotto dalla fermentazione batterica in anaerobiosi, ovvero in assenza di ossigeno, di residui organici provenienti, prevalentemente, da rifiuti, vegetali in decomposizione, liquami zootecnici, fanghi di depurazione e scarti dell'agro-industria. Il processo prevede la decomposizione del materiale organico da parte di alcuni batteri, producendo metano (50-75%), anidride carbonica (25-45%), azoto (1-5%), vapore acqueo (1-2%) ed altri composti in piccolissime percentuali (monossido di carbonio, idrogeno, idrogeno solforato, ammoniaca). Il biogas prodotto viene utilizzato per nei seguenti modi:

- Combustione in motori azionanti gruppi elettrogeni per la produzione di energia elettrica;
- Combustione diretta in caldaia con produzione di sola energia termica;
- Combustione in cogeneratori (motori endotermici, microturbine) per la produzione combinata di energia elettrica ed energia termica;
- Utilizzo come combustibile per autotrazione;
- Immissione nella rete di gas naturale, con opportuni trattamenti tesi al miglioramento della qualità del biogas in ingresso.

In Europa il biogas serve principalmente alla produzione di energia elettrica, questo grazie alla presenza nelle normative nazionali di incentivi destinati alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Tuttavia l'aumento dei prezzi dei carburanti fossili tradizionali (diesel e benzina), unito agli obiettivi dell'Unione Europea di riduzione dei gas serra e la volontà degli stati nazionali di svincolarsi dalla dipendenza energetica da altri paesi, stanno rendendo l'utilizzo del biometano, ovvero biogas opportunamente depurato, come carburante per autotrazione particolarmente interessante. In Italia tuttavia questa

prospettiva è stata nettamente ridimensionata dal Decreto Rinnovabili che imponendo condizioni non vantaggiose allo sviluppo del settore come:

- Innalzamento della soglia di emissioni in meno da produrre per essere classificati come biocarburante (-35% di emissioni per i prossimi anni, -50% dal 2017, -60% dal 2018);
- Smorzamento dell'obbligo di immissione del 5% di carburanti "bio" in rete al 2014, prima era 2013.

Tali interventi hanno quindi fatto perdere terreno nel settore rispetto ad altri paesi Europei come Germania, Francia e Spagna che hanno fissato obiettivi per il 2012 del 6,25%, 7% e 5,83%. Inoltre i biocarburanti portano con sé una serie di riflessioni collegate alla opportunità sociale di dedicare spazi alle colture energetiche rubandone alle colture destinate a produzioni alimentari e destano anche preoccupazioni sugli effetti che possono avere sui prezzi dei prodotti agricoli. Va comunque ricordato, ancora una volta, che mentre il biogas usato per la produzione di energia elettrica/termica può essere utilizzato tal quale, il biogas destinato ad autoveicoli od alla rete di distribuzione del gas deve essere purificato garantendo una percentuale di metano dell' 87-95%.

### *3.4.2 Il processo di digestione anaerobica*

La fermentazione batterica in anaerobiosi di residui organici provenienti da rifiuti o altri materiali degradabili è un processo che si attiva spontaneamente per mezzo dell'azione di particolare batteri che vivono in ambiente privo di ossigeno. Tali batteri possono essere classificati in base all'intervallo di temperatura ottimale che ne favorisce la crescita. In questo caso si parla di batteri:

- Psicrofili: temperature ottimali minori di 20°C;
- Mesofili: temperature ottimali comprese tra i 20-40°C;
- Termofili: temperature ottimali maggiori di 40°C.

La conversione di substrati organici complessi in ambiente anaerobico avviene attraverso una catena di processi biologici diversi. Ad essa partecipano almeno tre gruppi metabolici distinti di microrganismi che si differenziano sia per i substrati che per i prodotti del loro metabolismo:

- Batteri idrolitici (acidi grassi): spezzano le macromolecole biodegradabili in sostanze più semplici; batteri acidogeni che utilizzano come substrato i componenti organici a catena corta, che a loro volta rappresentano il substrato per i gruppi di batteri successivi;
- Batteri acetogenici (acido acetico, acido formico, idrogeno): produttori obbligati di idrogeno (OPHA, Obligate, Hydrogen, Producing Agents) che utilizzano il substrato prodotto allo stadio precedente dando luogo ad acetato, idrogeno ed anidride carbonica;
- Batteri metanigeni: si distinguono in due gruppi, quelli acetoclastici (produttori di anidride carbonica ed acido acetico) e quelli idrogenotrofi (produttori di metano).

Il metano viene liberato allo stato gassoso in modo prevalente dato la sua scarsa solubilità in acqua. Le interazioni tra le differenti specie batteriche sono strette ed i prodotti del metabolismo di alcune specie possono essere sfruttati da altre specie come substrati o fattori di crescita.

In particolare il processo biodegradativo all'interno dei reattori si articola in quattro fasi:

1. Idrolisi;
2. Acidogenesi;
3. Acetogenesi;
4. Metanogenesi.

**Idrolisi ed acido genesi:** In questa prima fase, per intervento di diversi gruppi batterici, si ha la degradazione di substrati organici complessi particolati o solubili, quali proteine, grassi e carboidrati, con formazione di composti semplici, quali aminoacidi, acidi grassi e monosaccaridi in forma solubile. Contestualmente all'idrolisi del materiale organico complesso, particolato o solubile, avviene il processo fermentativo acidogenico in cui i batteri fermentativi degradano i monomeri ed oligomeri organici, zuccheri, acidi grassi ed aminoacidi, producendo acidi grassi volatili, per lo più a catena corta quali il propinato ed il butirrato. Viene inoltre prodotto ammonio come sottoprodotto (dalla fermentazione degli aminoacidi).

**Acetogenesi:** A partire dai substrati formati nel corso della fase di idrolisi ed acidificazione (acidi volatili, essenzialmente propinato e butirrato, ma anche alcoli) i batteri acetogeni producono acido acetico, acido formico, CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O.

**Metanogenesi:** La produzione di CH<sub>4</sub> rappresenta la conclusione della catena trofica anaerobica. Il metano infatti è l'unico composto non reattivo nell'intero processo di digestione anaerobica e può, pertanto, essere considerato il prodotto finale dell'intero processo. Il processo di digestione anaerobica avviene nei reattori. I parametri di controllo del processo possono essere suddivisi in due macrocategorie:

1. Parametri di operazione del reattore: definiscono l'esercizio in termini di tempi di permanenza della massa alimentata nel reattore, di concentrazione dei microrganismi, di rese di produzione di biogas in relazione al volume del reattore ed alle caratteristiche del substrato trattato;
2. Parametri di stabilità dei processi biologici: il cui obiettivo è il mantenimento delle condizioni operative stabili ed ottimali.

### 3.4.3 Impianti a biogas per la produzione di energia elettrica: il caso Tata

L'idea di utilizzare i cascami di pelle prodotti dall'industria pellettiera come biomassa alimentante un impianto per la produzione di biogas tramite processi di digestione anaerobica è stata sviluppata dal team R&D della *business unit* "Leather and Leather products" di TATA International Ltd., il gigante Indiano operativo in diverse aree di *business* (ICT, Engineering, Materials, Services, Energy, Consumer Product e Chemicals) in 80 nazioni diverse e con un fatturato 2010-2011 di 83,3 Mld di dollari. La "Leather and leather products business unit" è operativa nel settore concia/pelle. Tale divisione, estremamente sviluppata, gestisce in modo autonomo una delle più grandi concerie del mondo a Dewas (Madhya Pradesh), ha uffici di progettazione/design in Italia e Spagna e stabilimenti produttivi in Cina, India ed Indonesia che le consentono di offrire un ampissima gamma di prodotti ed articoli in pelle. Può contare su una rete di partner e fornitori internazionalmente riconoscibili (Betty Barclay, Peter Keiser, Marks & Spencer, GCI, Mango, Pierre Cardin, Hush Puppies, Escada, Gabor, Naturalizer, Zara, Grenson, Ambiorix, Samsonite e Danier).

Le informazioni generali sull'impianto sono riassunte nella tabella in figura seguente (Figura 3.28), mentre lo schema generale dell'impianto è invece riportata in Figura 3.29.

BIOMETHANATION PLANT BASED ON LEATHER INDUSTRY SOLID WASTES AT DEWAS, MADHYA PRADESH	
<i>Sito di installazione</i>	Dewas, Madhya Pradesh
<i>Data di commissionamento</i>	Agosto 2002
<i>Stato attuale di funzionamento</i>	Tata International Limited (TIL) ha in carico l'operatività e la manutenzione
<i>Agenzia di supporto tecnico</i>	Central Leather Research Institute (CLRI), Chennai
<i>Tecnologia per la separazione del Cromo</i>	Brevetto di Tata International Limited (TIL)
<i>Supervisione delle operazioni</i>	Central Leather Research Institute

Figura 3.28: Info generali su impianto a biogas

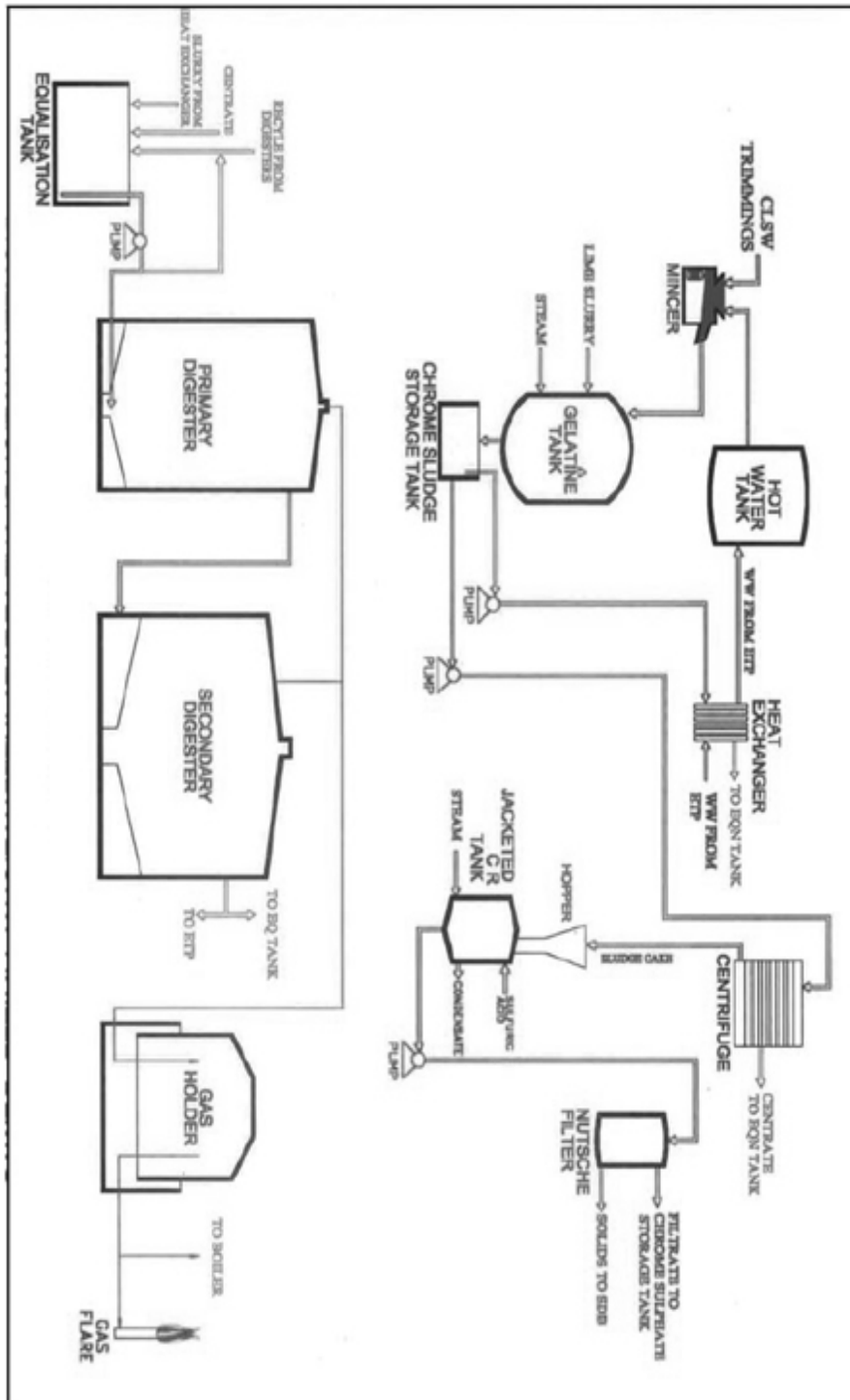


Figura 3.29: Schema generale di impianto

Le problematiche ambientali causate dal rilascio in discarica dei prodotti secondari (cascami di pelle conciati con cromo) prodotti dall'industria concia/pelle di Dewas, hanno spinto gli ingegneri della TATA International Ltd., assistiti,

supportati a livello tecnico e coordinati dal CLRI (Central Leather Research Institute) di Chennai, capitale dello stato federale del Tamil Nadu, ha sviluppare un processo dove questi rifiuti vengono trasformati in risorse utilizzate in-house. Infatti il Collagene, la principale proteina del tessuto connettivo animale, ed il Cromo, l'agente conciante principalmente utilizzato nelle concerie, contenuti nei cascami, possano essere profittabilmente utilizzati dopo essere stati opportunamente separati. Il Collagene, una volta separato, viene trasformato in una gelatina utilizzata come biomassa di un processo di digestione anaerobica per la produzione di biogas. Il Cromo viene recuperato nel processo e convertito in BCS (Basic Chrome Sulphate) e quindi riutilizzato nella fase di concia delle pelli. Inoltre i fanghi in uscita dall'impianto biogas vengono essiccati e trasformati in fertilizzanti.

L'impianto analizzato presenta le sezioni standard di un impianto per la produzione di biogas. Le sezioni quindi identificate sono:

- sezione di Ricezione e Pre-Trattamento;
- sezione di Digestione del Substrato e Produzione di Biogas;
- sezione di Post-Trattamento dei fluidi in uscita;

Particolare attenzione merita la sezione di Ricezione e Pre-trattamento: è la sezione che rende l'impianto veramente innovativo ed unico è qui che è stato brevettato il sistema che consente la separazione del Collagene dal Cromo e dove il primo viene preparato in modo tale da essere sfruttato nei digestori, il secondo invece viene raccolto e poi viene convertito in BCS (Basic Chrome Sulphate).

All'interno di questa sezione gli scarti di pelle con cromo o CLSW (Chrome Leather Solid Waste) vengono fatti passare da un tritatore che li riduce praticamente in trucioli e polvere, il materiale ottenuto viene caricato sulla loading platform che gestisce 1-1.3 tonnellate di materiale per batch. Il materiale viene sollevato e svuotato in un gelatine vessel tramite l'apertura superiore. All'interno del vessel viene convogliato anche un flusso di acqua calda proveniente dal serbatoio di acqua riscaldata riempito con acqua non trattata in uscita

---



dall'impianto. Anche una dose di alcalinizzante viene aggiunta nel vessel. Del vapore è utilizzato per riscaldare l'acqua trattata in uscita fino 85-90°C . Il contenuto del vessel viene poi agitato con agitatori "ad ancora" per mantenere il substrato in sospensione e favorire il trasferimento di calore.

Questa operazione richiede circa 8 ore. Il contenuto viene poi svuotato in un serbatoio e pompato in una centrifuga per la rimozione della parte solida. La soluzione gelatinosa filtrata passa da uno scambiatore di calore e viene raffreddata fino a 35°C da un flusso di acqua non trattata che raggiunge la temperatura di 65° e viene raccolto nel serbatoio di acqua calda da utilizzare per il prossimo batch di materiale.

I principali parametri di funzionamento dell'impianto e le performances d'efficienza sono state ricavate mediante la raccolta delle informazioni disponibili sul web e tramite interviste via e-mail all'Executive Director di TATA International Limited (TIL). Il risultato di tali indagini viene riepilogato nella tabella seguente.

<b>PARAMETRI &amp; PERFORMANCES DELL'IMPIANTO</b>	
CLSW gestiti	700 tons/y
Capacità impianto	2.5 tons/d
Produzione Biogas	280 m <sup>3</sup> /d
Metano nel Biogas	60-65%
Produzione BSC liquor	500 l/d
Produzione di BSC	50kg/d
Efficienza rimozione Cromo	96%
Residui destinati a discarica	0,2%
Volume Digestore 1	50 m <sup>3</sup>
Volume Digestore 2	170 m <sup>3</sup>
Alimentazione	23 m <sup>3</sup> /d
COD loading	690 kg/d
Efficienza rimozione COD	80%
Distruzione COD	552 kg/d

Figura 3.30: Performance generali di impianto

I dati riepilogati in tabella sembrano essere molto promettenti infatti l'intero ciclo permette di destinare a discarica ed incenerimento soltanto lo 0,2% del materiale in ingresso all'impianto, inoltre nella sezione di pre-trattamento grazie alla tecnologia brevettata si riesce a rimuovere dalle pelli ben il 96% di cromo rendendo il materiale quasi totalmente depurato. Questo consente di avere disponibile un substrato che non crea problemi significativi a livello di impatto ambientale consentendo quindi di utilizzare i fanghi in uscita dai digestori come fertilizzanti contenenti azoto. Non solo, infatti anche le performances relative alla produzione di biogas sembrano essere molto incoraggianti, infatti il rendimento della biomassa utilizzata in termini mc/d di biogas prodotto è tranquillamente assimilabile a quello di altre biomasse comunemente utilizzate in impianti di questo genere.

In sintesi il consolidamento dei dati riscontrati permetterebbe di chiudere l'intero ciclo di gestione dei cascami di pelle contenenti cromo in un modo virtuoso, avvicinandosi sensibilmente alla soglia di impatto zero sul fronte della sostenibilità ambientale, che poi è uno degli obiettivi del progetto ZEROIMPACT, l'altro obiettivo è quello di valutare anche l'impatto economico di tale soluzione qualora venisse perseguita. Come detto il rendimento della biomassa non pone problemi circa la fattibilità economica della soluzione. L'impianto considerato però è di piccola taglia (in termini di tonnellate annue trattate), tale da non giustificare l'impiego di motori cogenerativi per la produzione di energia elettrica e termica, tuttavia non esistono limiti tecnici alla possibilità di scalare verso l'alto tale impianto consentendogli di trattare tonnellate annue più cospicue che consentano una produzione di biogas tale da motivare l'utilizzo di stazioni cogenerative. La prova di questo e della validità della soluzione può anche essere riscontrata nella volontà di TATA di aprire a breve due stabilimenti uno a Tamil Nadu ed un altro in Etiopia capaci di gestire 5000 t/a di materiale in ingresso, inoltre l'Executive Director del gruppo, interpellato, non ha posto limitazioni, in prima battuta, alla possibilità di ampliare ulteriormente l'impianto per farlo arrivare alla capacità annuale di 30000t. Tali confortanti premesse hanno spinto ad effettuare un valutazione più dettagliata della possibilità di trasferire una

---

soluzione del genere nel Distretto Pellettiero Fiorentino, che valutasse anche le peculiarità del territorio nazionale, i diversi costi di investimento (TATA stima un costo per l'impianto da 5000 t/a di circa 1.6 milioni di US\$, senza le spese per i terreni) ed i diversi ricavi attendibili. A tale scopo è stato proposto un "Business Plan" per tale soluzione che viene presentato al paragrafo seguente. In tale piano di *business* è stato scelto di orientarsi verso la realizzazione di un impianto con taglia nominale di circa 1MWe (999kWe), questo perché allo stato attuale in Italia esistono vari fattori che rendono particolarmente conveniente dimensionare l'impianto cogenerativo con questa potenza elettrica. Innanzitutto perché una potenza del genere consente di aver accesso al sistema incentivante garantito dalla Tariffa Omnicomprensiva (garantita agli impianti che immettono in rete energia elettrica con taglia inferiore ad 1MWe) la cui entità è di 280 €/Mwh immesso in rete.

Questo sistema incentivante ha spinto alla realizzazione di economie di scala e di esperienza che rendono tale dimensionamento particolarmente conveniente. Gli effetti di scala sono particolarmente consistenti e fanno ridurre il costo al kW di un impianto chiavi in mano, passando dalla taglia di 100kW ad uno di 999kW, del 30%. Queste riduzioni sono principalmente motivate dai risparmi ottenibili sull'acquisto dei componenti di impianto (cogeneratore in modo particolare). Nel grafico viene riportato l'andamento del costo €/kW dell'impianto al variare della sua taglia .

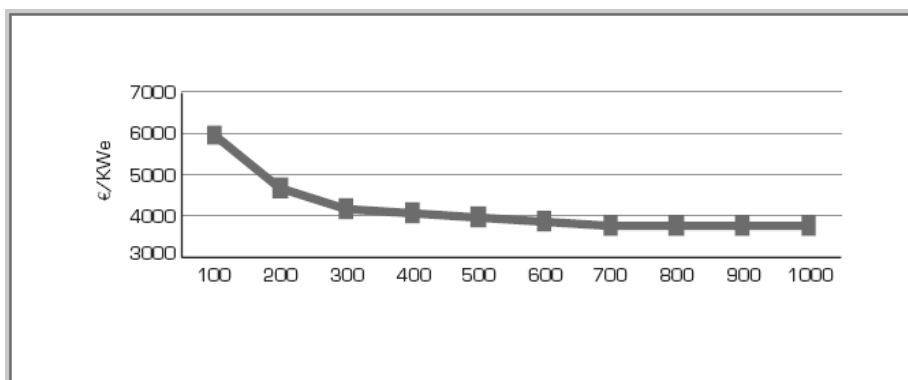


Figura 3.31: Effetti economie di scala e di esperienza sul costo di impianto (€ / kWe) al variare della potenza installata

Basandoci sui dati di processo di Tata ed adeguandoli alla potenza di impianto da noi scelta, per godere al massimo di ecoincentivi statali ed economie di scala si ottengono i seguenti parametri.

<b>Parametri prestazionali impianto</b>		
<i>Descrizione</i>	<i>Valore</i>	<i>Udm</i>
<b>Potenza installata</b>	999	kWe
<b><math>\eta</math> Elettrico</b>	39	%
<b>Potenza termica necessaria</b>	2,564	MWt
	2205125	Kcal/h
<b>Disponibilità</b>	8000	h/a
<b>Produzione energia elettrica</b>	8000	MWh/a
<b>Autoconsumi</b>	7	%
<b>CH<sub>4</sub> nel Biogas</b>	60	%
<b>PCI Biogas (60%)</b>	4875	Kcal/Sm <sup>3</sup>
<b><math>\eta</math> Cascami di pelle</b>	146	m <sup>3</sup> (biogas)/t
	0,017	t (BCS)/t
<b>Cascami necessari</b>	27140	t/a

Figura 3.32: Parametri impianto

Come si vede dalla tabella i quantitativi annui di cascami di pelle necessari al funzionamento ottimale dell'impianto sono di circa 27.140 t/a, al momento non la stima relativa alla produzione annua di scarti di pellame nell'area Fiorentina si attesta come detto intorno alle 4800 t/a utili. Risulta quindi evidente che basandoci su questi dati che la produzione dell'area Fiorentina non giustificherebbe l'investimento nell'impianto, tuttavia estendendo il perimetro d'analisi su base Regionale si osserva che, considerando pure la provincia Pisana, l'ammontare della produzione annua per gli anni 2003 e 2004 è pari rispettivamente a 37.591 t/a e 31.868 t/a. Inoltre esistono altri fattori incentivanti da valutare, ovvero la possibilità di destinare all'impianto altre categorie di rifiuti, come ad esempio gli scarti di pelle conciati al vegetale od i carnicci . Sicuramente la soluzione permetterebbe di risolvere in modo quasi definitivo il problema

considerando il volume di scarti che sarebbe capace di trattare, anche prospettando un aumento in futuro dei quantitativi.

#### *3.4.4 Business plan*

Utilizzando le informazioni provenienti da Tata sono stati ricavati i dati di processo per stabilire i quantitativi annui di scarti necessari al conseguimento della potenza elettrica prefissata ed i costi di impianto. Per stimare i costi di investimento per la realizzazione dell'impianto da 1MWe abbiamo effettuato ricerche sul web ed abbiamo intervistato (vis a vis e via e-mail) i responsabili della Powergreen srl, un'azienda con una solidissima esperienza nella progettazione, installazione, gestione e manutenzione di impianti per la produzione di energia elettrica da biogas (impianti a biogas a Castelleone Cremona da 836Kwe esteso a 969kWe cogenerazione e relativo impianto di teleriscaldamento, impianto da 2128kWe ad Aviano in Friuli, impianto da 999kWe in Toscana ed altri progetti attinenti a tematiche di sostenibilità ambientale). La decisione di stimare i costi caratteristici del nuovo impianto analizzato, mediante analogia con i costi sostenuti per la realizzazione di impianti biogas di tipo più tradizionale è determinata dal fatto che l'impianto Indiano presenta molte sottosezioni (la sezione di Alimentazione, la sezione di Digestione del Substrato e la sezione di Post-Trattamento) che a livello di apparecchiature, componenti, processi utilizzati e costi relativi possono considerarsi sostanzialmente standard rispetto ad altri impianti biogas e quindi approssimabili in prima battuta. Anche la sezione di Sfruttamento del Biogas con motore cogenerativo, anche se non presente nell'impianto Indiano, è ampiamente conosciuta e quindi valutabile a livello di costi relativi.

La sottosezione più delicata da stimare, almeno a livello economico-commerciale, risulta essere la sezione di Pre-Trattamento, quella dove avviene la rimozione quasi totale del cromo dalle pelli, mediante trattamenti chimici. Il carattere innovativo di tale trattamento non consente invece di avere disponibili

---

---

valutazioni precise sui costi (investimento, gestione, manutenzione) che tale sezione comporta, ma solo di effettuare stime all'interno di un range.

Il seguente *business plan* è stato realizzato poggiando sulle seguenti ipotesi:

- sez. di Pre-Trattamento: poiché non è stato possibile avere informazioni di dettaglio relative al costo di tale sezione, vista la sua unicità, si è deciso di effettuare una stima sulla base di possibili scenari, che fanno oscillare il costo di tale sezione tra i 500.000€ e il 1.500.000 €. Le informazioni ottenute da TATA fanno escludere che il costo della sezione possa uscire da questo range. Naturalmente tali costi si andranno a sommare ai Costi di investimento; nel *business plan* presentato di seguito, al fine di eseguire i calcoli, si è scelto di considerare per comodità, il valore intermedio, pari quindi a € 1.000.000;
- tasso attualizzazione: pari al tasso di debito (Euribor + Spread), i flussi di cassa sconteranno quindi un tasso del 7%;
- orizzonte: l'orizzonte di valutazione scelto è di 15 anni;
- finanziamento: si è scelto di finanziare il 100% dell'iniziativa attraverso un prestito;
- indici di rivalutazione: si è scelto di applicare indici di rivalutazione dei Costi di Gestione, compresi tra 1-1,5%, a partire dal sesto anno;
- resa Impianto: si è scelto di attribuire una resa dell'impianto del 40% per il primo anno ed al 80% per il secondo;
- costi variabili produttivi: tali costi risentono della disponibilità dell'impianto, per questo sono stati ridotti del 25% per il primo anno;
- ammortamenti: l'impianto viene ammortizzato in 14 anni a quote costanti;
- costi approvvigionamento MP: sono stati calcolati considerando, Fabbisogno giornaliero impianto 74,35 t, Capienza camion 20 t, N° di chiamate giornaliere 3,71, costo medio per chiamata a/r 350€. Il costo medio per la chiamata è sensibilmente maggiorato rispetto al costo

medio per tenere conto di complicazioni organizzative (carico della merce da più punti di prelievo in un solo viaggio) ed eventuali rincari dovuti al prelevamento dei materiali in Province diverse da quelle di destinazione;

- stime prezzo BCS: i prezzi di vendita dei BCS sono stati stimati attraverso ricerche sul web;
- ricavi per mancati costi di smaltimento: per quantificare i ricavi derivanti da questa voce si è fatto riferimento alla tariffa di smaltimento, moltiplicata per una quantità di rifiuti, espressa in tonnellate, ricavata nel seguente modo: non costruendo l'impianto le aziende dovrebbero comunque gestire i propri rifiuti con metodi alternativi (riutilizzo diretto, riciclo come RFC, etc.) tuttavia una parte rilevante sarebbe comunque smaltita in discarica, tale frazione è stata stimata conservativamente essere un terzo della produzione totale di rifiuti considerati;
- energia termica: l'impianto genera un potenza termica elevata che per il 50% resta inutilizzata (l'altro 50% viene utilizzata dall'impianto stesso), tale energia termica potrebbe essere profittevolmente utilizzata per teleriscaldamento, che consentirebbe di avere accesso al sistema incentivante dei Certificati Bianchi;
- fertilizzanti: i fanghi essiccati in uscita dall'impianto potrebbero essere sfruttati per realizzare fertilizzanti azotati da commercializzare profittevolmente. Questa prospettiva non è stata considerata nello studio.

I termini del finanziamento scelto sono riportati nella tabella sottostante:

Descrizione	Valore
Importo	€ 5.684.400
% Finanziata	100%
Prestito	€ 5.684.400

<b>Tasso annuale</b>	(Euribor + Spread)
<b>Durata</b>	15 anni
<b>N°Rate annue</b>	2
<b>Rata annuale</b>	€ 598.927,90
<b>Pagamento semestrale</b>	€ 299.463,95

Figura 3.33: Termini del finanziamento impianto Biogas

Il *business plan* si riferisce al caso in cui la sezione di Pre-Trattamento dell'impianto abbia un costo dei 1 Mln di €. Come è possibile comprendere dai dati riportati in Figura 3.34, i valori del NPV e del PBP, sotto questa ipotesi e nell'orizzonte temporale scelto, risultano pari a 9.926.221 euro, e quasi 8 anni, con un ROI pari 1,75 ed un valore del TIR pari al 17%.

Anni		0	1	2	14
	<i>Ricavi da vendita</i>	euro	€ 833.279	€ 1.666.558	€ 2.083.197
	<i>Resa impianto</i>	%	40%	80%	100%
	<i>Ricavi per mancati costi di smaltimento</i>	euro	€ 719.394	€ 1.438.789	€ 1.798.486
	<i>Vendita BCS</i>	euro	€ 115.384	€ 230.767	€ 288.459
<b>TOTALE RICAVI</b>		euro	€ 1.668.057	€ 3.336.114	€ 4.170.142
	<i>Manutenzione</i>	euro	-€ 167.179	-€ 208.974	-€ 235.408
	<i>Costi energia elettrica</i>	euro	-€ 60.400	-€ 75.500	-€ 81.756
	<i>Acquisto olio e conferimento esausto</i>	euro	-€ 8.640	-€ 10.800	-€ 12.349
	<i>Assistenza biochimica</i>	euro	-€ 28.800	-€ 36.000	-€ 39.373
	<i>Costo del personale</i>	euro	-€ 60.000	-€ 60.000	-€ 66.940
	<i>Costi logistici di raccolta MP</i>	euro	-€ 379.960	-€ 474.950	-€ 514.303
	<i>Polizze assicurative</i>	euro	-€ 19.000	-€ 19.000	-€ 22.381
	<i>Ammortamento impianto</i>	euro	-€ 406.029	-€ 406.029	-€ 406.029
	<i>Finanziamento/leasing capannone</i>	euro	-€ 240.000	-€ 240.000	-€ 240.000
<b>TOTALI COSTI DI GESTIONE</b>		euro	-€ 1.370.008	-€ 1.531.253	-€ 1.618.538
<b>MARGINE LORDO INDUSTRIALE</b>		euro	€ 298.049	€ 1.804.861	€ 2.551.604
	<i>Spese generali</i>	euro	-€ 20.000	-€ 20.000	-€ 20.000
<b>UTILE OPERATIVO</b>		euro	€ 278.049	€ 1.784.861	€ 2.531.604
	<i>Oneri finanziari - interesse pre ammortamento</i>	euro	-€ 292.606		
	<i>Oneri finanziari - interessi mutuo 15 anni su 100% iniziative</i>	euro	-€ 280.284	-€ 267.148	-€ 22.386
<b>UTILE ANTE IMPOSTE</b>		euro	-€ 292.606	€ 2.235	€ 1.517.713
	<i>Imposte d'esercizio</i>	euro	€ -	-€ 758.856	-€ 1.254.609
<b>UTILE NETTO</b>		euro	-€ 292.606	€ 2.235	€ 1.254.609
	<i>Ammortamento impianto</i>	euro	€ 406.029	€ 406.029	€ 406.029
<b>FLUSSO DI CASSA CORRENTE</b>		euro	-€ 292.606	€ 403.794	€ 1.164.885
	<i>Acquisizione impianto</i>	euro	-€ 5.684.000	0	0
<b>FLUSSO DI CASSA PER INVESTIMENTO</b>		euro	-€ 5.684.000	€ -	€ -
	<i>Conferimento Soci</i>	euro	€ 1.429.406		
	<i>Acquisizione debito (Finanziamento bancario)</i>	euro	€ 4.547.200		
	<i>Restituzione capitale finanziato</i>	euro	-€ 212.182	-€ 225.318	-€ 470.080
<b>FLUSSO DI CASSA PER FINANZIAMENTO</b>		euro	€ 5.976.606	-€ 212.182	-€ 225.318
<b>NET CASH FLOW</b>		euro	€ -	€ 191.612	€ 939.567
<b>NETTO ATTUALIZZATO</b>		euro	€ -	€ 179.076	€ 999.731
<b>VAN</b>		€	9.926.221		
<b>ROI</b>			1,75		
<b>IRR</b>			17%		

Figura 3.34: Business Plan impianto Biogas



---

### **3.5 Soluzione alternativa: rigenerato di cuoio con processo a secco**

#### *3.5.1 Il nuovo processo di produzione*

Negli ultimi anni è stato messo a punto un ulteriore processo produttivo per mezzo del quale è diventato possibile ottenere una nuova tipologia di rigenerato di pelle con caratteristiche tecniche (morbidezza, malleabilità, resistenza ad usura e trazione, etc) accomunabili alla pelle naturale. Il ciclo tecnologico di questa nuova tipologia di rigenerato è totalmente differente da quello tradizionale “ad umido” presentato al paragrafo 3.3.4. Nel dettaglio non si conosce ancora con esattezza la precisa sequenza tecnologica utilizzata, in quanto il processo, oltre ad essere relativamente nuovo, risulta comunque coperto da brevetto. In linea generale comunque il nuovo processo, completamente differente da quello tradizionale assimilabile al processo di produzione della carta, si basa su una produzione “a secco”, senza quindi la presenza dell’acqua: i cascami di pelle vengono “sfibrati” per mezzo di apposite macchine (simili a mulini) e ridotti in fibre di diametro nettamente inferiore al millimetro e lunghezza variabile (2-8mm), queste vengono poi, per mezzo di apposite macchine ad aghi dette “agugliatrici” intrecciate su una rete a base polimerica che costituisce la nuova struttura portante del rigenerato. Tale tecnologia, già esistente, risulta essere mutuata dalla produzione dei “tessuti-non tessuti”. Il “foglio” di materiale misto, pelle intrecciata su rete polimerica, viene poi, grazie all’utilizzo di macchinari specifici, presso-fuso. In questo modo la rete polimerica interna viene portata a fusione per mezzo del calore, mentre la pelle viene “schacciata” per mezzo della pressione, permettendo così una nuova compattezza dell’intera amalgama. Il “foglio” di rigenerato così ottenuto viene poi sottoposto ai tradizionali processi di finitura superficiale (spalmatura, smerigliatura, etc) per ottenere il risultato visivo desiderato. Questo tipo di processo permette di ottenere “fogli” costituiti internamente da percentuali altissime di pelle (nei casi più spinti vicine all’85%). L’azienda leader, e una delle poche produttrici a livello mondiale, in questo nuovo segmento di mercato risulta essere l’inglese E-leather. Utilizzando le informazioni provenienti da aziende del settore sono stati ricavati i dati di processo per stabilire i quantitativi annui di

---

scarti necessari ad alimentare l'impianto. Per stimare i costi di investimento per la realizzazione dell'impianto in questione si è effettuata una ricerca sul web e sono stati intervistati (vis a vis e via e-mail) i responsabili della Massimilano Corsini Srl, un'azienda con una solidissima esperienza nella progettazione, installazione, gestione e manutenzione di impianti per la produzione di carta e di cuoio rigenerato.

### 3.5.2 Business Plan

Il seguente *business plan* per un impianto di produzione di cuoio rigenerato tramite processo "a secco" è stato realizzato poggiando sulle seguenti ipotesi:

- parametri di processo: si fa riferimento alla Figura 3.36;
- costi investimento: si fa riferimento alla Figura 3.36;
- prezzo di vendita: il prezzo di vendita è stato stimato intorno ai 3,5€ per metro lineare. Tale prezzo sembra essere, in base ad un'analisi di mercato effettuata, conservativo ed estremamente competitivo;
- tasso attualizzazione: pari al tasso di debito (Euribor + Spread), i flussi di cassa sconteranno quindi un tasso del 7%;
- orizzonte: l'orizzonte di valutazione scelto è di 15 anni;
- finanziamento: si è scelto di finanziare il 100% dell'iniziativa attraverso un prestito;
- indici di rivalutazione: si è scelto di applicare un indice di rivalutazione dei Costi di Manutenzione pari all'1,5%, a partire dal primo anno;
- resa Impianto: si è scelto di attribuire una resa dell'impianto del 40% per il primo anno, pari al 70% dal secondo al quinto, e del 75% per gli anni seguenti;
- costi variabili produttivi: tali costi (MP ed energia) sono stati calcolati applicando un coefficiente di sicurezza aggiuntivo pari al 10% in grado di ammortizzare eventuali oscillazioni al rialzo;

- ammortamenti: l'impianto viene ammortizzato in 7 anni a quote costanti;
- costi approvvigionamento MP: sono stati calcolati considerando, Fabbisogno annuale dell'impianto impianto, la capienza camion 20 t, ed il costo medio per chiamata a/r 350€. Il costo medio per la chiamata è sensibilmente maggiorato rispetto al costo medio rilevato per tenere conto di complicazioni organizzative (carico della merce da più punti di prelievo in un solo viaggio) ed eventuali rincari dovuti al prelevamento dei materiali in Province diverse da quelle di destinazione.
- ricavi per mancati costi di smaltimento: per quantificare i ricavi derivanti da questa voce si è fatto riferimento alla tariffa di smaltimento comunemente adottata dalle aziende del distretto, moltiplicata per una quantità di rifiuti, espressa in tonnellate, ricavata nel seguente modo: non costruendo l'impianto le aziende dovrebbero comunque gestire i propri rifiuti con metodi alternativi (riutilizzo diretto, riciclo come RFC, etc.) tuttavia una parte rilevante sarebbe comunque smaltita in discarica, tale frazione è stata stimata conservativamente essere un terzo della produzione totale di rifiuti considerati.

I termini del finanziamento scelto sono riportati in figura sottostante:

Descrizione	Valore
<b>Importo</b>	€ 2.842.200
<b>% Finanziata</b>	100%
<b>Prestito</b>	€ 2.842.200
<b>Tasso annuale</b>	(Euribor + Spread)
<b>Durata</b>	15 anni
<b>N°Rate annue</b>	2
<b>Rata annuale</b>	€ 299.464
<b>Pagamento semestrale</b>	€ 149.732

Figura 3.35: Termini del finanziamento impianto Rigenerato di pelle

Il *business plan* si riferisce alle ipotesi illustrate precedentemente, i valori del NPV e del PBP risultano in questo caso pari a circa 8 M€ euro, e meno di 5 anni,

con un ROI pari 2,85 volte l'investimento effettuato ed un valore del TIR pari al 31%.

INPUT	
DATI COSTO	
COSTO MACCHINARI IMPIANTO (€)	€ 2.842.200
COSTO LEGANTI (€/Kg)	€ 1,75
COSTO LOGISTICA CAMION VIAGGIO A/R (€)	€ 350,00
COSTO PERSONALE (€/mese)	€ 3.500
COSTO ENERGIA ELETTRICA (€/KWh)	€ 0,12
COSTO ENERGIA TERMICA (€/KWh)	€ 0,04
COSTO MANUTENZIONE (€/anno)	€ 100.000
COSTO AFFITTO CAPANNONE (€/mese)	€ 20.000
PREZZO VENDITA (€/mlineare)	€ 3,50
PARAMETRI	
CONSUMO ELETTRICO (KWh)	500
CONSUMO TERMICO (KWh)	900
DENSITA' PRODOTTO FINITO (Kg/m2)	0,6
CAPACITA' IN (Kg/h)	500
CAPACITA' OUT (Kg/h)	380
PERCENTUALE LEGANTI PER KG DI PRODOTTO FINITO (%)	25%
COEFFICIENTE DI SICUREZZA COSTI (%)	10%
AUMENTO ANNUALE COSTI MANUTENZIONE (%)	1,5%
LARGHEZZA LINEA (m)	1,5
NUMERO DI PERSONE	12
AMMORTAMENTO (anni)	7
CAPACITA CAMION (Kg)	20.000
GIORNI LAVORATIVI ANNO (gg/anno)	220
ORE LAVORATIVE GIORNO (ore/gg)	16
MESI LAVORATIVI ANNO (mesi/anno)	12
ALIQUOTA TASSE (%)	50%
TASSO DI ATTUALIZZAZIONE (%)	7,0%

Anni		0	1	14
	<i>Ricavi da vendita</i>	euro	€ 1.783.467	€ 2.675.200
	<i>Resa impianto</i>	%	40%	60%
	<i>Ricavi per mancati costi di smaltimento</i>	euro	€ 719.394	€ 1.079.092
<b>TOTALE RICAVI</b>		euro	€ 2.502.861	€ 3.754.292
	<i>Manutenzione</i>	euro	-€ 100.000	-€ 121.355
	<i>Costi energia elettrica</i>	euro	-€ 105.600	-€ 147.840
	<i>Costi energia termica</i>	euro	-€ 63.360	-€ 88.704
	<i>Costi materiale</i>	euro	-€ 292.600	-€ 409.640
	<i>Costo del personale</i>	euro	-€ 504.000	-€ 504.000
	<i>Costi logistici di raccolta MP</i>	euro	-€ 30.800	-€ 30.800
	<i>Polizze assicurative</i>	euro	-€ 20.000	-€ 20.000
	<i>Ammortamento impianto</i>	euro	-€ 406.029	-
	<i>Finanziamento/leasing capannone</i>	euro	-€ 240.000	-€ 240.000
<b>TOTALI COSTI DI GESTIONE</b>		euro	€ - 1.762.389	-€ 1.562.339
<b>MARGINE LORDO INDUSTRIALE</b>		euro	€ 740.472	€ 2.191.952
	<i>Spese generali</i>	euro	-€ 40.000	-€ 40.000
<b>UTILE OPERATIVO</b>		euro	€ 700.472	€ 2.151.952
	<i>Oneri finanziari - interesse pre ammortamento</i>	euro	-€ 146.303	-
	<i>Oneri finanziari - interessi mutuo 15 anni su 100% iniziativa</i>	euro	-€ 140.142	-€ 11.193
<b>UTILE ANTE IMPOSTE</b>		euro	-€ 146.303	€ 560.330
	<i>Imposte d'esercizio</i>	euro	-€ 280.165	-€ 1.070.380
<b>UTILE NETTO</b>		euro	-€ 146.303	€ 280.165
	<i>Ammortamento impianto</i>	euro	€ 406.029	-
<b>FLUSSO DI CASSA CORRENTE</b>		euro	-€ 146.303	€ 686.194
	<i>Acquisizione impianto</i>	euro	-€ 2.842.200	0
<b>FLUSSO DI CASSA PER INVESTIMENTO</b>		euro	-€ 2.842.200	-
	<i>Conferimento Soci</i>	euro	€ 714.743	-
	<i>Acquisizione debito (Finanziamento bancario)</i>	euro	€ 2.273.760	-
	<i>Restituzione capitale finanziato</i>	euro	-€ 106.091	-€ 235.040
<b>FLUSSO DI CASSA PER FINANZIAMENTO</b>		euro	€ 2.988.503	-€ 106.091
<b>NET CASH FLOW</b>		euro	€ 580.103	€ 835.340
<b>NETTO ATTUALIZZATO</b>		euro	€ 542.152	€ 8.086.995
<b>VAN</b>	€	8.086.995		
<b>ROI</b>		2,85		
<b>IRR</b>		31%		

Figura 3.36: Business Plan impianto per la produzione del rigenerato di pelle

La quantità minima di cascami necessaria per alimentare un impianto di questo tipo è risultata essere pari a 1800 t/a. L'impianto risulta essere comunque scalabile verso l'alto, aumentando le ore di funzionamento macchina dello stesso (tre turni anziché due). Al fine di assorbire completamente le necessità del distretto fiorentino sarebbe comunque possibile, nel caso in cui il mercato assorbisse interamente l'offerta (cosa che appare possibile), aprire un secondo stabilimento produttivo.

### **3.6 Considerazioni e conclusioni**

L'elaborazione dei *business plan* ha consentito di stimare preliminarmente i Net Cash Flow derivanti dai due investimenti: un impianto cogenerativo per la produzione di Biogas derivante dalla digestione anaerobica degli scarti di pelle, e un impianto per la produzione di un rigenerato di pelle tramite un innovativo processo di produzione a secco. I risultati di questa elaborazioni confermano che la soluzione ideata dagli ingegneri della TATA sembra essere applicabile sotto tutti i profili d'interesse del progetto ZeroImpact. Tuttavia permangono tutta una serie di criticità legate alla necessità di definire in modo chiaro organizzazione e ruoli con la quale un'iniziativa del genere dovrebbe essere perseguita, di consolidare tutti i dati processuali emersi dalle ricerche e dalle interviste, e di verificare la conformità dell'impianto alle prescrizioni normativo-legislative Italiane (per la quale al momento non sono state rilevate evidenti pregiudicanti). Da tutte queste considerazioni si evince che lo sviluppo della soluzione risulta estremamente dispendiosa sotto il profilo dei tempi e delle risorse da impiegare. Ipotesi del tutto analoghe possono essere fatte sulla soluzione relativa all'impianto di produzione per il rigenerato di pelle sulla base dell'attività di *business* avviata dall'azienda inglese E-leather.

Fatte queste considerazioni, che possono essere prese come un suggerimento per successivi studi, rimangono comunque percorribili le prospettive aperte da entrambe le soluzioni. La possibilità di rimuovere o riutilizzare la quasi totalità del cromo o delle pelli che lo contengono, la possibilità

di destinare in discarica solo una minima quantità del materiale trattato (in entrambe le soluzioni inferiore al 1%), sembrano rispondere in pieno alle finalità del progetto ZeroImpact sul fronte dell'impatto ambientale. Per quanto riguarda invece l'impatto economico la possibilità di vendere l'energia elettrica prodotta a condizioni incentivanti unita alla possibilità di commercializzare i BCS (Basic Chrome Sulphate) eliminando i costi di smaltimento dei rifiuti, nel primo caso, o di lanciare sul mercato un nuovo competitivo prodotto, nel secondo caso, consentono di intravedere consistenti opportunità di *business* perseguibili, però, con un ottica di medio-lungo periodo e con un pieno *commitment* delle parti interessate. Da questo punto di vista occorre notare come la seconda soluzione, risulti economicamente più conveniente rispetto alla prima in termini di:

- Reperibilità dei capitali (investimento iniziale pari alla metà);
- Pay back period (meno di 5 anni contro 8);
- Roi (2,85 volte l'investimento iniziale contro 1,75)
- TIR (31% contro 17%)

In conclusione, entrambe le soluzioni risulterebbero, in una prospettiva di medio-lungo periodo, percorribili sia tecnologicamente quanto economicamente. Tuttavia, come emerso dall'analisi dei dati, l'eventuale scelta tra i due impianti propenderebbe verso la soluzione relativa al cuoio rigenerato, infatti, al netto di parametri di valutazione economici peggiori (ROI, PBP, IRR), la soluzione relativa al biogas ha inoltre necessità di una massa di cascami in ingresso necessaria ad alimentare l'impianto nettamente maggiore, circa 27000 tonnellate anno, contro le sole 1800 richieste invece dall'impianto per il rigenerato di cuoio (4800 tonnellate utili quelle prodotte dal distretto fiorentino in un anno). Ciò significherebbe dover raccogliere e gestire gli scarti di produzione di altri distretti pellettieri sparsi sul territorio regionale o nazionale per raggiungere la soglia critica di funzionamento per l'impianto a biogas.

Allo stato attuale del progetto ZeroImpact risulta chiaro quindi che una soluzione velocemente percorribile ed in grado di risolvere, almeno parzialmente,

le problematiche del distretto nel breve periodo potrebbe essere quella di utilizzare, a valle di una fase di ottimizzazione logistica delle operazioni di raccolta, parte degli scarti di pelle come sottoprodotto industriale destinato alla produzione di RFC (Rigenerato di Fibre di Cuoio tramite il vecchio processo di produzione ad umido) o comunque ad altri usi la cui tecnologia di impiego risulti ad oggi matura (es: fertilizzanti). Parallelamente, si dovrebbero pianificare attività di ricerca ed indagine, ad esempio la formazione di un laboratorio Universitario, tese a consolidare le prospettive alternative emerse nello studio, relativamente all'opzione rigenerato prodotto tramite ciclo a secco, poiché potrebbero permettere la definitiva risoluzione delle problematiche economico-ambientali del Distretto nel medio-lungo periodo, generando significativi flussi di redditività per le parti coinvolte.

In conclusione i principali benefici derivanti dalla volontà di portare avanti un'iniziativa di lungo periodo che preveda l'installazione di un impianto per la produzione di cuoio rigenerato tramite "ciclo a secco" nell'area Fiorentina sono:

- **Riduzione dell'impatto ambientale a soglie prossime allo zero:** il ciclo consente una pressoché totale delle pelli di scarto.
- **Redditività dell'investimento:** l'analisi dei flussi di cassa consente di prevedere un investimento economicamente conveniente.
- **Eliminazione dei costi di smaltimento:** destinando i cascami di pelle all'impianto le aziende si libererebbero degli oneri di smaltimento.
- **Ritorni d'immagine:** instaurando un ciclo virtuoso di gestione dei cascami basato su una tecnologia innovativa le aziende, le istituzioni ed il Distretto in generale potrebbero disporre di una fruttuosa visibilità che iniziative di sostenibilità ambientale di questo peso possono regalare.
- **Estendibilità della soluzione:** allo stato attuale non esistono preclusioni alla possibilità di estendere la disponibilità della soluzione da un ambito distrettuale ad un ambito regionale, scalando verso l'alto la dimensione dell'impianto.

Le principali criticità di cui tener conto nel momento in cui si intende portare avanti l'iniziativa invece sono:

- **Definizione dell'organizzazione e dei ruoli:** l'iniziativa dovrebbe essere portata avanti da vari attori istituzionali e privati, ne consegue che dovrebbero essere trovate forme e modalità organizzative di tipo consociativo-consortile che prevedano la definizione di specifici ruoli e responsabilità, la condivisione delle scelte circa le modalità di finanziamento dell'investimento e la ripartizione degli eventuali utili . Il risultato di questo passaggio potrebbe anche condurre alla formazione di una società di capitali indipendente partecipata dagli attori interessati. Una prima ipotesi potrebbe prevedere la formazione di una società per azioni a partecipazione mista pubblico-privata con all'interno un consorzio di PMI (raggruppante i centri di taglio), le istituzioni (Regione, Provincia o Comune) ed eventualmente qualche grande *griffes* (Gucci, Feragamo, etc.) direttamente interessate dal problema.
- **Consolidamento dei dati di processo:** come già detto la soluzione è innovativa ed ancora poco studiata per quanto molto promettente ed in via d'espansione, ne consegue che prima della realizzazione dell'impianto sarebbe necessario organizzare attività di ricerca (che magari prevedano anche l'istituzione di un laboratorio Universitario) finalizzate all'approfondimento della tecnologia di processo utilizzata ed al consolidamento dei dati evidenziati.
- **Verifiche Normative-Legislative:** molti aspetti dell'iniziativa richiedono di essere verificati sotto la luce normativo-legislativa per assicurare conformità e fattibilità tecnica dell'impianto (allo stato attuale non sono emerse particolari pregiudicanti una sua realizzazione).
- **Ottica di medio-lungo periodo:** come già detto nei capitoli precedenti la soluzione evidenziata è di tipo complesso, ne consegue che una sua effettiva disponibilità dovrebbe essere pianificata in un ottica di medio-



lungo periodo, che consideri tutti i tempi necessari al consolidamento dei dati di processo, alla verifica normativo-legislativa, allo svolgimento delle pratiche burocratiche pre-realizzazione, alla realizzazione concreta dell'impianto. Intuitivamente si capisce che tale soluzione non si propone di risolvere i problemi del Distretto nel breve periodo, ma casomai di essere la soluzione definitiva del problema nel medio-lungo termine.

---

---

***Capitolo 4:***

***Sviluppo del Leather Ecotool***

## **4.1 Introduzione all'LCA**

LCA è l'acronimo di *Life Cycle Assessment* che in italiano viene tradotto con l'espressione valutazione del ciclo di vita. L'obiettivo di questo strumento a supporto delle decisioni è quello di seguire un prodotto, un processo, un'attività o una gestione durante tutte le fasi della sua esistenza allo scopo di identificare gli effetti che produce sull'ambiente. Il parallelo con gli impianti è rappresentato dal VIA. Questo strumento permette di gestire in modo trasparente l'analisi del sistema oggetto di studio e di comprendere, ripercorrere ed eventualmente criticare l'iter che ha portato a determinate conclusioni. Le origini della *Life Cycle Assessment* possono essere rintracciate agli inizi degli anni '60 quando furono redatti i primi bilanci energetici e di massa, spinti dalla crescente preoccupazione per l'esauribilità delle risorse fossili.

Lo studio che si ritiene abbia gettato le basi dell'attuale metodologia venne pubblicato nel 1974 dal Midwest Research Institute ed era uno studio comparativo su 9 diversi contenitori per bevande; si passò per la prima volta ad uno studio di prodotti e non più a singoli processi industriali ai quali era stata fino ad allora applicata la metodologia.

Un nuovo impulso a questo genere di lavori si è avuto negli anni '80 allorché su scala mondiale si è andato affermando il problema dei rifiuti solidi. In questo contesto tra gli anni '80 e '90 la LCA si è evidenziata come strumento idoneo all'analisi di problemi ambientali; contemporaneamente si è sviluppato l'interesse per la valutazione dei potenziali impatti legati allo sfruttamento delle risorse e alle emissioni nell'ambiente, facendo quindi un passo in più rispetto alla semplice contabilizzazione degli stessi consumi ed emissioni. Quest'ultimo è stato un elemento caratteristico del contributo europeo alla metodologia. Con gli anni '90 si è avviato un processo di standardizzazione concretizzatosi sia nella pubblicazione di manuali da parte di diversi gruppi di ricerca, sia nella pubblicazione nel 1997 delle ISO 14040.

Una definizione di LCA si trova nelle ISO 14040 appena citate e recita: "compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in

uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto". Scopo di una LCA è identificare tra le possibili alternative le soluzioni più opportune per una riduzione dei carichi ambientali. Nata come analisi del ciclo di vita dei prodotti, in questi anni si sta estendendo l'impiego al campo dei servizi e dell'analisi territoriale.

Il riferimento normativo internazionale per l'esecuzione degli studi di LCA è rappresentato dalle norme ISO della serie 14040:

- UNI EN ISO 14040:2006 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento
- UNI EN ISO 14044:2006 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida

#### **4.2 Normativa: UNI EN ISO 14040 e 14044**

La standardizzazione introdotta dalle norme ISO 14040 e 14044 permette di poter eseguire e, in caso, certificare uno studio LCA secondo uno schema prestabilito che consenta, in particolare, di evidenziare le caratteristiche di completezza, affidabilità e riproducibilità dell'analisi. Una grande novità sta nel fatto che la norma prevede la possibilità di un controllo da parte di revisori interni ed esterni ed eventualmente una certificazione da parte di un ente di certificazione riconosciuto.

Quanto detto dimostra come l'intento principale sia stato quello di dotare uno studio di LCA di requisiti essenziali che ne permettano un utilizzo come riferimento per gli eventuali miglioramenti che si intendono apportare al sistema oggetto dello studio.

La procedura di LCA si compone di quattro fasi (ISO 14040) (vedi Figura 4.1):

- definizione degli obiettivi;
- analisi dell'inventario;

- valutazione degli impatti;
- interpretazione.

Nel seguito del capitolo si riporta una descrizione delle singole fasi facendo riferimento, in particolare, alle LCA per prodotti.

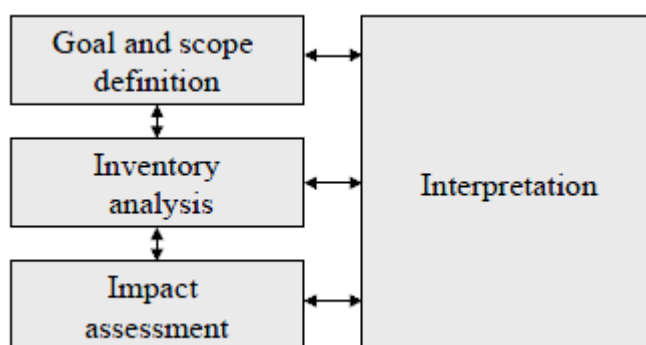


Figura 4.1: Fasi dell'Analisi del Ciclo di Vita

#### 4.2.1 Definizione degli obiettivi

In questa fase si precisano le finalità dello studio (oggetto, destinatari, applicazioni) e se ne fa conseguire la definizione del sistema considerato (comprensivo dei confini), dell'Unità Funzionale, l'individuazione dei dati e delle assunzioni necessarie.

A proposito degli obiettivi da raggiungere, la norma UNI EN ISO 14040 introduce così l'argomento: "Gli obiettivi e gli scopi dello studio di una LCA devono essere definiti con chiarezza ed essere coerenti con l'applicazione prevista. L'obiettivo di una LCA deve stabilire senza ambiguità quali siano l'applicazione prevista, le motivazioni che inducono a realizzare lo studio e il tipo di pubblico a cui è destinato, cioè a quali persone si intendono comunicare i risultati dello studio". La definizione del sistema consiste nell'individuazione dei confini temporali e geografici e del livello tecnologico. È importante inoltre definire i confini del sistema e specificare dove ciascuna fase di vita ha luogo. L'unità

funzionale (Functional Unit) è l'unità di misura a cui si rapportano tutti i dati, espressione della prestazione svolta dal sistema (prodotto o servizio). L'individuazione dei dati include la descrizione degli impatti più rilevanti, permettendo un criterio per la raccolta dati durante la fase di inventario.

### 1) *Definizione del sistema*

Nella LCA viene definito "sistema" un qualsiasi insieme di dispositivi e/o operazioni che realizzano una o più precise funzioni; esso è delimitato da appropriati confini fisici rispetto al sistema ambiente e con questo ha rapporti di scambio caratterizzati da una serie di input e output. Tali sistemi contengono un gran numero di operazioni collegate tra loro, anche in modo complesso, dai flussi di materiale, di energia e di prodotti finali. Se il sistema è composto da più operazioni distinguibili (operazioni unitarie), esse devono essere individuate. In condizioni stazionarie, il comportamento di un'operazione unitaria è indipendente sia dalle operazioni che a monte la precedono e le forniscono gli input, sia da quelle a valle che ne ricevono gli output. Per ciascun sistema devono essere definiti i confini temporali, i confini geografici ed il livello tecnologico.

I confini temporali individuano l'intervallo temporale nel quale i potenziali impatti del prodotto oppure del servizio sono valutati. Inoltre, alcuni parametri del sistema possono evolvere nel tempo e pertanto diviene necessario mediarli in un intervallo temporale definito. Ad esempio, il sistema discarica coinvolge processi chimico-fisici, biologici che variano nel tempo e pertanto gli impatti che ne derivano dipendono dalla scala temporale. Per affrontare questa situazione si potrebbe indagare le emissioni in tre orizzonti temporali: 20 anni (decomposizione attiva), 100 anni (periodo intermedio in cui ricade la responsabilità di una generazione), 500 anni (emissioni di lungo periodo).

L'assunzione di contesti geografici differenti può portare a risultati notevolmente diversi tra loro, in quanto diversi saranno i dati impiegati relativamente ad alcuni processi. Ciò risulta evidente se si pensa ai dati da assumere per l'approvvigionamento energetico: in contesti nazionali diversi

l'energia viene prodotta adottando tecnologie e fonti differenti e più o meno inquinanti. Confrontare prodotti con LCA non condotte nello stesso ambito territoriale potrebbe portare a conclusioni del tutto errate, si potrebbe ad esempio penalizzare impropriamente quel processo che si collochi in un paese la cui produzione energetica è particolarmente inquinante. Si potrebbe a questo punto pensare di utilizzare dei dati medi al posto dell'effettiva localizzazione geografica; questo criterio va senza dubbio bene quando si voglia svolgere uno studio di carattere generale (ad esempio gli studi per l'ecolabelling condotti dalla CEE), non è però adatto per individuare i punti critici di un ciclo di vita ed inoltre potrebbe mascherare tecnologie particolarmente inquinanti. Il criterio da utilizzare deve essere scelto di volta in volta in funzione dello studio.

Oltre ai confini temporali e geografici, si deve precisare il livello tecnologico assunto per l'analisi. Valgono le considerazioni dei punti precedenti.

## 2) Unità funzionale

Nell'analisi del ciclo di vita l'elemento fondamentale non è il prodotto o il sistema di gestione in sé, ma il servizio o la funzione che questi forniscono. L'unità funzionale permette il confronto di sistemi differenti ma funzionalmente equivalenti, determinando i flussi di energia e di materia rapportati all'unità funzionale. Nella tabella seguente sono riportati alcuni esempi di unità funzionale.

SCOPO DELL'ANALISI	UNITÀ FUNZIONALE
Confronto di impatto ambientale tra bottiglie di plastica e bottiglie di vetro	Distribuzione di 1 milione di litri di acqua imbottigliata
Confronto di impatto ambientale tra diverse tipologie di tazze per il caffè	Servizio di una bevanda calda (300cc) 3 volte al giorno per 1 anno
Verniciatura di una parete	L'unità di superficie protetta dalla pittura per una durata minima garantita
Analisi di confronto sui sistemi di asciugatura mani presenti nei luoghi pubblici	Numero di mani asciugate in un tempo prefissato
Produzione di un imballaggio	Quantità di imballaggio necessaria per contenere un certo volume di prodotto
Confronto di impatto ambientale tra una discarica controllata e un impianto di compostaggio	Gestione di 1000 kg di rifiuti

Figura 4.2: Esempi di unità funzionali

### 3) *Definizione dei confini del sistema*

In pratica nell'analisi del ciclo di vita di un prodotto (o sistema di gestione) si vanno ad indagare le relazioni tra sistema di prodotto (o sistema di gestione) e sistema ambientale; o meglio gli effetti del primo sul secondo. Si rende quindi necessaria la definizione dei confini tra questi due sistemi. Lo smaltimento in discarica ad esempio può essere considerato come impatto (rifiuti solidi in uscita dal sistema) oppure come processo interno al sistema che a sua volta determina degli impatti. A questo scopo dobbiamo delineare l'articolazione interna al sistema ossia:

- disaggregare in fasi il ciclo di vita;
- stabilire quali, tra i molti processi che intervengono, inserire nell'analisi (confini del ciclo di vita) (cut off rules).

Sempre in riferimento alla definizione dei confini del sistema, bisogna considerare l'approvvigionamento energetico. Risalire all'effettivo combustibile usato per produrre l'energia elettrica è fondamentale, anche per poter calcolare l'energia di precombustione. La precombustione corrisponde alla fase di reperimento e produzione (estrazione, raffinazione, trasporto) del combustibile impiegato per produrre l'energia (elettrica o termica). Includere questa fase nel ciclo di vita è analogo all'estendere i confini per comprendere i cicli di vita delle materie prime. Il ciclo di vita per un prodotto viene disaggregato nelle fasi di (vedi Figura 4.3):

- acquisizione delle materie prime;
- produzione;
- trasporto/distribuzione;
- uso / riuso / manutenzione;
- riciclo;
- gestione dei rifiuti.



#### 4) Individuazione dei dati

I dati da utilizzare nell'analisi del ciclo di vita devono essere individuati. Le categorie di impatto da considerare sono:

- a) impatti ambientali;
- b) consumo di risorse;
- c) condizioni di lavoro.

Queste categorie possono essere ulteriormente divise in impatti globali, regionali o locali a seconda dell'influenza geografica. Usualmente le condizioni di lavoro non sono considerate nell'Analisi del Ciclo di Vita.

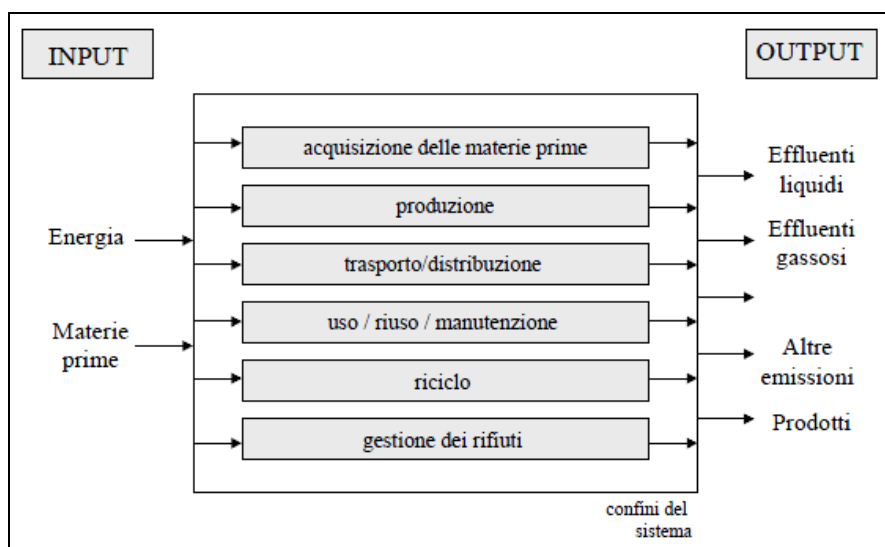


Figura 4.3: Disaggregazione delle fasi per l'analisi di ciclo di un prodotto

#### 4.2.2 Analisi dell'Inventario

Questa fase comprende la raccolta dei dati e i procedimenti di calcolo che consentono di quantificare i flussi in entrata e in uscita dal sistema. L'analisi di inventario è quindi il momento più importante di una LCA, nel quale si procede alla costruzione di un modello analogico della realtà in grado di rappresentare nella

maniera più fedele possibile tutti gli scambi tra il sistema e l'ambiente. All'atto della raccolta i dati vengono organizzati in base alle diverse fasi che compongono il sistema studiato. La rappresentazione che ne deriva è di tipo disaggregato, si può però pervenire ad una rappresentazione aggregata ossia nell'ambito di ciascuna fase si può procedere alla suddivisione per categorie (es. uso delle risorse), e in ciascuna categoria si può suddividere per gruppi di parametri (es. emissioni atmosferiche), non bisogna dimenticare di elencare nell'ambito di ciascun gruppo i singoli parametri (es. SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>). Le categorie secondo le quali vengono organizzati i dati di inventario, possono ad esempio essere:

- consumi di materie prime;
- consumi di acqua;
- consumi energetici;
- emissioni idriche;
- emissioni atmosferiche;
- rifiuti;
- rischio e sicurezza.

E' bene ricordare che gli indicatori vanno di volta in volta scelti in funzione dello studio che si vuole eseguire, quelli elencati non sono tutti gli indicatori possibili, ma i più utilizzati. Diviene inoltre importante in questa fase avere dati affidabili e per ciascuna assunzione devono essere riportati:

- fonte dei dati (primaria=misurata; secondaria =da letteratura; terziaria =da stime);
- processo di riferimento ( lo stesso o uno simile);
- tecnologie di riferimento;
- area geografica;
- base di campionamento;

- metodo di misura;
- metodo di calcolo dei valori medi;
- varianza ed irregolarità nelle misurazioni.

Altri problemi che possono sorgere dipendono dalla modalità di raccolta dati:

- proprietà e non divulgabilità dei dati: spesso i produttori che rendono disponibili i dati per lo studio impongono che questi non vengano resi pubblici;
- indisponibilità dei dati: la mancanza di dati specifici porta all'impiego di banche dati relative ad ambiti diversi da quello di studio, pratica che può essere discutibile;
- sensibilità dei risultati all'uso di fonti diverse: capita che banche dati diverse propongano valori diversi relativi allo stesso fenomeno, magari perché si basano su contesti differenti.

Molti sistemi sono multifunzionali e possono generare più di un prodotto oppure sottoprodotti che possono essere reimpiegati all'esterno del sistema. Quando sono disponibili solo informazioni aggregate sulle emissioni, sorge il problema di come allocare i flussi rispetto all' Unità Funzionale definita e quali invece sono da allocare ad altri sistemi. Nella scelta delle regole di allocazione sono raccomandati i seguenti principi:

- evitare l'allocazione dei flussi dividendo il sistema in sottosistemi oppure estendendo il sistema inglobando altri prodotti;
- la metodologia scelta dovrebbe tener conto dei parametri fisici che regolano il processo quali ad esempio la massa, l'energia, le moli, ecc.;

- 
- nel caso di processi basati su reazioni chimiche è da preferire l'allocazione effettuata sulla base delle moli dei prodotti in quanto più idonea a rappresentare il processo reale;
  - l'allocazione su base economica deve essere evitata in quanto la variabilità delle grandezze economiche è troppo accentuata sia con riferimento temporale che geografico;
  - nel caso in cui si abbia a che fare con materiali riciclati, deve essere posta attenzione al problema, in quanto i carichi energetici e ambientali causati dalle attività di estrazione e messa a disposizione delle materie prime potrebbero essere suddivisi sulla base dei cicli di riciclo previsti. A tal proposito si fa riferimento a quanto indicato sulla ISO 14.041 fermi restando i precedenti punti.

#### 4.2.3 Valutazione degli impatti

Le informazioni ottenute dall'Analisi di Inventario costituiscono, come già detto, la base di partenza per valutazioni di tipo ambientale, cui è dedicata la fase della LCA definita di *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA). Il passo successivo riguarda l'analisi degli impatti che ha lo scopo di evidenziare l'entità delle modificazioni ambientali che si generano a seguito di rilasci nell'ambiente (emissioni o reflui) e del consumo di risorse provocati dal sistema in oggetto. Il consumo di risorse è solo trasformato nell'opportuna unità relativa all'unità funzionale (es.Kg), mentre la trasformazione dei dati dall'inventario all'impatto potenziale ( $EP(j)_i$ ) è fatta moltiplicando una particolare sostanza ( $Q$ ) con il relativo fattore equivalente ( $EQ(j)_i$ ):

$$EP(j)_i = Q \times EQ(j)_i$$

Alcuni indicatori di impatto che si possono utilizzare sono i seguenti:

- effetto serra;
- acidificazione;
- eutrofizzazione;

- erosione del suolo;
- impoverimento di risorse idriche;
- danni al paesaggio;
- danni alla salute umana;
- biodiversità.

Le categorie di impatto che sono state definite, differiscono per la scala con la quale manifestano il loro effetto nei confronti dell'ambiente (Figura 4.4). In particolare possono essere definiti:

- impatti globali quelli che interessano tutto il pianeta;
- impatti regionali quelli che interessano una vasta area (qualche migliaio di km) attorno al luogo in cui si è manifestato l'impatto
- impatti locali quelli che interessano esclusivamente l'area circostante il punto di impatto.

La valutazione degli impatti si sviluppa nei seguenti momenti in seguito descritti:

- classificazione;
- caratterizzazione;
- normalizzazione;
- attribuzione dei pesi.

Questo tipo di analisi si presta ad un'analisi di sensitività che consente di gestire in modo trasparente la soggettività di alcune assunzioni. L'analisi di sensitività infatti viene eseguita variando l'ordine ed i pesi attribuiti alle varie

variabili in gioco. In questo modo ci si può rendere conto di come le ipotesi assunte abbiano influenzato il risultato ottenuto.

Scala	Effetto
Globale	Effetto serra
	Assottigliamento della fascia di ozono
	Consumo di risorse non rinnovabili
Regionale	Acidificazione
	Eutrofizzazione
	Formazione di smog fotochimico
	Tossicità cronica
Locale	Effetti sulla salute dell'uomo
	Degradazione dell'area

Figura 4.4: Principali effetti ambientali e scala di influenza

1) *Classificazione*

Ciascun impatto (input e output delle fasi del ciclo di vita), quantificato nella fase di inventario, viene "classificato" sulla base dei problemi ambientali a cui può potenzialmente contribuire. Alla fine di questa fase, all'interno di ciascuna categoria di impatto ambientale saranno contenuti tutti gli input e output del ciclo di vita che potenzialmente possono contribuire a quel problema ambientale (la stessa sostanza o materiale potrà essere quindi contenuta all'interno di più categorie ambientali) (Figura 4.5).

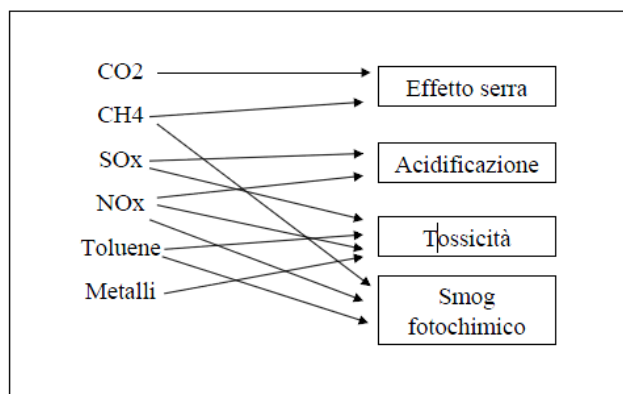


Figura 4.5: Schematizzazione della fase di classificazione

Gli effetti ambientali più frequentemente riportati sono l'effetto serra a 100 anni (GWP100), l'acidificazione potenziale (AP), la formazione di smog fotochimico (POCP), il buco dell'ozono (OD) e l'eutrofizzazione potenziale (EP).

## 2) Caratterizzazione

Ciascuna sostanza contribuisce in maniera differente allo stesso problema ambientale; le quantità di ciascun input ed output vengono quindi moltiplicate per un "fattore equivalente (EQ)" che misura l'intensità dell'effetto di una sostanza sul problema ambientale considerato. Questi fattori vengono calcolati sulla base di dati puramente scientifici. I dati, una volta moltiplicati per i fattori equivalenti possono essere sommati all'interno di ciascuna categoria ambientale e si ottiene così un insieme di valori adimensionali che definisce il profilo ambientale del sistema (vedi esempio in Figura 4.6)

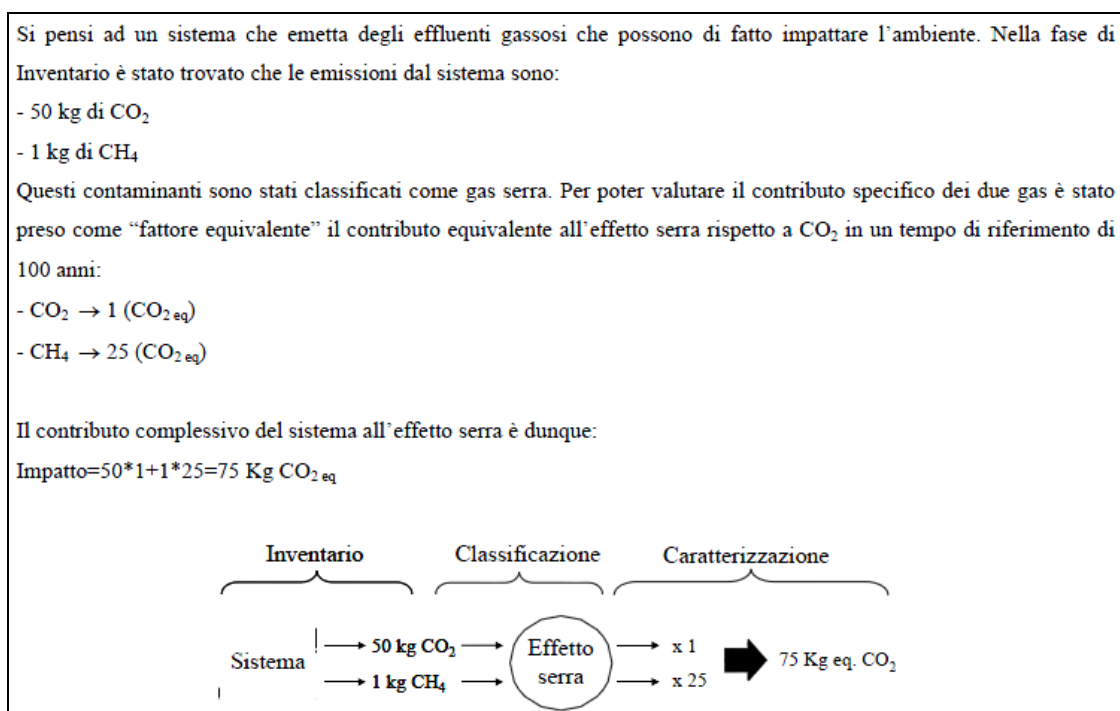


Figura 4.6: Esempio relativo alla fase di classificazione

### 3) *Normalizzazione (fase opzionale)*

I valori precedentemente ottenuti vengono normalizzati, divisi cioè per un "valore di riferimento" o "effetto normale" (ad es: gli effetti sull'ambiente causati da una "persona normale" durante un determinato periodo di tempo) in modo da poter stabilire la magnitudo di ciascun effetto ambientale rispetto ad un valore di riferimento, rappresentato generalmente da dati medi su scala mondiale, regionale o europea e riferiti ad un determinato intervallo di tempo. Attraverso la normalizzazione si può stabilire quindi l'entità relativa di ciascun problema ambientale.

### 4) *Attribuzione dei pesi (fase facoltativa)*

L'obiettivo della fase di valutazione è quello di potere esprimere, attraverso un valore numerico, l'impatto ambientale associato ad un prodotto nell'arco del suo ciclo di vita. I valori degli effetti normalizzati vengono quindi moltiplicati per dei "fattori di peso", che esprimono l'importanza intesa come criticità, che viene attribuita a ciascun problema ambientale. Alla base del calcolo dei "fattori di peso" vi è il principio della "distanza dallo scopo", che afferma che la differenza fra lo stato attuale e quello che si vuole raggiungere è una misura della gravità di un effetto. Sommando i valori degli effetti così ottenuti si ottiene un unico valore adimensionale: ecoindicatore, che quantifica l'impatto ambientale associato al sistema.

#### *4.2.4 Interpretazione dei risultati*

Questa fase consiste nell'interpretazione dei risultati delle fasi di inventario e di valutazione degli impatti e nell'eventuale redazione di conclusioni e di raccomandazioni per il miglioramento della performance ambientale del sistema studiato; quindi si valutano le opportunità per minimizzare l'impatto associato ad un sistema. L'analisi del ciclo di vita permette di identificare gli ambiti in cui si potrebbero attuare dei miglioramenti. Si possono così valutare le varie proposte di



miglioramento costruendo i relativi profili ambientali e tenendo conto di altri criteri decisionali, scegliere l'alternativa più appropriata.

In questa fase può essere utile condurre un'analisi di sensitività per valutare l'influenza dei modelli sui risultati dell'analisi.

#### *4.2.5 Dalle LCA di prodotto alle LCA di sistemi di gestione di rifiuti*

La metodologia LCA è stata diffusamente impiegata nello studio di processi di tipo industriale, cioè produttivi in senso lato. Questo tipo di applicazione risulta infatti immediato in quanto l'analisi del ciclo è rapportata ad una unità funzionale, ovvero ad una prestazione svolta che, senza grandi astrazioni, può coincidere con la resa di un processo. In questo contesto la voce rifiuto veniva inizialmente contemplata nell'analisi nella fase di inventario come output quantitativo (solitamente in termini di massa o di volume). Poi quando emerse la necessità di redigere un inventario finalizzato alla fase di analisi degli impatti, si proposero delle caratterizzazioni qualitative del rifiuto. Più recentemente nelle LCA, la modalità di smaltimento viene considerata come una fase del ciclo di vita cioè viene inglobata nei confini del sistema e quindi analizzata in base alle emissioni e immissioni che le corrispondono. In questo modo le assunzioni relative allo smaltimento dei rifiuti possono influenzare l'esito dell'analisi del prodotto. Nel contempo una LCA così impostata può evidenziare le fasi del ciclo di vita di un prodotto in cui intervenire per conseguire determinati obiettivi in merito al problema dei rifiuti.

Ad esempio sempre l'IFEU nel confronto tra il riciclaggio della carta da giornale raccolta nel Regno Unito e l'impiego della stessa come combustibile per il recupero di calore (con produzione della carta a fibra vergine) evidenzia che la carta può essere riciclata se si vuole massimizzare il riciclaggio dei materiali o incenerita se si vuole minimizzare lo spazio di discarica; anche nella fase di confezionamento di un prodotto si può scegliere l'imballaggio il cui smaltimento sia meno impattante; o ancora nella produzione di automobili si può verificare la tipologia di finiture che meglio si presta ad un recupero finale di materiali.

La difficoltà principale con cui si scontra l'impostazione di uno studio di LCA che affronta anche l'aspetto dello smaltimento dei rifiuti è la carenza di dati e conoscenze in merito alla formazione delle sostanze emesse (sia dal rifiuto eterogeneo tal quale sia dalle singole componenti dello stesso).

I miglioramenti nella metodologia e i risultati ottenuti ne hanno spinto l'applicazione anche ad altri settori dove il punto di vista globale, tipico dell'impostazione di una LCA, può portare nuove informazioni utilizzabili in sede decisionale.

La valutazione dalla culla alla tomba è stata così estesa anche all'analisi dei servizi, adottando come unità funzionale il soddisfacimento di un determinato bisogno. In questa nuova ottica dunque anche i sistemi di gestione dei rifiuti sono oggetto di una LCA.

#### *4.2.6 La revisione critica*

Il mondo scientifico ha in questi anni prodotto una serie di documenti contenenti principi e linee guida su come condurre una LCA. Questi testi generalmente presentano la metodologia in modo concettualmente semplificato e raramente descrivono come si esegue la fase di definizione degli obiettivi, quali sono le tecniche più corrette di raccolta dei dati, come si modella un sistema produttivo, come si analizzano i risultati di un LCI in base agli scopi dello studio.

Chi da anni si occupa di LCA ha ormai capito che i risultati di questo tipo di analisi sono validi tanto in quanto lo sono i quesiti a cui si propone di rispondere, i modelli adottati e le assunzioni fatte. Uno studio di LCA è infatti strettamente dipendente dai suoi stessi scopi, richiede attente considerazioni sui fattori e sugli impatti da analizzare e necessita di assunzioni per riuscire a modellizzare il sistema produttivo.

La pubblicazione delle ISO 14040 ha introdotto regole e criteri standardizzati per la compilazione di ciascuna fase del ciclo e, elemento più innovativo, ha introdotto nuovi strumenti per migliorare la qualità dell'analisi. Il

più interessante riguarda le analisi comparative per le quali propone una revisione critica in itinere del lavoro di LCA (critical review process).

La SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e la U.S.EPA (U.S. Environmental Protection Agency) hanno già prodotto delle linee guida per il critical *review* process da utilizzare nella compilazione di un LCI (fase di valutazione degli impatti). Gli scopi principali di un “critical review” sono incrementare la qualità e la trasparenza dell’analisi e dare credibilità ai risultati trovati.

Il gruppo di lavoro che svolge la LCA viene affiancato da un gruppo revisori che non partecipano alla stesura della LCA, che rispondono ad una serie di requisiti tecnici e professionali particolari e non siano nelle condizioni di essere influenzati dai membri del gruppo di lavoro della LCA. Il lavoro di revisione si articola in tre stadi successivi:

- revisione della definizione degli obiettivi, dei confini del sistema e delle categorie dei dati;
- revisione intermedia;
- revisione del rapporto finale.

#### *4.2.7 Stato attuale della ricerca*

La metodologia LCA che, come si è detto, è nata negli anni 70-80 da un’esigenza e da una volontà di identificare e quantificare gli effetti ambientali di un dato sistema produttivo, è oggi utilizzata in tutto il mondo (anche l’Italia si sta aggiornando nella ricerca e nell’applicazione della LCA). Anni di sperimentazioni e di confronti su questo strumento hanno prodotto risultati validi anche se non definitivi e una solida base di conoscenza che permetterà continui sviluppi e miglioramenti. Ma soprattutto hanno conquistato il consenso di Enti pubblici, Aziende private e Amministrazioni. Ciò perché la metodologia si propone di dare una visione sintetica e globale del ciclo di vita oggetto di analisi (obiettivo sempre più difficile da rispettare a causa della vastità delle conoscenze e nel contempo

della settorialità della formazione umana). Lo studio inoltre viene svolto in funzione degli obiettivi posti all'inizio e ciò permette di delineare un programma di indagine esauriente e che eviti divagazioni dagli scopi preposti e sprechi di tempo su aspetti o dati ininfluenti: ciò è necessario per trarre considerazioni adeguate alla situazione presente e pianificare, tramite interventi opportuni, un'evoluzione futura. Una conoscenza così guidata del sistema consente di individuare i punti critici del ciclo e la risposta dello stesso ad eventuali modifiche (sempre nell'ottica di conseguire gli obiettivi preposti all'analisi).

Un altro aspetto positivo della metodologia è il suo ruolo attivo nella fase decisionale: indagando con oggettività il sistema, uno studio di LCA può far emergere nuove problematiche e/o ridimensionarne altre e anticipare l'esito di determinate scelte. Ciò può anche portare ad una rivisitazione in itinere degli obiettivi preposti o a una maggior articolazione degli stessi. Allo stato attuale, comunque la LCA deve ancora affrontare e risolvere alcuni problemi.

Una componente di soggettività è presente già nella fase di definizione dei confini e viene amplificata con le assunzioni che devono essere fatte nell'arco dello studio. Non c'è la pretesa di eliminare questa componente ma il tentativo di rendere lo studio il più trasparente possibile: le scelte prese in itinere dovrebbero essere sempre chiare e motivate cosicché chi analizza il lavoro abbia sempre presente il percorso che ha portato a quei risultati e non ad altri. Difficoltà di ordine pratico si incontrano nella fase di raccolta dati in quanto per molti processi mancano informazioni significative ed aggiornate. Negli ultimi anni molti istituti di ricerca si sono impegnati nella creazione di banche dati il più possibile esaustive: ve ne sono di private (Ambiente Italia, Boustead Institute, IFEU), di pubbliche (EPE; CNR; Università) e raccolgono dati internazionali, nazionali o relativi ad ambiti locali.

Nella fase successiva cioè di implementazione di un LCI (fase di valutazione degli impatti) sono stati raggiunti buoni livelli di standardizzazione e i risultati prodotti sono accettabili e accettati. In commercio esistono software validi che guidano l'utente nella raccolta e nell'inserimento dei dati e calcolano i bilanci energetici e di massa.

Problemi ancora aperti si hanno, invece, nelle fasi di valutazione e di miglioramento che vengono spesso saltate nell'analisi di un ciclo di vita. I motivi di questo tergiversare sono l'incapacità di eliminare la componente di soggettività nella scelta delle formula per contabilizzar gli impatti di ciascuna parte del ciclo di vita e dei pesi per confrontare i contributi di ciascuna categoria in ogni fase e nell'intero ciclo. Purtroppo questa rinuncia limita le potenzialità della LCA di essere uno strumento di supporto alle decisioni e di implementazione nella fase di miglioramento.

TABELLA RIASSUNTIVA	
ELEMENTI DI CRITICITA'	<p>Difficoltà nel reperire dati oggettivi e significativi (anche se c'è uno sforzo a diversi livelli di creare delle banche dati esaurienti ed aggiornate)</p> <p>Difficoltà nelle fasi di valutazione e miglioramento che spesso non vengono affrontate</p> <p>Mancanza di trasparenza</p>
VANTAGGI DELLA METODOLOGIA LCA	<p>Permette una visione sintetica e globale del sistema in esame</p> <p>Evita divagazioni e indagini inutili in quanto è strutturata in funzione degli obiettivi posti all'inizio dello studio</p> <p>Individua i punti critici del sistema</p> <p>Visualizza come cambia la situazione in caso di interventi</p> <p>Permette una continua rivisitazione critica dello studio stesso</p> <p>E' strumento di supporto alle decisioni e di implementazione in fase di miglioramento</p>

Figura 4.7: Elementi di criticità e vantaggi nella metodologia LCA

### **4.3 Indicatori per la valutazione degli impatti**

I risultati ottenuti dall'Analisi di Inventario costituiscono la base di partenza per le valutazioni di carattere ambientale, cui è dedicata la fase del LCA, normalmente definita LCIA (*Life Cycle Impact Assessment*), regolata dalla norma ISO 14044.

A differenza delle fasi di definizione degli obiettivi e di analisi di inventario, la standardizzazione dell'LCIA non è completa ed è causa di divergenze a livello scientifico e metodologico. Gli elementi obbligatori previsti dalla normativa sono:

- la definizione delle categorie d'impatto;
- la classificazione dei risultati dell'LCI (*Life Cycle Inventory*);
- il calcolo degli indicatori di categoria di impatto (caratterizzazione).

Sono anche previsti elementi opzionali (normalizzazione degli impatti, raggruppamento in indicatori di sintesi e successiva pesatura degli stessi), per i quali la norma di riferimento prevede un possibile utilizzo a scelta discrezionale dell'analista.

La normativa, inoltre, non definisce specifiche modalità con cui effettuare la valutazione degli impatti, ma si limita a delinearne gli obiettivi ed i criteri di applicazione. La qualità e l'attendibilità delle analisi di inventario e delle successive operazioni di classificazione e caratterizzazione degli impatti, infatti, sono ritenuti dalla normativa i punti focali dello studio di LCA ed è da questi che derivano tutte le successive operazioni facoltative di elaborazione dei risultati.

Proprio per questo motivo, è necessario porre attenzione ai differenti metodi attualmente utilizzati per la valutazione degli impatti ambientali con l'obiettivo di avere una visione critica complessiva delle metodologie utilizzate. Queste ultime, infatti, influenzano in maniera considerevole l'interpretazione dei risultati dell'analisi rendendoli maggiormente comprensibili e rispecchiano, insieme al livello di sofisticazione del software utilizzato, lo stato dell'arte del LCA.

La ricerca svolta durante la tesi prende in esame otto differenti tecniche di LCIA utilizzate a livello mondiale. Ognuna di queste è stata ideata in un contesto nazionale diverso (Svizzera, USA, Olanda, Danimarca, Svezia) e riflette, quindi, le esigenze e le problematiche ambientali del paese di origine.

Qualora si volesse applicare la metodologia a casi di studio italiani, sarebbe probabilmente necessaria una modifica alle procedure contenute.

Tutte le tecniche di LCIA valutano gli impatti generati servendosi di indicatori (ambientali, di materia e di energia) di tipo “upstream” o “downstream”. I primi tendono a descrivere elementi che prendono vita a monte del processo industriale; i secondi caratterizzano principalmente i flussi in uscita e le emissioni prodotte, in termini di materia ed energia. Di seguito vengono illustrati gli indicatori principali utilizzati e riferiti ad una scala locale, regionale o globale.

#### ***4.4 LCIA: Analisi delle differenti metodologie di valutazione degli impatti***

Le diverse tecniche di LCIA hanno il compito di individuare e quantificare gli impatti generati dal processo produttivo esaminato. Tutte le tipologie di analisi prevedono una classificazione e successiva caratterizzazione delle emissioni in categorie di impatto, così come indicato dalla normativa ISO. Tali normative, come detto, non prevedono una completa standardizzazione della procedura di LCIA, ma stabiliscono che le fasi obbligatorie, ed eventualmente le fasi opzionali, siano supportate da metodologie tecnicamente e scientificamente valide. Le tipologie di LCIA riportate in questa tesi propongono diversi metodi di elaborazione dei risultati ottenuti dalla classificazione e caratterizzazione delle emissioni. Il principale obiettivo dell’LCA, infatti, è fornire ai progettisti un adeguato strumento di supporto alle decisioni. I risultati, quindi, devono apparire critici, pratici e facilmente comprensibili. Le elaborazioni dei risultati, tuttavia, comportano ulteriori modellizzazioni dei fenomeni chimico-fisici ambientali che influenzano il grado di incertezza dei risultati stessi.

In riferimento alla problematica descritta, le metodologie vengono definite di “end-point” o “midpoint”, a seconda del grado di elaborazione dei risultati ottenuti dalla classificazione e caratterizzazione delle emissioni. La prima tipologia prevede un’ulteriore modellizzazione dei processi chimico fisici naturali, al fine di valutare il danno ambientale potenziale degli impatti in indicatori di sintesi e permettere una comprensione più semplice degli effetti ambientali prodotti; i risultati ottenuti hanno una maggiore incertezza rispetto a quelli ottenuti con

l'altra metodologia, dovuta al tipo di elaborazione effettuata. Le metodologie "mid-point", invece, attribuiscono più importanza all'attendibilità dei risultati che alla facile comprensione degli stessi. Si effettua un'elaborazione più robusta dei dati di output all'analisi di inventario lasciando talvolta al progettista, cui è destinato questo studio, la facoltà di interpretare gli effetti ambientali generati.

Di seguito verranno descritte le metodologie più frequentemente utilizzate (Ecoindicator '99, EDIP'96-2003, EPS 2000, Ecoscarcity). Purtroppo non è stato possibile descrivere con lo stesso livello di dettaglio tutte le tecniche di LCIA a causa della mancanza di informazioni a disposizione.

Questo paragrafo ed i seguenti presentano quindi delle descrizioni le principali metodologie LCIA attualmente disponibili in letteratura. Il paragrafo 4.5 elenca invece altri strumenti potenzialmente interessanti utilizzati a sostegno delle politiche di consumo e di produzione sostenibile, ma che non rientrano pienamente all'interno della procedura LCA.

La tabella seguente identifica le metodologie LCIA analizzate e descritte nei paragrafi seguenti.

Methodology	Developed by	Country of origin
Eco-indicator99	Pré	Olanda
EDIP97-EDIP2003	DTU	Olanda
EPS 2000	IVL	Danimarca
Impact 2002+	EPFL	Svizzera
Swiss	E2+ ESU-services	Svizzera
TRACI	US EPA	USA
LIME	AIST	Giappone
LUCAS	CIRAIG	Canada

Figura 4.8: Metodologie LCIA analizzate

Una pre-selezione di tali metodologie è stata fatta sulla base di una serie di criteri. I criteri applicati per escludere un modello sono essenzialmente due:

- se lo stesso modello di caratterizzazione è utilizzato in molteplici metodologie LCIA, solo la versione più recente di tale modello è stata considerata;



- se un modello di caratterizzazione viene utilizzato in differenti versioni adatte, ad esempio, alle diverse regioni geografiche dove viene applicato, ma il modello stesso non è migliorativo o modificato in alcun modo significativo, allora solo la versione originale del metodo è stata descritta.

#### *4.4.1 Eco-Indicator 99*

Rappresenta la tecnica più utilizzata per la valutazione degli impatti ambientali. Eco-Indicator è una metodologia sviluppata dalla Pré (Product Ecology Consultants) per conto del Ministero dell’Ambiente olandese: essa costituisce un potente strumento per i progettisti perchè consente di aggregare i risultati di un LCA in grandezze o parametri facilmente comprensibili ed utilizzabili, chiamati appunto Eco-indicatori (Goedkopp et al., 2001).

L’LCA si sviluppa attraverso tre campi della conoscenza umana, definiti come “sfere” (spheres):

- Tecnosfera (Technosphere), riguarda la descrizione del ciclo di vita, le emissioni derivanti dai processi, tutte le procedure basate su relazioni di causa-effetto;
- Ecosfera (Ecosphere), comprende la modellizzazione dei cambiamenti (danni) indotti sull’ambiente;
- Sfera di Valutazione (Valuesphere), porta alla valutazione della gravità dei danni arrecati.

Le prime due “sfere” si basano su conoscenze scientifiche e naturali. Per le valutazioni relative alla “Technosphere” le percentuali d’incertezza sono relativamente basse, mentre per la “Ecosphere” si usano modelli piuttosto incerti, difficilmente verificabili. La “Valuesphere” appartiene invece alla sfera delle scienze sociali, nelle quali non esiste una sola “verità”.

Il ciclo di vita viene costruito nell’ambito della “Technosphere” e il suo risultato è l’inventario. I dati presenti nell’inventario vengono collegati alle tre

categorie di danno o “endpoints”, attraverso il modello realizzato nella “Ecosphere”. Il modello della “Valuesphere” viene usato per pesare le tre categorie di danno secondo un unico indicatore.

Le categorie di danno ambientale (“endpoints”) valutate in questo metodo sono:

- Human Health (Salute Pubblica);
- Ecosystem Quality (Qualità dell’Ecosistema);
- Resources (risorse consumate);

Il danno arrecato alla salute pubblica viene espresso in DALY (Disable Adjusted Lived Years) (Murray et al., 1996) e rappresenta il numero di anni di vita “persi” a causa dei disturbi provocati alla salute umana. Alla categoria appartengono i seguenti tipi di effetto: cancerogenesi ed effetti alla respirazione; cambiamento climatico; impoverimento di ozono troposferico; radiazione ionizzante. Per ognuno di questi tipi di impatto vengono applicati modelli che spiegano le modalità con le quali l’agente inquinante genera l’effetto. Questi modelli comprendono più fasi. La prima, “fate analysis” (analisi del destino), mette in relazione la quantità in massa di emissione con il cambiamento della concentrazione di inquinante nel tempo. Nella fase successiva, “exposure analysis”, la concentrazione viene convertita in quantità alle quali è potenzialmente esposto l’uomo (dose). Un ulteriore passo è quello di stimare l’effetto potenziale in numeri di effetti sulla salute umana (ad esempio, numeri e tipi di cancro). L’ultimo step, definito “damage analysis”, prevede la conversione dell’effetto stimato in DALY, tramite l’utilizzo del numero di anni vissuti in condizioni precarie (Years of Life Disabled, YLD) e il numero di anni di vita persi (Years of Lost Life, YLL).

Il danno agli ecosistemi naturali, è espresso in percentuale di specie scomparse in una certa area come conseguenza dell’effetto inquinante. All’interno di questa categoria, alcuni tipi di impatto sono valutati secondo criteri differenti. L’acidificazione e l’eutrofizzazione, ad esempio, vengono trattate come singole categorie di impatto dove il danno viene valutato in numero di specie (piante

---

vascolari) scomparse nelle aree naturali. L'uso del territorio e la sua trasformazione, invece, sono misurati tramite dati empirici riguardanti l'abbondanza di piante vascolari in funzione delle modalità di uso del suolo e dell'ampiezza dell'area considerata. L'ecotossicità, infine, viene espressa come percentuale di specie presenti che vivono in condizioni di stress ambientale (Potential Affected Fraction, PAF).

Per quanto riguarda l'estrazione delle risorse energetiche, la categoria di danno è in relazione col parametro che indica la qualità delle riserve fossili e minerali. Il parametro di valutazione è il surplus energetico necessario per le future estrazioni.

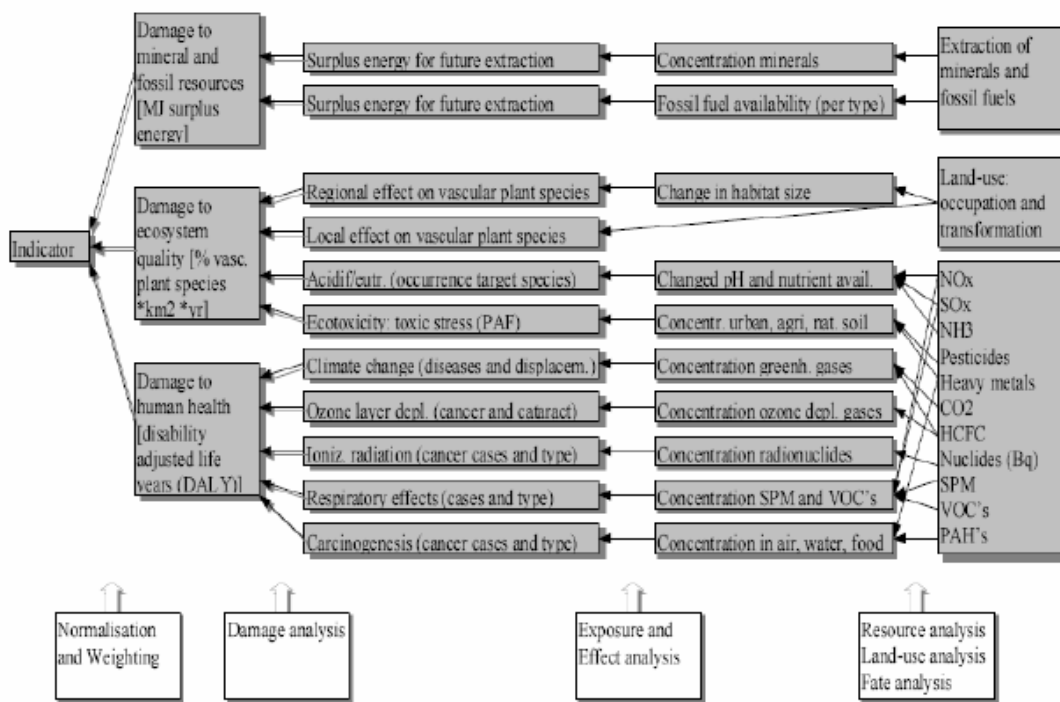


Figura 4.9: Procedure (in bianco) e risultati intermedi (in grigio) durante le fasi di valutazione LCIA con l'utilizzo di Ecoindicator 99

La Figura 4.9 illustra i tipi di impatti valutati dall'Ecoindicator 99; si può chiaramente osservare in come la metodica di analisi tenda a "sintetizzare" in un numero di indicatori sempre più ridotto, fino ad arrivare ad un unico risultato

(l'Ecoindicatore), gli effetti ambientali prodotti. Una condizione al contorno limitante assunta da questa metodologia è quella di valutare l'impatto delle emissioni e dei differenti utilizzi del suolo in riferimento alla situazione europea (scala regionale) mentre il cambiamento climatico, l'impoverimento dell'ozono e le emissioni di sostanze cancerogene persistenti allo stato gassoso sono esaminate su scala globale.

#### 4.4.1.1 Modalità di valutazione degli impatti ambientali; le sostanze cancerogene (SalutePubblica)

Si fa riferimento ai criteri di classificazione proposti dalla IARC (Associazione Internazionale per la Ricerca sul Cancro) riportati nella Figura 4.10.

Gruppo	Descrizione
1	La sostanza è <u>ritenuta</u> cancerogena per l'uomo
2 A	La sostanza è ritenuta <u>probabilmente</u> cancerogena per l'uomo poiché è stata osservata un'associazione positiva fra l'esposizione alla sostanza e l'incidenza della malattia, è inoltre stata riscontrata una sufficiente evidenza di dannosità negli esperimenti sugli animali
2 B	È <u>possibile</u> che la sostanza risulti cancerogena, ci sono evidenze sperimentali sugli animali ma non ancora sull'uomo
3	La sostanza <u>non è classificabile</u> come cancerogena per l'uomo
4	La sostanza <u>probabilmente non è</u> cancerogena per l'uomo

Figura 4.10: Classificazione delle sostanze cancerogene secondo la IARC

Il calcolo del danno si sviluppa nei tre passi precedentemente illustrati:

- Fate analysis: dall'emissione alla concentrazione;
- Effect analysis: dalla concentrazione ai casi di cancro per kg di emissione;
- Damage analysis: dai casi di cancro ai DALYs per kg di emissione.

---

#### 4.4.1.2 Il danno alle vie respiratorie (Salute Pubblica)

Sono valutate le seguenti sostanze ritenute responsabili dei danni all'apparato respiratorio umano (Pilkington et al. 1997): PM 10, PM 2.5, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>x</sub>. Anche in questo caso la metodologia di valutazione del danno segue la procedura dalla fate analysis (Hofstetter, 1998) alla damage analysis. Nella fate analysis, però, si tiene conto anche della formazione dei predetti composti per vie secondarie, dovute alla presenza di precursori quali i VOC, l'NH<sub>3</sub>, gli SO<sub>x</sub>, ecc.

Per la valutazione dell'effetto tossico prodotto dalla respirazione di queste sostanze non esiste un'unica lista scientificamente riconosciuta contenente le relazioni "esposizione-effetto" per ogni composto tossico considerato. In questa metodologia, tuttavia, viene utilizzata quella realizzata dal progetto ExterneE, 1997.

#### 4.4.1.3 Il cambiamento climatico (Salute Pubblica)

La valutazione dell'entità del danno potenziale per il cambiamento climatico (ed anche per altri effetti dannosi alla salute pubblica) è molto incerta e controversa perchè dipende da assunzioni di tipo scientifico, sociale ed economico effettuate su scala globale in riferimento ad un'adeguata scala temporale.

Dibattiti decennali hanno portato ad un sufficiente accordo tra gli studiosi; gli unici temi ancora controversi rimangono l'orizzonte temporale da considerare, la scelta dei DALYs e i diversi pesi da attribuire a malati di differenti età. È necessario, quindi, ipotizzare scenari diversi e, sulla base di questi, effettuare la valutazione degli impatti. Per questa categoria (Figura 4.11), si calcola il danno incrementale dovuto ad un flusso addizionale di 1 Mt/anno dei gas serra (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), includendo le morti causate da malattie infettive trasmissibili attraverso vettori (come la malaria), le affezioni cardiovascolari e respiratorie dovute a variazioni di temperatura media ed i disagi procurati da emigrazioni di popolazioni dalle zone costiere sommerse dall'innalzamento del livello dei mari. Tutti questi parametri, trasformati successivamente in DALYs/t, sono valutati per nove regioni del mondo poiché, come è noto, le emissioni europee contribuiscono ad un danno di portata globale.

Processi	Effetti sulla salute	Variazioni della temperatura media e del tempo	Eventi estremi	Indice di cambiamento	Escursione giorno-notte
<b>Diretti</b>					
Esposizione a temperature estreme	Incidenza di malattie e morti correlate alle variazioni di temperatura		3		1
Eventi meteorologici alterati in intensità e frequenza	Morti, feriti, disordini psicologici, danni alle strutture sanitarie		3		
<b>Indiretti</b>					
Effetti sull'attività di parassiti ed agenti infettivi	Cambiamenti nella geografia e nell'incidenza di malattie trasmissibili attraverso vettori	3	2	1	2
Alterazione dell'ecosistema degli agenti infettivi presenti nell'acqua e nel cibo	Variazioni nell'incidenza di malattie infettive	1	1		
Diminuzione della produttività dei terreni agricoli e dei raccolti	Fame e malnutrizione, indebolimento nella crescita e sviluppo dei bambini	2	1	2	
Crescita del livello dei mari con emigrazioni di popolazioni e danni alle infrastrutture	Incremento del rischio di malattie infettive e disordini psicologici	2	2	1	
Alterazione degli impatti biologici dell'inquinamento atmosferico (A) e di pollini e spore (P)	Malattie respiratorie croniche, asma, allergie	A=1			P=1
		P=2			
Disordini sociali, economici, e demografici dovuti agli effetti sull'economia, le infrastrutture, il reperimento delle risorse	Conseguenze su tutta la salute pubblica: salute mentale, malnutrizione, malattie infettive, conflitti civili	2	1	1	

Figura 4.11: Principali categorie di impatto relative al cambiamento climatico e rispettivi livelli di gravità sulla salute umana

---

L'estrapolazione dei danni agli altri gas serra si effettua considerando come caratteristica peculiare della loro pericolosità il tempo di permanenza nell'atmosfera (Hofstetter, 1998):

- i gas con una vita media minore di 20 anni hanno comportamenti assimilati al metano;
- i gas con una vita media compresa fra i 20 e i 110 anni sono valutati come l'anidride carbonica;
- i gas con una vita media superiore a 110 anni sono stimati come il protossido di azoto.

Il danno dei gas che provocano l'effetto serra,  $D_i$ , è quindi calcolato come:

$$D_i = GWP_i * D_{\text{refsub}} / GWP_{\text{refsub}}$$

dove  $D_{\text{refsub}}$  è il fattore di danno per la sostanza di riferimento e  $GWP_{\text{refsub}}$  è il potenziale di riscaldamento globale della sostanza di riferimento.

#### *4.4.1.4 Le radiazioni ionizzanti (Salute Pubblica)*

Questo paragrafo considera il danno arrecato alla salute umana da rilasci uniformi di materiale radioattivo nell'ambiente; nello studio non sono incluse le emissioni radioattive derivanti dall'estrazione di alcuni tipi di sostanze o da rilasci dovuti ad eventi accidentali. Il modello comincia la valutazione partendo da un rilascio espresso in Becquerel [Bq], unità di misura del S.I., pari all'attività di una sostanza che subisce un decadimento al secondo mentre i risultati finali sono espressi in DALY. La fate analysis e la exposure analysis, inoltre, utilizzano modelli basati su studi effettuati per l'industria nucleare francese.

#### *4.4.1.5 Impoverimento dell'ozono stratosferico (Salute Pubblica)*

La ragione principale dell'assottigliamento sempre più significativo è l'incremento delle concentrazioni di cloro e bromo, dovute al rilascio di sostanze

come i CFC (clorofluorocarburi), con un lunghissimo tempo di residenza nell'atmosfera. La modellizzazione del danno dovuto all'assottigliamento dello strato di ozono ha incontrato diverse difficoltà:

- molti studi hanno analizzato gli effetti della riduzione delle emissioni, ma nessuno studio ha mai valutato il risultato del rilascio addizionale di 1 kg di CFC;
- non è ancora chiaro come e fino a che punto l'assottigliamento dello strato di ozono contribuisca al danno sul sistema immunitario e sull'ecosistema;
- è relativamente semplice per l'uomo evitare l'esposizione ai raggi solari attuando cambiamenti nei comportamenti abituali;
- l'incremento delle radiazioni UV dipende dalla latitudine;
- alcuni effetti riguardano solo una parte dell'umanità (solo le persone con pelle chiara, ad esempio, soffrono di disturbi della pelle associabili all'esposizione ai raggi UV).

Le sostanze contenenti cloro, diluite nella troposfera raggiungono la stratosfera in un tempo medio di circa quattro anni e contribuiscono alla disgregazione dello strato di ozono attraverso note reazioni chimiche. Il tempo di residenza nell'atmosfera (variabile tra 1 e 1000 anni) diventa perciò un fattore di discriminazione estremamente importante: sostanze con un valore inferiore ai quattro anni non riescono a spingersi fino alla stratosfera e, quindi, non costituiscono un pericolo per l'incolumità della fascia di ozono. È chiaro come la valutazione del danno dipenda fortemente dall'orizzonte di tempo considerato: stabilito un limite, saranno ignorati tutti i composti potenzialmente dannosi con una permanenza in atmosfera superiore. Tale limite temporale viene scelto al momento della costruzione dei diversi scenari politici e socio-economici. L'impatto sulla crescita nei casi di malattie tumorali provocate dalle radiazioni UV è quantificato in termini di Fattore di Amplificazione Biologica (Biological



---

Amplification Factor, BAF), definito come l'incremento percentuale d'incidenza risultato da un aumento del 1% di radiazione UV nell'ambiente. Un altro valore importante è il Fattore di Amplificazione della Radiazione (Radiation Amplification Factor, RAF), che esprime l'incremento percentuale di radiazione UV rapportato alla frazione di assottigliamento dello strato d'ozono.

Il valore finale, che rappresenta l'incremento di incidenza nei casi di malattie rapportato alla percentuale di decremento della fascia di ozono, è l'Amplification Factor (AF):

$$AF = RAF * BAF$$

Basandosi sul AF e sull'incidenza dei casi di cancro e cataratta nel 1990, si stima l'aumento di questi ultimi come risultato di un decremento percentuale di ozono nell'arco di un anno, risultato che deve essere trasformato in DALYs.

#### 4.4.1.6 Qualità degli Ecosistemi

Gli ecosistemi rappresentano strutture molto eterogenee e complesse da monitorare. La misura del danno ad un Ecosistema può essere esprimibile mediante la relazione:

*Diminuzione relativa del Numero di Specie (espressa sotto forma di frazione)\*Superficie\*Tempo*

Sono stati sviluppati due parametri per rappresentare l'effetto di un'emissione su un gruppo di specie:

- Frazione Potenzialmente Affetta (Potentially Affected Fraction, PAF). È un parametro utilizzato per valutare il danno arrecato da sostanze tossiche all'ecosistema. Si applica per lo più ad organismi molto semplici, sia acquatici sia terrestri, come pesci, crostacei, alghe, vermi, nematodi, microrganismi ed a numerose specie di piante. Può essere interpretato come la frazione percentuale di specie che è esposta ad una concentrazione equivalente o superiore alla No Observed Effect

Concentration (NOEC). È perciò una misura dello stress tossico, non ancora realmente diventato un danno.

- Frazione Potenzialmente Scomparsa (Potentially Disappeared Fraction, PDF). Viene usato per la valutazione dell'effetto di acidificazione, eutrofizzazione e uso del territorio sulla popolazione di piante vascolari in una certa area. Può essere interpretato come la frazione percentuale di specie che hanno un'alta probabilità di non sopravvivere nell'area considerata, a causa di sfavorevoli condizioni di vita. In maniera totalmente speculare si definisce la Probabilità di Accadimento (Probability of Occurrence, POO):  $PDF=1-POO$ .

Mentre per la sfera della Salute Pubblica è stata definita un'unica categoria di danno, la qualità degli ecosistemi viene valutata utilizzando due categorie di effetto ambientale. Le differenze tra PAF e PDF non permettono di esprimere il valore del danno inferto alla qualità dell'ecosistema mediante un semplice somma dei due valori. Il problema più rilevante è la differenza tra i livelli di danno per i quali le specie risultano affette e quello per il quale le specie si estinguono.

#### 4.4.1.7 Danno da sostanze tossiche (Qualità degli Ecosistemi)

Il metodo utilizzato per stimare il danno è fondato su di un algoritmo che fornisce come risultato la frazione di specie esposta ad una concentrazione maggiore o uguale al NOEC (No Observed Effect Concentration). Per ciascuna sostanza è possibile stimare una curva rappresentativa della risposta degli organismi alle diverse dosi di sostanza. Il valore di ogni PAF è calcolato, perciò, tramite la combinazione della funzione di distribuzione stimata e la concentrazione valutata, in formula:

$$PAF(c) = \left( 1 + e^{\frac{(\alpha - \log c)}{\beta - 1}} \right)^{-1}$$

dove  $c$  è la concentrazione della sostanza nel comparto ambientale in considerazione,  $\alpha$  è il parametro calcolato dal valore medio del NOEC per ciascuna sostanza su tutte le specie e  $\beta$  rappresenta il coefficiente derivato dalla deviazione standard dei NOEC medi per la sostanza considerata. I PAF calcolati corrispondono all'incremento percentuale di specie a rischio in Europa.

Il problema da affrontare, in questo tipo di valutazione, è che il danno attribuibile ad un incremento marginale nella concentrazione di una specifica sostanza dipende non solo dall'entità dell'incremento stesso, ma anche dal livello di danno attuale raggiunto dall'ecosistema, dovuto alla combinazione delle sostanze già presenti nell'ambiente.

Si può, quindi, valutare un danno marginale che si riferisce ad una situazione preesistente. Questo tipo di relazione (Fig 1.2) è stata creata standardizzando le concentrazioni di ciascuna sostanza in riferimento alla media dei relativi NOEC misurati per ogni specie in esame ( $= 10\alpha$ ). Questi valori corrispondono alle unità di tossicità media (Hazard Unit, HU) all'interno del mix totale di sostanze nell'ambiente; la percentuale di specie che subisce l'effetto tossico è data dalla somma degli HU di ogni singola sostanza.

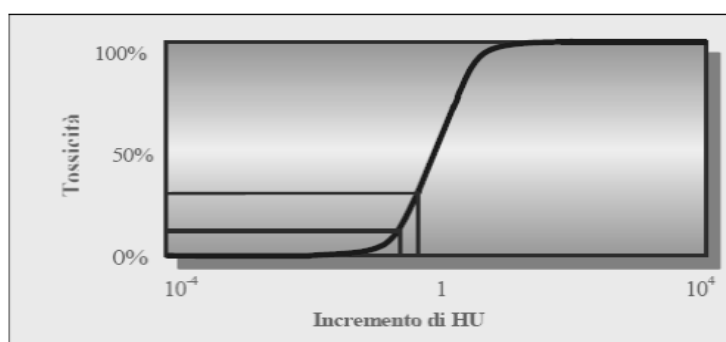


Figura 4.12: Relazione tra la tossicità media delle sostanze nell'ambiente e l'incremento di Hazard Unit

Nella Figura 4.12 un valore di HU pari a 1 implica che le specie sono esposte, nell'ambiente in cui vivono, a un livello di tossicità pari al NOEC medio riferito al mix di sostanze presenti (basato sulla distribuzione del NOEC per tutte le specie);

al 50% delle specie caratterizzate da un NOEC (riferito alla singola specie) al di sotto di questo valore medio corrisponde, dunque, un altro 50% di specie che potrebbero subire un potenziale effetto tossico. La percentuale di tossicità media delle sostanze è anche detta combi-PAF, ossia la combinazione di tutte le PAF calcolate per ciascuna sostanza potenzialmente tossica.

#### *4.4.1.8 Danno da acidificazione ed eutrofizzazione (Qualità degli Ecosistemi)*

Nello sviluppare la metodologia è stata stilata una lista di specie target per più di 40 ecosistemi, utilizzando un criterio di scelta che privilegia la tipicità e la rappresentatività di ciascuna specie all'interno del proprio ecosistema. È quindi possibile monitorare gli effetti delle deposizioni su queste specie target, all'interno degli ecosistemi, integrando il modello con un GIS (Geographic Information System). Nel modello utilizzato (Natuur Planner) si tengono in considerazione solamente dei cambiamenti nelle aree naturali, perché si è valutato che le variazioni di acidità e livelli nutritivi nelle aree agricole siano poco rilevanti. Finora tale modello è esclusivamente in grado di fornire una relazione tra l'incremento di deposizione delle sostanze impattanti e la variazione del PDF per le piante nel territorio olandese.

#### *4.4.1.9 Danno da uso del suolo (Qualità Ecosistemi)*

Lo studio dell'impatto risulta estremamente delicato poiché i danni da uso del suolo non inducono effetti localizzati esclusivamente nell'area in cui si verificano ma possono coinvolgere anche le regioni limitrofe. Inoltre è necessario distinguere tra occupazione permanente del territorio e sua temporanea trasformazione. Si utilizzano esclusivamente dati sperimentali, come osservazioni sul numero di specie presenti in ciascuna tipologia di terreno, piuttosto che informazioni provenienti da sperimentazioni di laboratorio o simulazioni computerizzate.

---

Un fattore importante nello sviluppo dello studio è la relazione specie-area, che lega l'incremento delle specie esistenti in un territorio all'aumento della superficie disponibile per la loro sopravvivenza. Il legame, descritto da Arrhenius nel 1921, può essere espresso come:

$$S = a * A^b$$

dove S è il numero di specie, a corrisponde al fattore di ricchezza della specie (tra 20 e 2000), A è l'area della superficie disponibile (in ettari) e b il fattore di accumulo delle specie, (tra 0.2 e 0.5).

Il danno dovuto ad una occupazione duratura del territorio, in questo caso, è visto come un danno causato non dalla semplice trasformazione, avvenuta magari lontana nel tempo, ma dall'impedimento a tornare alla sua condizione naturale. Il concetto espresso dal PDF può essere agevolmente applicato alla modellizzazione del danno regionale o locale causato dall'uso del suolo, utilizzando la relazione

$$PDF = (S_{reference} - S_{use}) / S_{reference}$$

dove Sreference è il numero di specie di riferimento nel tipo di area considerato e Suse è il numero di specie rimaste nell'area convertita ed occupata.

Il danno finale alla qualità dell'ecosistema (EQ) si calcola moltiplicando il valore del PDF ottenuto precedentemente per l'area interessata e l'intervallo di tempo corrispondente:

$$EQ = PDF * area * tempo$$

#### *4.4.1.10 Esaurimento delle risorse*

Nel modello, relativamente alla categoria "Resources", sono considerate solamente le risorse minerali e i combustibili fossili. Il metodo tiene in considerazione il fatto che, se la qualità di una risorsa si riduce, cresce

contestualmente lo sforzo per l'estrazione della risorsa rimanente. In virtù delle forze che regolano il mercato, si tende ad estrarre per prime le risorse di qualità migliore; ciò significa che, per ogni kg di risorsa utilizzata, decresce la qualità delle risorse rimanenti e, dunque, aumenta lo sforzo necessario per le successive estrazioni. Queste due variabili sono i parametri utilizzati per la valutazione del danno alle risorse. La qualità delle risorse minerali è data dalla loro concentrazione in natura mentre per quelle fossili si parla di "sforzo di estrazione" o "surplus energetico". La definizione di quest'ultimo concetto è data come richiesta energetica, valutata in [MJ], che sarà necessaria per estrarre 1 kg di materiale il cui consumo sarà pari a cinque volte quello estratto prima del 1990.

#### *4.4.1.11 Normalizzazione dei risultati*

Per la valutazione del danno occorre confrontare fra di loro i valori ottenuti per le tre categorie. Poiché essi sono caratterizzati da tre differenti unità di misura (DALY, PDF, MJ surplus), si rende necessaria la fase di normalizzazione, nella quale i risultati ottenuti sono rapportati ad un valore di riferimento. Il sistema di riferimento può essere scelto in molte maniere differenti ma, solitamente,

rappresenta la somma di tutte le emissioni e le estrazioni di risorse riferita ad un certo territorio in un dato periodo di tempo (di norma, un anno). Se lo si desidera, tale valore può anche essere diviso per il numero di abitanti residenti nella regione considerata.

Per la determinazione dei fattori peso della normalizzazione per le categorie "Salute Pubblica" e "Qualità dell'Ecosistema", il metodo degli Eco-indicator 99 segue la seguente procedura:

- esegue la LCA calcolando il danno dovuto alle emissioni, alle radiazioni e all'uso del territorio riferito a tutta l'Europa nel periodo di un anno;

- calcola, per ogni categoria di impatto, la somma dei danni relativi ai quattro compartimenti di emissione considerati (aria, acqua, suolo industriale e suolo agricolo);
- valuta, per ogni categoria di danno, il danno totale, somma dei danni di ciascuna delle categorie di impatto;
- divide il valore totale di ciascuna categoria di danno per il numero degli abitanti dell'Europa ( $380 \cdot 10^6$ ), ottenendo il danno medio subito da un cittadino europeo in un anno;
- assume l'inverso di tale valore come il fattore peso nella normalizzazione delle categorie di impatto afferenti la categoria di danno considerata.

Per la determinazione dei fattori peso della normalizzazione per la categoria Consumo delle Risorse, il metodo degli Ecoindicator 99 procede, suddividendo le due categorie di impatto, secondo il seguente schema:

- Minerali:
  - considera i dati di consumo dei minerali negli USA;
  - divide tale valore per il numero degli abitanti USA ( $266 \cdot 10^6$ ) e lo moltiplica per il numero di abitanti dell'Europa;
  - calcola il surplus di energia necessario per estrarre 1 kg di ciascun minerale nel momento in cui la quantità estratta sarà cinque volte quella estratta fino al 1990;
  - moltiplica il surplus unitario per il consumo dei minerali del cittadino europeo.
- Combustibili fossili
  - considera i dati di consumo dei combustibili fossili in Europa;
  - divide tale valore per il numero degli abitanti dell'Europa;

- calcola il surplus di energia necessario per estrarre 1 kg di ciascun combustibile fossile nel momento in cui la quantità estratta sarà cinque volte quella estratta fino al 1990;
- moltiplica il surplus unitario per il consumo dei combustibili del cittadino europeo.

Al fine di calcolare un valore di normalizzazione unitario per la categoria “Consumo delle Risorse”, vengono sommati i surplus di energia per cittadino medio europeo relativi all'estrazione dei minerali e dei combustibili fossili; l'inverso di tale valore viene assunto come il fattore peso per la normalizzazione relativo ad entrambe le categorie di impatto afferenti a “Consumo delle Risorse”.

#### *4.4.1.12 Valutazione dei risultati*

Durante la valutazione delle relazioni di tipo causa-effetto, si incontrano numerose scelte suscettibili di differenti interpretazioni secondo una visione soggettiva. Le basi utilizzate per affrontare queste decisioni opinabili possono creare problemi molto seri soprattutto quando le scelte comportano effetti significativi sui risultati finali. Hofstetter (Hofstetter, 1998) ha analizzato il problema della modellizzazione della soggettività proponendo di usare a questo scopo la “Cultural Theory” (Thompson, 1990) attraverso la quale distinguere cinque principali sistemi di valori:

- Individualista (Individualist): è una persona libera da qualsiasi legame. Nella sua visione, tutto è provvisorio e soggetto a negoziazione.
- Egualitario (Egalitarian): possiede un forte attaccamento al gruppo ma non alle sue imposizioni.
- Non riconoscendo differenze di ruolo rende ambigue le relazioni all'interno del gruppo scatenando spesso conflitti.



- Gerarchico (Hierarchist): è un soggetto che possiede forti legami sia con il gruppo sia con le sue regole. Crea una forte stabilità, favorendo azioni di controllo su di sé e sugli altri.
- Fatalista (Fatalist): dipende profondamente dalle prescrizioni ma non sente l'appartenenza al gruppo, agisce perciò singolarmente.
- Autonomista (Autonomist): appartiene ad una minoranza che rifiuta l'influenza del gruppo e di tutte le sue prescrizioni.

I comportamenti e le opinioni alla base del sistema di valori utilizzato nell'Eco-indicator 99 sono raccolti nella Figura 4.13 e fanno riferimento ai tre principali sistemi utilizzati.

	<b>UGUALITARIA</b>	<b>INDIVIDUALISTA</b>	<b>GERARCHICA</b>
Criterio guida	Argomentazioni	Esperienza	Evidenza
Stile nelle scelte	Prevenzione	Adattamento	Controllo
Distribuzione delle risorse	Paritaria	Prioritaria	Proporzionale
Percezione del tempo	Lungo periodo	Breve periodo	Bilanciamento lungo-breve periodo
Responsabilità verso le generazioni future	Presente < Futuro	Presente > Futuro	Presente = futuro
Visione delle risorse	Verso esaurimento	Abbondanti	Scarse
Percezione del rapporto fabbisogno-risorse	Gestione del fabbisogno ma non delle risorse	Gestione delle risorse e del fabbisogno	Gestione delle risorse ma non del fabbisogno
Atteggiamento verso la natura	Attenzione	Laissez-faire	Regolamentazione
Atteggiamento verso l'uomo	Costruzione di una società egualitaria	Channel rather change	Restrizione del comportamento
Percezione del rischio	Avversione al rischio	Ricerca del rischio	Accettazione del rischio

Figura 4.13: Contributo in peso delle diverse categorie di danno secondo le differenti prospettive culturali

La classificazione e valutazione dei risultati secondo i tre sistemi di valori hanno forti implicazioni sulla metodologia; l'effetto più evidente è che non si ha più un unico modello ma tre distinte versioni dello stesso. Le differenti visioni del mondo, inoltre, influenzano notevolmente alcuni metodi di caratterizzazione degli impatti (come, ad esempio, il grado di sfruttamento delle risorse di natura fossile).

Nella versione individualista si è deciso di includere solamente le relazioni di causa-effetto che dispongano di prove della loro validità e di utilizzare, quando possibile, una prospettiva a breve termine. A livello pratico, il principio individualista assume che le riserve petrolifere siano inesauribili e le sostanze nocive siano solo quelle la cui tossicità è stata accertata su una scala temporale di 100 anni. Il sistema considera, inoltre, che le politiche ambientali e le nuove tecnologie adottate nei prossimi 100 anni siano talmente efficaci da risolvere gli attuali problemi di inquinamento.

La prospettiva gerarchica comprende meccanismi sostenuti con sufficiente riconoscimento dalla comunità scientifica e politica, l'atteggiamento gerarchico è, infatti, piuttosto comune all'interno di questi gruppi. Si presuppone, inoltre, che si debbano prendere in esame tutte le sostanze per le quali la tossicità, anche se non dimostrata, è riconosciuta da un consenso a livello scientifico. In questo caso, però, i problemi ambientali saranno risolvibili solo con scelte politiche adeguate. La scala temporale di riferimento è di medio livello (500 anni).

Nella versione egualitaria è stato adottato il principio precauzionale, cercando di non tralasciare nulla, includendo nella valutazione dei danni ambientali anche ciò che non è completamente provato, riflettendo l'opinione di chi non accetta la guida della comunità scientifica e delle organizzazioni politiche. È stata utilizzata una prospettiva di lungo termine (1000 anni), non accettando l'idea che in futuro i problemi potranno essere risolti dal progresso della scienza; lo scenario prospettato è, dunque, il più catastrofico e prevede che i problemi ambientali siano difficilmente risolvibili e rimediabili.

I progettisti del modello raccomandano di usare la versione gerarchica come "default"; tale prospettiva è, infatti, quella che trova un maggiore accordo con

tutti gli altri modelli. Le altre due prospettive, invece, possono essere usate per conferire più forza e sensibilità all'analisi.

È possibile calcolare i contributi percentuali delle diverse categorie di impatto relative alle tre categorie di danno nelle tre differenti prospettive culturali (rispettivamente gerarchica, ugualitaria ed individualista). Tali contributi tengono conto, per ogni categoria di impatto, dei diversi pesi attribuiti alle emissioni e alle risorse nelle fasi di normalizzazione e valutazione. Nella Figura 4.14 è riportato un esempio di attribuzione dei contributi percentuali di importanza per i tre scenari culturali prospettati.

<i>Prospettiva</i>	<i>Salute Umana</i>	<i>Qualità dell'Ecosistema</i>	<i>Consumo delle Risorse</i>
<i>Gerarchica</i>	40%	40%	20%
<i>Egualitaria</i>	30%	50%	20%
<i>Individualista</i>	55%	25%	20%

Figura 4.14 : Contributo in peso delle diverse categorie di danno secondo le differenti prospettive culturali

In definitiva, il metodo Ecoindicator 99 risulta molto buono per valutare dettagliatamente le componenti potenzialmente impattanti sull'ambiente. Tuttavia, la tecnica presenta alcune lacune:

- non viene considerato l'impatto acustico ed il relativo danno prodotto (non risulta ancora correlabile all'unità di misura utilizzata nella categoria "Salute Pubblica", DALY);
- manca la valutazione del danno causato dalla tossicità dei metalli pesanti (viene analizzato solo il loro effetto cancerogeno);

- non sono stati valutate, perché ancora non esistono modelli sufficientemente significativi, alcune categorie di impatto come il cambiamento climatico e l'incremento delle radiazioni UV.

#### *4.4.2 EDIP96 e EDIP2003*

La tecnica è stata sviluppata in Danimarca e comprende le seguenti categorie di danno “end-point” valutate contemporaneamente su scala locale, regionale o globale (Hauschild et al., 2004):

- impatto ambientale;
- consumo delle risorse;
- impatto nell'ambiente di lavoro

##### *4.4.2.1 Impatto ambientale*

Tra i potenziali effetti sono considerati anche quelli sulla salute umana. I criteri di valutazione tengono conto del fatto che alcuni impatti ambientali possono essere mutuamente esclusi (ad esempio, una molecola di NO<sub>x</sub> inalata dall'uomo genera un impatto di tipo tossicologico e non può contribuire al riscaldamento globale), mentre altri possono verificarsi anche contemporaneamente. Vengono considerati gli impatti generati sull'ambiente esterno, sull'ambiente lavorativo e sulla salute umana. Dato che non è possibile stabilire con certezza quali saranno gli effetti e le conseguenze degli scambi ambientali che avvengono durante il ciclo di vita del prodotto, il metodo EDIP definisce le categorie sulla base degli impatti generati ad un primo stadio della catena “causa-effetto” dei processi chimico-fisici ambientali.

##### *4.4.2.2 Consumo delle risorse*

Si considerano le materie prime da cui derivano i vari materiali nel sistema prodotto: energia coinvolta, materiali di costruzione, sostanze sussidiarie. Le

---

risorse vengono, inoltre, suddivise a seconda della loro natura rinnovabile o non rinnovabile anche se, in fase di analisi di inventario, vengono poste entrambe sullo stesso piano.

#### *4.4.2.3 Consumo delle risorse*

Nella tipologia di impatto sono incluse solo le influenze negative per la sicurezza e la salute umana che vengono considerate esclusivamente su scala locale. Sono compresi solo alcuni dei molteplici disturbi che si possono verificare. Le tipologie di impatto individuate sono sette: cancro, danni al sistema riproduttivo, allergie, danni al sistema nervoso, disfunzioni all'udito, disturbo muscoloscheletrici, incidenti. La scala temporale fa riferimento alla durata dell'esposizione di un lavoratore ad un determinato effetto; l'impatto viene considerato tale solo se la concentrazione dell'inquinante supera del 10% il valore soglia.

#### *4.4.2.4 Calcolo dei potenziali impatti ambientali*

I potenziali impatti di un prodotto sono calcolati come la somma dei potenziali impatti dovuti alle emissioni che avvengono per tutta la durata del "sistema prodotto", mediante la relazione

$$EP(j)_i = Q_i * EF(j)_i$$

EP è il contributo potenziale dell'emissione (*i*) ad una certa categoria di impatto (*j*); EF è il relativo fattore di caratterizzazione di una sostanza rispetto ad uno standard di riferimento che permette il confronto tra emissioni che generano uno stesso tipo di impatto. Il contributo totale delle emissioni per una determinata categoria di effetto ambientale è dato dalla sommatoria delle *n* emissioni classificate

$$EP(j) = \sum_i EP(j)_i \text{ (con } i = 1 \dots n \text{)}$$

#### 4.4.2.5 Calcolo del consumo delle risorse

Il valore  $RC(j)$  (*Resource Consumption*) coincide con la quantità ( $Q_i$ ) della risorsa ( $j$ ) consumata.

$$RC(j) = Q_i \text{ (con } i = 1 \dots n \text{)}$$

#### 4.4.2.6 Calcolo dei potenziali impatti sull'ambiente di lavoro

Questi potenziali rappresentano la durata dell'impatto ( $Q_i$ ) per ognuna delle sette categorie ( $j$ ) previste. L'esposizione, nell'analisi di inventario, è espressa come potenziale d'impatto, la durata dell'impatto  $i$ -esimo è, quindi, pari all'impatto potenziale della categoria  $j$ -esima

$$WP(j) = Q_i$$

#### 4.4.2.7 Valutazione degli impatti

L'analisi di inventario raggruppa i dati sugli scambi ambientali dell'intero sistema prodotto. Il risultato è la somma di tutti gli scambi finali, cioè di tutti gli input che provengono direttamente dalla natura (consumo delle risorse), di tutti gli output che si riversano direttamente in acqua, aria e suolo e, infine, di tutti gli impatti presenti nell'ambiente di lavoro. La valutazione degli impatti, quindi, si inserisce proprio in questo contesto ed è condotta sulla base della stima del contributo delle emissioni a ciascun tipo di effetto prodotto, al fine di conoscere il loro complessivo impatto ambientale.

#### 4.4.2.8 Normalizzazione

Questa fase è volta a stabilire l'entità relativa degli impatti potenziali e dei consumi delle risorse e a presentare, quindi, i risultati in una forma appropriata per la ponderazione finale per il processo decisionale.

Come riferimenti di normalizzazione, il metodo EDIP utilizza il tasso di consumo delle risorse e i potenziali impatti ai quali sono soggetti il territorio e l'ambiente di lavoro mediamente ogni anno.

Tali considerazioni sono realizzate sulla base di un inventario di tutte le attività sociali che si svolgono in un periodo di tempo pari alla durata del ciclo di vita del prodotto. Se la durata del servizio è definita in  $t$  anni, il riferimento di normalizzazione (impatto potenziale per persona per anno) è espresso come il prodotto  $t \cdot R(j)$ , dove  $R(j)$  rappresenta il riferimento di normalizzazione per un anno. I relativi impatti potenziali normalizzati,  $NP(j)$ , ed i consumi di risorse vengono dunque calcolati mediante la relazione

$$NP(j) = P(j) \frac{1}{T \cdot R(j)}$$

dove il termine  $P(j)$  rappresenta l'impatto potenziale non ancora normalizzato. A questo punto è possibile definire la modalità di calcolo per il consumo normalizzato delle risorse,  $NR(j)$ , analizzato su scala regionale e riferito al consumo annuale delle risorse nel 1990.

$$NR(j) = RC(j) \frac{1}{T \cdot RR(j)_{90}}$$

Dove  $RC(j)$  è il tasso di consumo delle risorse da normalizzare. L'unità di misura utilizzata per il calcolo di  $NR(j)$  è il numero di Persone Equivalenti ( $PE_{w90}$ ). Per quanto riguarda le risorse rinnovabili, il calcolo dei riferimenti di normalizzazione ha senso solo se il consumo annuo eccede il tasso di rigenerazione e potrebbe essere basato sul consumo totale in una determinata area significativa per persona (scala regionale). Per normalizzare l'impatto potenziale sull'ambiente di lavoro,  $WP(j)$ , si fa riferimento all'entità di tale impatto su un lavoratore in un anno in Danimarca ( $WR(j)_{90}$ ).

L'unità di misura l'impatto potenziale normalizzato,  $NWP(j)$ , è espresso in  $PE_{DK90}$  (persone equivalenti) e rappresenta la durata media di esposizione all'impatto per lavoratore in Danimarca nel 1990.

#### 4.4.2.9 Pesatura

L'importanza relativa ciascuna categoria di impatto ( $WP(j)$ ) viene attribuita mediante un fattore peso ( $WF(j)$ ) associato alla categoria di impatto o al consumo di risorse in questione

$$WP(j) = WF(j) * NP(j)$$

La limitazione di questa procedura è dovuta al fatto che il fattore peso deve essere necessariamente attribuito in modo soggettivo e può essere motivo di pareri scientifici discordanti. L'EDIP 96 calcola il  $WF(j)$  per ciascuna categoria di impatto come il rapporto tra il potenziale impatto ambientale delle emissioni nell'anno di riferimento 1990 ( $ER(j)_{90}$ ) e quello che sarebbe stato previsto per il 2000, ( $R(j)_{T2000}$ ). Il fattore peso di una risorsa deve invece riflettere il grado d'insufficienza rispetto al suo consumo annuale. Per le risorse non rinnovabili, questo può essere rappresentato dal *Supply Horizon SH* (orizzonte di riserva) che fornisce una misura di tale scarsità.

Per le risorse non rinnovabili il calcolo si effettua mediante la relazione

$$SH = \text{RiserveConosciute} / \text{ConsumoAnnuoGlobale}$$

mentre per le risorse rinnovabili, dove il tasso di consumo supera quello di rigenerazione, si ha:

$$SH \text{ RiserveConosciute} = (\text{ConsumoAnnuo} - \text{RigenerazioneAnnuo})$$

Per entrambe le situazioni descritte, il relativo fattore peso  $WF$  è dato dal reciproco dell'orizzonte di riserva della risorsa ( $SH$ ). I tassi di consumo e rigenerazione annui fanno riferimento, in questo caso, all'anno 1990.

#### 4.4.2.10 Il metodo EDIP versione 2003

La versione EDIP 2003 differisce da quella originale principalmente per le categorie di impatto valutate; queste ultime, rappresentano lo stato dell'arte nella qualità dello studio degli effetti ambientali degli inquinanti. Mentre alcune



categorie (l'eutrofizzazione, la tossicità umana, l'ecotossicità) sono rimaste identiche, per altre, come l'acidificazione potenziale e la formazione di ozono fotochimica, è stato adottato un differente criterio di valutazione degli impatti. L'EDIP 2003 prevede la scelta dei fattori di caratterizzazione per le categorie di acidificazione, formazione di ozono troposferico, danni all'ecosistema naturale e salute umana, da un punto di vista più "distante" dalla fonte degli impatti (Figura 4.15). La metodologia assume la caratteristica di "endpoint" e la modellizzazione dei fenomeni chimico-fisici ambientali prodotti dagli impatti diventa maggiormente rilevante.

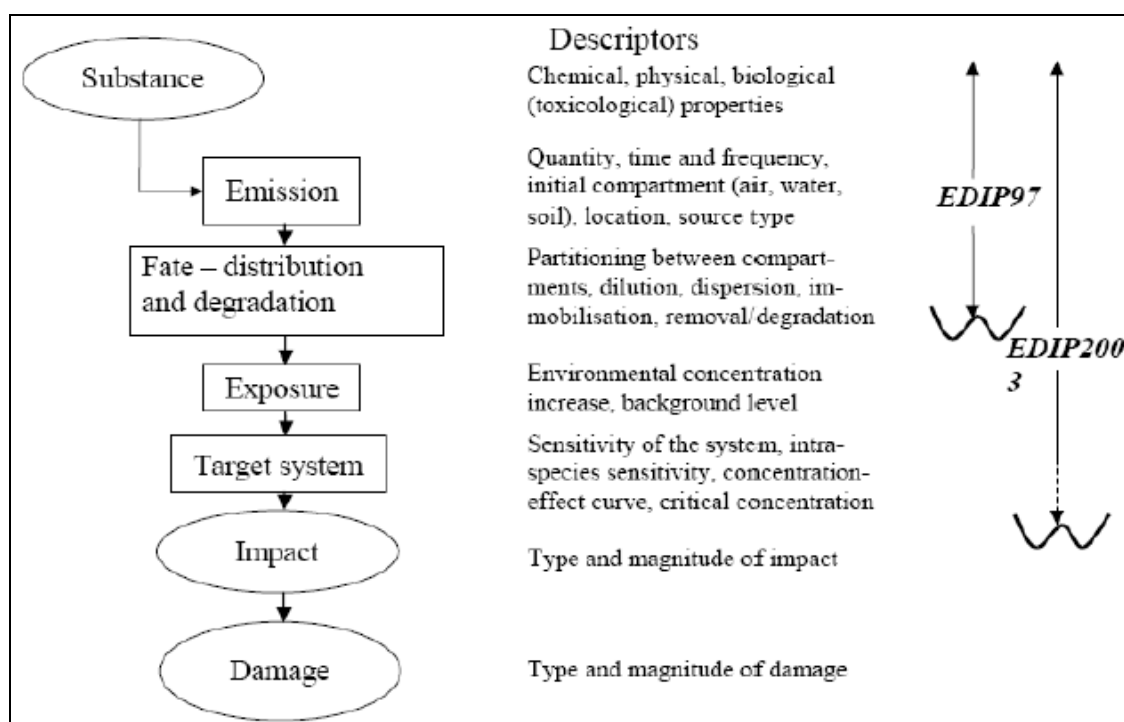


Figura 4.15: Confronto tra i livelli di sofisticazione dei metodi EDIP 96 e EDIP 2003

L'EDIP 2003 è in grado di quantificare il contributo dato dagli NOx, precedentemente omissi dai potenziali responsabili dell'impatto. Prima, infatti, i VOC venivano considerati gli unici precursori della formazione di ozono troposferico.

Con la versione aggiornata della metodologia, questa categoria tiene conto dell'assimilazione naturale di azoto da parte degli ecosistemi, riducendo così la proprietà di acidificazione dei composti azotati. La proporzione tra i diversi agenti acidificanti risulta più realistica e non riflette esclusivamente il potenziale del rilascio di protoni nell'ambiente. L'unità di misura che quantifica l'entità dell'acidificazione è ora espressa in "m2 di ecosistema potenzialmente colpito", segno dell'evoluzione effettuata nello studio degli effetti prodotti dalla problematica in questione.

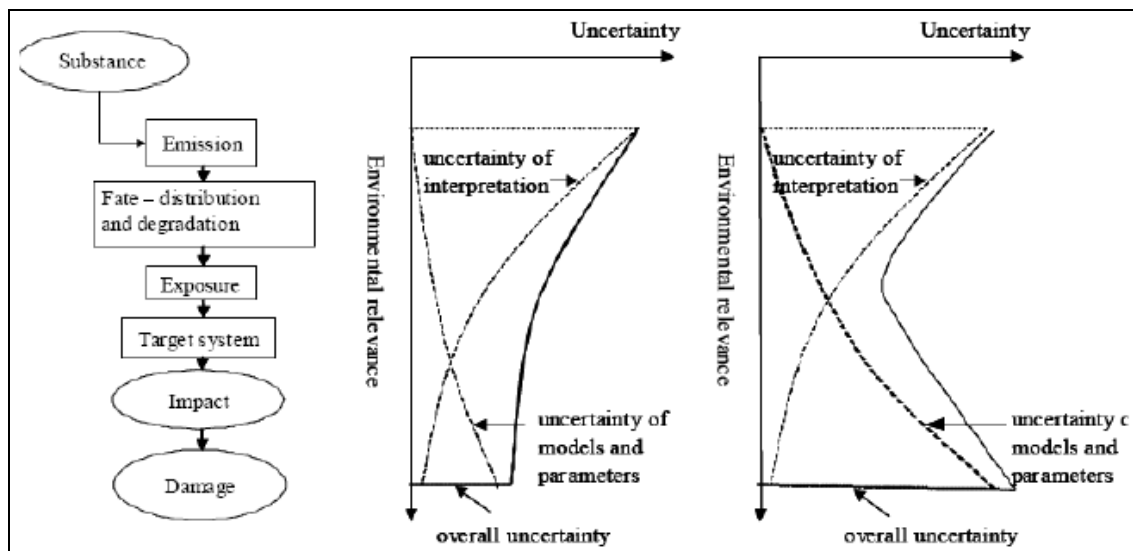


Figura 4.16: Trade-off tra il grado di modellizzazione ambientale e l'incertezza dei risultati. Confronto tra l'EDIP'96 (destra) e la versione 2003 (sinistra)

Anche in questo caso, però, il maggior livello di sofisticazione della metodologia deve fare i conti con il grado di incertezza dei risultati. La Figura 4.16 rappresenta il comportamento della qualità dei dati in funzione del grado di modellizzazione degli eventi ambientali osservati.

Poiché a distanza di 7 anni i modelli chimico-fisici ambientali di dispersione e diffusione degli inquinanti sono stati perfezionati, il relativo livello di incertezza per l'EDIP 2003, mostrato nel grafico precedente, risulta meno rilevante. Attualmente è infatti possibile sviluppare una caratterizzazione spaziale dei fattori ambientali analizzando la variazione della concentrazione di un'inquinante ed il

grado di esposizione e vulnerabilità dei bersagli ambientali esposti. Tuttavia mentre la valutazione di alcune categorie di impatto come l'acidificazione, l'eutrofizzazione del suolo (inteso come arricchimento del terreno in P e N) e l'ozono troposferico è notevolmente migliorata, altrettanto non si può affermare per i fattori ambientali su scala globale come la tossicità umana, l'ecotossicità e l'eutrofizzazione nei corpi d'acqua.

#### *4.4.3 EPS2000 (Environmental Priority Strategies in Product Design)*

L'obiettivo del sistema EPS 2000 è di assistere nel modo migliore i progettisti durante la ricerca del prodotto con il minor impatto ambientale.

La metodologia è di tipo "end-point" e i risultati delle analisi di inventario vengono elaborati e raggruppati in quattro diversi indicatori di sintesi (categorie di danno) (Carboni, 2005):

- Salute Pubblica (Human Health);
- Capacità Produttiva dell'Ecosistema (Ecosystem Production Capacity);
- Riserva di Risorse Abiotiche (Abiotic Stock Resource);
- Biodiversità (Biodiversity).

Le categorie di impatto considerate nella Salute Pubblica sono:

- Aspettativa di vita (Life expectancy); l'unità di misura sono gli anni di vita persi (YOLL, Years of Lost Life) oppure il prodotto "person\*year"
- Grave patologia e sofferenza (Severe morbidity and suffering) (esempio l'inedia), espressa in "person\*year";
- Patologia (Morbidity) (esempio l'influenza), espressa in "person\*year";
- Grave disturbo (Severe nuisance), espresso in "person\*year";

- 
- Disturbo (Nuisance) senza effetti diretti sulla salute, espresso in “person\*year”;

Per la Capacità Produttiva dell'Ecosistema, invece, si considerano le seguenti categorie di impatto:

- Capacità di crescita delle colture (Crop growth capacity, kg);
- Capacità di crescita del bosco (Wood Growth Capacity, kg);
- Produzione di carne e pesce (Fish and Meat Production, kg);
- Acidificazione del suolo (Soil Acidification, moli H+ equivalenti);
- Disponibilità di acqua per l'irrigazione (Production Capability Irrigation Water, kg)
- Disponibilità di acqua potabile (Production Capability Drinking Water, kg)

L'unica categoria di impatto considerata nella Riserva delle Risorse riguarda l'Esaurimento delle riserve (Depletion of Reserves) ed è espressa in ELU/kg.

L'unità di misura ELU (Environmental Load Unit) rappresenta il fattore di pesatura ottenuto dalla conversione in termini ambientali del valore monetario di una risorsa (ad esempio EUR) a sua volta calcolato in base alla volontà di pagare (Willingness to pay, WTP) la corrispondente alternativa sostenibile. Il fattore di conversione EUR/ELU è uguale a 1. Ciascun valore ottenuto contiene un grado di incertezza rappresentato da una distribuzione logaritmica normale, in cui la deviazione standard varia a seconda della precisione del risultato. Le stime sui costi relativi ai danni ambientali e alla salute pubblica qui di seguito riportati, sono tratti dal progetto “ExternE” (Externalities for Energy; CE, 1997) e utilizzati per l'applicazione della metodologia EPS 2000 nel software SIMAPRO 5.0.

Per quanto riguarda la Biodiversità, la categoria di impatto corrispondente è l'Estinzione della specie (Species Extinction).

#### *4.4.3.1 Aspettativa di vita (Salute Pubblica)*

Il calcolo effettuato dal progetto “ExternE” riferisce la WTP al valore economico di una vita umana, ritenuto pari a 3.2 milioni di Euro attualizzati al 1998. Il valore viene poi diviso per il periodo medio di accorciamento di vita dovuto ad incidenti casuali, stimato pari a 37.5 anni, al fine di ottenere un valore di 85.000 ELU/YOLL che rappresenta la WTP per evitare la riduzione di un anno della vita media statistica di un individuo.

#### *4.4.3.2 Patologia (Salute Pubblica)*

I costi considerano la riduzione dei giorni di attività e non prevedono il mancato reddito e le spese

sostenute in caso di malattia. Il valore è di 10.000 ELU/person/year.

#### *4.4.3.3 Grave Patologia (Salute Pubblica)*

La valutazione si basa sulla stima del valore di una giornata ad attività limitata di 62 EUR (RAD Restrictive Activity Day) e tiene conto anche del costo medio sostenuto per curare una malattia cronica, la stima del numero medio di giorni nei quali l'attività risulta limitata e la valutazione della durata media del sintomo. Il risultato del calcolo complessivo corrisponde a più di 100000 EUR/person/year. Il fattore peso considerato è quindi di 100000 ELU/person/year.

#### *4.4.3.4 Disturbi gravi (Salute Pubblica)*

Si considerano disturbi quali il raffreddore o l'influenza seguendo le modalità di calcolo osservate precedentemente. Il fattore peso attribuito è di 10.000 ELU/Kg.

#### *4.4.3.5 Disturbi (Salute Pubblica)*

Si considerano i disturbi in forma leggera (riduzione di visibilità, rumore, ecc.). La disponibilità a pagare è di 100 EUR/person-year ed il fattore peso corrispondente è di 100 ELU/person-year.

#### *4.4.3.6 Capacità di crescita delle colture (Capacità Produttiva dell'Ecosistema)*

I riferimenti considerati sono i prezzi stimati dalla FAO e relativi ai diversi tipi di raccolti. Il fattore peso medio considerato è di 0.15 ELU per ogni chilo di raccolto.

#### *4.4.3.7 Capacità di crescita del bosco (Capacità Produttiva dell'Ecosistema)*

La disponibilità è riferita al valore del legname proveniente dalla Svezia (20 EUR/m<sup>3</sup>). Si calcola che il fattore peso risulti uguale a 0.04 ELU/kg sostanza secca.

#### *4.4.3.8 Produzione di carne e pesce (Capacità Produttiva dell'Ecosistema)*

Il valore medio del costo della carne a livello mondiale è di 1.1 EUR/kg mentre quello del pesce è molto variabile secondo il luogo considerato. Poiché si ritiene che il loro prezzo sia analogo, si approssima il loro valore a 1 EUR/kg.

#### *4.4.3.9 Acidificazione del Suolo (Capacità Produttiva dell'Ecosistema)*

Si stima la disponibilità a pagare per evitare la diminuzione della riserva di cationi base del suolo. Si fa riferimento dunque ai costi di calcinatura (20 EUR/t dolomite utilizzata). Il fattore peso corrispondente è di 0.01 ELU/mole H<sup>+</sup>.

#### *4.4.3.10 Disponibilità di acqua per l'irrigazione (Capacità Produttiva dell'Ecosistema)*

La stima del valore dell'acqua come risorsa locale viene valutata in base al costo di una modalità di approvvigionamento alternativa a quella comune, e corrisponde alla sua purificazione e trasporto da un altro luogo. Poiché la qualità dell'acqua richiesta dall'irrigazione è minore rispetto a quella destinata ad uso potabile, il costo della sua produzione alternativa è di 0.003 EUR/Kg (0.003 ELU/kg).

#### *4.4.3.11 Disponibilità di acqua potabile (Capacità Produttiva dell'Ecosistema)*

La modalità di calcolo è la stessa, anche se il dato varia a seconda della disponibilità geografica (da 0.001 EUR/kg a 1 EUR/kg). Il valore è rappresentato dal costo medio di una bottiglia di acqua minerale. Il fattore peso è stimato in 0.03 ELU/kg.

#### *4.4.3.12 Esaurimento delle risorse (Riserva di Risorse)*

Vengono di seguito indicati i calcoli per le WTP necessaria per finanziare la sostituzione (parziale o totale) delle attuali risorse energetiche non rinnovabili (petrolio, carbone e gas naturale) con le rispettive alternative sostenibili.

#### *4.4.3.13 Il Petrolio*

L'alternativa sostenibile di riferimento è rappresentata dall'olio di ravizzone (potrebbe anche essere qualsiasi altro olio vegetale). La disponibilità a pagare l'utilizzo dell'olio di ravizzone, quindi, rappresenta il costo necessario per sostituirlo al petrolio come materia prima per le industrie chimiche e in altri processi industriali ed è di 0.506 ELU/kg. Il valore tiene conto anche dei costi esterni dovuti alla produzione di emissioni gassose dovuti ai processi di lavorazione e combustione.

#### *4.4.3.14 Il gas naturale*

L'alternativa sostenibile considerata è il biogas. La rispettiva WTP corrisponde ai costi di produzione e i costi esterni dovuti alle emissioni dei processi e tale valore è di 1,1 ELU/kg.

#### *4.4.3.15 Il carbone fossile*

In questo caso si fa distinzione tra l'energia necessaria per la produzione di elettricità e quella richiesta per l'attività industriale. Per il primo tipo di fabbisogno, l'alternativa considerata è l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (solare, eolico, idroelettrico); per il secondo, si calcola la WTP a pagare il carbone di legna (charcoal). Quest'ultimo valore è pari a 0.0498 ELU/kg.

Per quanto riguarda, invece, le risorse minerali, laddove eventuali alternative non risultano ancora essere sostenibili, viene calcolata la WTP per ridurre al minimo gli impatti generati dall'estrazione e lavorazione dei metalli. Il risultato corrisponderà al valore del minerale in ELU/kg metallo.

#### *4.4.3.16 Estinzione normalizzata delle specie (biodiversità)*

L'indice di riferimento è il NEX (Normalised Extinction of Species). Viene calcolato il valore del WTP per poter evitare 1 NEX e si fa riferimento a quanto stabilito dall'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), secondo la quale il valore viene stimato in base alla spesa sostenuta dal governo svedese e da privati per preservare le misure calcolate. Successivamente il risultato viene trasferito su scala globale. Il valore calcolato è di  $1.1 \cdot 10^{11}$  ELU/NEX.

Nella metodologia EPS 2000 sono considerate solo alcune emissioni che vengono poi classificate nelle differenti categorie di impatto a seconda dell'effetto generato. Per le emissioni gassose si considerano esclusivamente la CO<sub>2</sub> e il CO.

Per ciascuna categoria di impatto nella quale queste emissioni compaiono, si calcola un relativo fattore di caratterizzazione secondo metodi empirici. L'arco



temporale di riferimento è di 100 anni, mentre gli effetti ambientali vengono studiati su scala globale. La Figura 4.17 riporta la classificazione degli impatti prodotti dall'emissione di CO<sub>2</sub>.

Effetto	Categoria d'impatto	Indicatore di categoria
Stress di temperatura	Aspettativa di vita	YOLL
Inedia	Aspettativa di vita	YOLL
Inondazioni	Aspettativa di vita	YOLL
Malaria	Aspettativa di vita	YOLL
Inedia	Grave patologia	Grave patologia
Malaria	Grave patologia	Grave patologia
Inedia	Patologia	Patologia
Malaria	Patologia	Patologia
Cambiamento climatico, desertificazione	Capacità di produzione del raccolto	Raccolto
Aumento temperatura nelle zone a foresta	Capacità di produzione del legno	Legno
CO <sub>2</sub>	Capacità di produzione del legno	Legno
Movimenti troppo veloci delle fasce climatiche	Estinzione delle specie	NEX

Figura 4.17: Assegnazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per categoria di impatto e selezione degli indicatori di categoria nel metodo EPS 2000 (Bengt Steen, 1999)

Anche le emissioni di pesticidi vengono classificate e caratterizzate in modo analogo a quelle di CO<sub>2</sub> e CO, tenendo in considerazione i probabili mezzi di esposizione (diretta, indiretta). Un'elaborazione degli effetti ambientali previsti è riportata in Figura 4.18

Mezzo di esposizione	Categorie di impatto	Indicatore della categoria
Esposizione diretta	Aspettativa di vita	YOLL
Esposizione diretta	Grave patologia	Grave patologia
Esposizione diretta	Patologia	Patologia
Esposizione diretta	Grave disturbo	Non-modellizzato
Esposizione diretta	Disturbo	Non-modellizzato
	Estinzione delle specie	NEX
	Capacità di produzione di acqua	Non-modellizzato

Figura 4.18: Categorie di impatto assegnate e categorie di indicatori considerati per la modellizzazione degli effetti prodotti dall'emissione di pesticidi.

La mancata modellizzazione di alcuni effetti ambientali è dovuta alla attuale carenza di informazioni disponibili per il calcolo di un adeguato fattore di

caratterizzazione. Altre emissioni che possono essere considerate sono i nutrienti (si utilizzano come indicatori il BOD e COD) ed i metalli in acqua.

#### 4.4.4 Impact 2002+

La tecnica è di tipo “end-point” e presenta una metodica analitica molto simile all’Ecoindicator 99. I risultati dell’analisi di inventario sono classificati e caratterizzati in 14 categorie di impatto (livello “mid-point”), che vengono elaborate in 4 categorie di danno (Salute Pubblica, Qualità degli Ecosistemi, Cambiamento Climatico, Risorse).

A seconda del grado di modellizzazione dei fenomeni ambientali, le categorie “mid-point” possono trovarsi ad una certa “distanza” dalle categorie di danno previste. La metodologia presenta alcune limitazioni: non vengono considerate alcune categorie di impatto, come il rumore e l’ambiente marino, mentre per quanto riguarda l’analisi per la valutazione della tossicità ed ecotossicità dei metalli sono tuttora in corso ulteriori sviluppi.

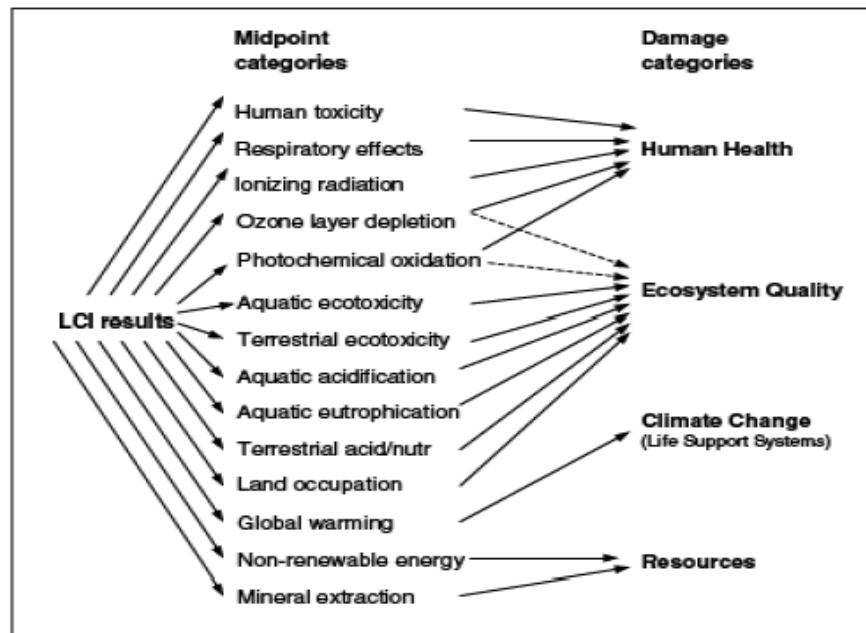


Figura 4.19: Rappresentazione schematica della metodologia IMPACT 2002+

Per questo tipo di valutazione di LCIA, i fattori di danno alla salute umana che fanno riferimento agli effetti cancerogeni e non, sono stati calcolati utilizzando percentuali di assunzione che meglio stimano il comportamento dose-risposta e, quindi, l'entità dell'effetto stesso. Il trasferimento dei contaminanti al cibo, inoltre, non si basa più sui dati relativi ai consumi alimentari giornalieri, ma sui livelli di produzione agricola e di bestiame. Per quanto riguarda le emissioni gassose, con questa tecnica è possibile considerare anche i locali regimi di precipitazione in modo da tener conto dei fenomeni piovosi intermittenti. Le altre categorie a livello "mid-point" riprendono le modalità di valutazione ambientale effettuate da Ecoindicator 99 e CML 2002. Di seguito, sono riportati i fattori di caratterizzazione di alcune categorie di "mid-point" per le quali le modalità di calcolo risultano differenti dalle precedenti metodologie.

#### 4.4.4.1 Effetti cancerogeni e non (tossicità alla salute umana)

Sono modellati i rischi e i potenziali impatti connessi all'emissione di diverse migliaia di composti chimici. La metodica è simile a quella già osservata nell'Ecoindicator: si parte da una "fate analysis", che caratterizza il trasporto del contaminante nell'ambiente, l'esposizione e le relative dosi a cui l'uomo è sottoposto. A questa fase è associato un "fattore effetto", che descrive il rischio potenziale connesso alla dose di sostanza che si assume. Il Fattore di Danno Umano (Human Damage Factor, HDF) prodotto da un composto  $i$  è espresso in DALY per kg di sostanza emessa e viene calcolato mediante la relazione

$$HDF_i = IF_i * EF_i = IF_i * b_i * D_i$$

Dove  $IF$  è la frazione in massa del composto presente nell'ambiente e assunta dall'essere umano,  $EF$  rappresenta il "fattore effetto" ricavato dalla relazione dose-risposta e si esprime in DALY per kg di sostanza assunta mentre  $D$  è l'entità dell'effetto espressa in DALY per rischio di incidenza.  $IF$  tiene conto dell'esposizione umana e del trasporto nell'ambiente subito dal composto analizzato durante la "fate analysis".  $EF$ , calcolato per misurare l'effetto cancerogeno delle sostanze, fa riferimento al parametro tossicologico  $ED_{10}$

(mg/kg/day) caratterizzato dalla dose che provoca l'effetto nocivo al 10% della popolazione studiata. La relazione è utilizzata

$$\beta_{human} = (0.1/ED_{10}) * \left[ \frac{1}{(BW * LT_h * N_{365})} \right]$$

Dove  $\beta_{human}$  è il “fattore effetto per la salute umana” (rischio di incidenza per kg di sostanza assunta) mentre BW è il peso medio del corpo umano (kg);  $LT_h$  è il tempo medio di vita di un essere umano (yr) ed infine  $N_{365}$  sono il numero di giorni per anno (days/yr). La curva dose-effetto preliminare è necessaria per l'individuazione del fattore  $\beta$  e viene effettuata estrapolando i risultati ottenuti da corrispondenti studi tossicologici operati sugli animali. L'espressione del risultato nell'unità di misura DALY serve per rappresentare l'entità dell'effetto in termini di mortalità e pericolosità. Per molti effetti cancerogeni e non, vengono usati valori DALY di default (0.67 years/incidence).

Per caratterizzare il risultato ottenuto dalla stima dell'effetto cancerogeno in termini di impatto a livello “mid-point” (prima di arrivare alla stima del danno in DALY) si può semplicemente dividere lo Human Damage Factor per il corrispettivo valore appartenente alla sostanza di riferimento (in questo caso il cloroetilene):

$$HTP = HDF_i / HDF_{chloroethylene}$$

dove la HTP (Human Toxicity Potential), riferita alla sostanza  $i$ , è espressa in kg cloroetilene equivalenti per kg sostanza emessa.

#### 4.4.4.2 Ecotossicità acquatica e terrestre

Anche per questa metodologia di LCIA, l'impatto ecotossicologico viene espresso in funzione del numero di specie acquatiche o terrestri che sono colpite dall'effetto (PAF, Potentially Affected Fraction,  $m^3 \cdot yr/kg$ ), o che scompaiono a causa dell'effetto (PDF, Potentially Disappeared Fraction,). La fate analysis ( $F \cdot \sigma$ ), anche in questo caso, è messa in relazione con un fattore effetto  $\beta$  secondo la relazione

$$APAF_i = F_i^{mw} * \sigma_i^{mw} * \beta_i \text{ in PAF} * m^3 \cdot yr/kg$$

Dove APAF è la “Acquatic Potentially Affected Fraction”,  $F_{imw}$  è la frazione adimensionale della sostanza  $i$  emessa nel comparto ambientale  $m$  e trasferita al corpo d’acqua,  $\sigma^{mw}$  è il tempo medio di residenza della sostanza  $i$  in acqua (yr).

Qualora si volesse tenere in considerazione il volume del corpo d’acqua di riferimento, si può fare riferimento al tasso di decadimento della sostanza in un corpo d’acqua ( $k$ , in yr<sup>-1</sup>), calcolato con la relazione

$$k = 1/\sigma = \Delta C * V * (\Delta t / M)$$

Il fattore effetto  $\beta$  si calcola dalla relazione

$$\beta_i = 0.5 / HC50_i^w \text{ in PAF} * m^3 / Kg$$

La HC50 è la concentrazione di rischio per il 50% della popolazione studiata, calcolata come la media geometrica dei valori di EC50 sulle singole specie. Anche in questo caso è possibile effettuare una caratterizzazione dell’entità dell’impatto a livello “mid-point” facendo riferimento all’effetto ecotossico prodotto dal trietilenglicole.

Le modalità di calcolo dell’ecotossicità terrestre sono analoghe anche se i dati disponibili a livello tossicologico sono carenti; i valori di HC50s sono estrapolati dai corrispettivi valori rilevati per l’ecotossicità acquatica tramite l’equazione

$$HC50^s_i = HC50^w_i * (K_{di} \rho^s + f^w)$$

dove HC50<sup>w</sup> è il valore di concentrazione per l’ecotossicità acquatica considerato pericoloso per il 50% della popolazione; HC50<sup>s</sup> è il valore di concentrazione per l’ecotossicità al suolo considerato pericoloso per il 50% della popolazione (kg/m<sup>3</sup>),  $K$  è il coefficiente di adsorbimento della sostanza  $i$  al suolo (m<sup>3</sup>/kg),  $\rho$  è la densità del suolo (kg/m<sup>3</sup>);  $f^w$  è il contenuto volumetrico di acqua nel suolo (adimensionale).

#### 4.4.4.3 Categorie di danno

Per quanto riguarda la Salute Pubblica il danno generato viene espresso in DALY/kg emissione; la Qualità degli Ecosistemi è espressa in PDF\*m<sup>2</sup>\*yr/Kg emessi oppure in PAF\*m<sup>3</sup>\*yr/Kg emessi. La conversione dei PAF in PDF è data dalla relazione

$$AEDF_i = 0.5 * APAF / H_w$$

dove AEDF è la Aquatic Ecotoxicity Disappeared Fraction, in PDF\*m<sup>2</sup>\*yr/kgemessi; H<sub>w</sub> è la profondità media del corpo d'acqua in metri.

La categoria di danno “Cambiamento Climatico” è espressa in kg CO<sub>2</sub> equivalenti mentre il danno generato sulle risorse disponibili viene considerato come “surplus energetico” (MJ/unità consumata) secondo la definizione assunta dalla metodologia Ecoindicator 99 (Par. 2.2.1.10).

#### 4.4.4.4 Metodi di normalizzazione per ognuna delle categorie di danno; la Salute Pubblica

L'obiettivo di questa operazione è di analizzare per ogni singola categoria il rispettivo contributo all'impatto complessivo applicando fattori di normalizzazione che possano facilitare l'interpretazione dei risultati. Il fattore normalizzato è determinato dalla quantità di impatto per unità di emissione riferito all'impatto di tutte le sostanze appartenenti alla specifica categoria. In riferimento alla salute pubblica vengono fatte due considerazioni: l'effetto prodotto dal cambiamento climatico sulla salute umana non viene considerato; la tossicità delle sostanze per il corpo umano viene assunta come la somma degli effetti cancerogeni e non. Per ciascuna sostanza appartenente alla categoria, l'impatto in DALY/kg emesso è moltiplicato per le emissioni annuali (media tra le emissioni gassose, solide, liquide) prodotte in Europa Occidentale. L'impatto totale è dato dalla somma dei contributi calcolati per ogni sostanza. Il valore viene normalizzato dividendolo per la popolazione europea (380 milioni di persone).

#### *4.4.4.5 Qualità degli Ecosistemi*

La procedura è la stessa adottata nell'Ecoindicator 99. Vengono solo formulate due condizioni al contorno: non si considerano i danni causati dall'uso del suolo e dall'ossidazione fotochimica; gli ecosistemi rimangono divisi in acquatici e terrestri.

#### *4.4.4.6 Cambiamento climatico*

Il relativo fattore di normalizzazione è basato sulle emissioni gassose totali prodotte in Europa in un anno moltiplicato per il relativo potenziale di riscaldamento globale nell'orizzonte temporale di 500 anni. Il risultato ( $3.78 \cdot 10^{12}$  kg CO<sub>2</sub>/yr) viene diviso per il numero di abitanti europei per ottenere il contributo in emissioni da parte di ogni singolo abitante ( $9.95 \cdot 10^3$  kg CO<sub>2</sub>eq/pers/yr).

#### *4.4.4.7 Risorse*

Il fattore di normalizzazione è rappresentato dal consumo globale di energia da fonti non rinnovabili (incluso il nucleare) in un anno.

#### *4.4.5 Il metodo dell'Ecoscarcity (Swiss Ecopoints)*

La metodologia è stata sviluppata in Svizzera dall'Agenzia elvetica per l'ambiente BUWAL (Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft) e permette l'attribuzione di fattori peso a differenti tipi di impatto ambientale per poterli confrontare tramite l'utilizzo di un ecoindicatore comune (ecofattore). La tecnica è di tipo "end-point" e può essere applicata alla valutazione, confronto e miglioramento di prodotti e processi industriali e di servizi (ad esempio una pianificazione logistica).

I dati richiesti da questo tipo di valutazione sono forniti dall'analisi di inventario mentre i risultati in output si esprimono in termini di "punti di impatto ambientale" (UBP). Lo scopo è quello di assegnare un punteggio ai diversi impatti per poterli confrontare o sommare e rendere la valutazione molto più "pratica e

gestibile”. Per l’attribuzione dei pesi alle relative tipologie di impatto viene utilizzato il criterio “distance to target”: l’entità dell’impatto generato è considerato proporzionale alla differenza tra la concentrazione (o la quantità) potenziale di inquinante e il relativo valore soglia previsto dalla legislazione. I fattori peso sono attribuiti in riferimento alla legislazione svizzera (Figura 4.20) ed ai relativi valori soglia prescritti, tuttavia il metodo può essere adattato a diversi contesti nazionali anche utilizzando ecofattori diversi (esempio Olanda, Belgio, Norvegia, Svezia) (Brand et al., 1997).

Il calcolo degli ecofattori riferito ad ogni singolo impatto ambientale mette in relazione il flusso attuale di impatto generato in un anno,  $F$  (current flow over time, t/a), ed il corrispettivo flusso critico annuale,  $F_k$  (critical emission per year, t/a), tramite una costante  $c$  ( $10^{12}/a$ ).

$$Ecofactor = \left( \frac{UBP}{F_k} \right) * \left( \frac{F}{F_k} \right) * c$$

Il primo fattore misura il grado di importanza dell’emissione considerata in funzione del suo flusso critico (definito dal valore soglia prescritto dalla legge) mentre il secondo analizza l’entità delle emissioni totali ( $F$ ) rispetto al flusso critico stesso. È evidente, quindi, la normalizzazione dell’impatto rispetto a  $F_k$ . La costante  $c$ , è identica per tutti i tipi di impatto. L’unità di misura per gli ecofattori è “UBP per unità di impatto ambientale” (esempio 2000 UBP per grammo di CFC-11).

Il metodo prevede che l’entità dell’impatto di ogni singola emissione venga stabilita come se l’impatto si verificasse in Svizzera. Questa scelta può costituire una limitazione alla riproducibilità del metodo in un’altra località geografica, dove lo stesso tipo di emissione (ad esempio i nutrienti di N e P) può assumere una gravità diversa oppure può essere regolamentata con prescrizioni di valori soglia differenti. La considerazione, secondo la normativa ISO 14043, andrebbe attentamente studiata al momento dell’interpretazione dei risultati della LCA. Se per alcune emissioni inquinanti la legislazione non prevede dei valori soglia, il target considerato viene stabilito in conformità ai limiti suggeriti dalle comunità scientifiche competenti. La valutazione dell’entità degli impatti ambientali risente anche di altre molteplici condizioni locali (ambientali, geografiche,



geomorfologiche, ecc.); la tecnica, quindi, prevede esclusivamente l'analisi dei fattori ambientali più rilevanti (vedi Fig 4.21).

	<b>Substance</b>	<b>Sources</b>
<b>Calculation or derivation based on immission targets and/or political declarations of intent</b>	Heavy metals in waters	Water Protection Ordinance, draft revision
	Pb, Cd, Zn in the atmosphere	Clean Air Ordinance
	PM10	Clean Air Ordinance, revised 1.3.1998
	NO <sub>x</sub> , NMVOC	Clean Air Ordinance (Immission limit for ozone)
	SO <sub>2</sub>	UN/ECE Sulfur Protocol
	N in waters	Declaration of Intent of North-Sea Border States
	CO <sub>2</sub> and other greenhouse gases	Climate Convention 1992, Report of the Federal Council on CO <sub>2</sub> law
<b>Expert recommendation / expert estimate of maximum tolerable flows</b>	Ozone depleting substances	Ordinance on Substances
	Deposition of waste	Technical Ordinance on Waste (TVA)
	Primary energy	Energy 2000 target
<b>Expert recommendation / expert estimate of maximum tolerable flows</b>	NH <sub>3</sub> in the atmosphere, nitrate in groundwater, phosphorus, COD	Strategy for reduction of nitrogen emission [SRU 273] and scientific reports of the project group
	AOX Plant treatment products	Quality objective of IAWR Report on evaluation of the agricultural reform [BLW 1996]
<b>Hypothetical model, advisory group</b>	Radioactive waste	Moratorium / final storage capacity

Figura 4.20: Fonti legislative elvetiche ed internazionali per la determinazione dei fattori critici Fk.

I risultati di un LCIA che utilizza "Ecoscarcity" come metodo di valutazione degli impatti ambientali sono strettamente dipendenti dai target stabiliti dalla politica ambientale di una nazione; tuttavia questi ultimi possono essere modificati nell'arco di breve tempo. E' necessario, quindi, aggiornare continuamente i dati di Fk utilizzati. L'incertezza dei risultati derivanti da questa metodologia possono dipendere dalla grandezza dei flussi correnti e critici studiati (più i valori sono piccoli, più il margine di incertezza della misura è elevato) sia dal tipo di categoria di impatto valutata (per l'effetto serra non è ancora stato quantificato il contributo di alcuni gas).

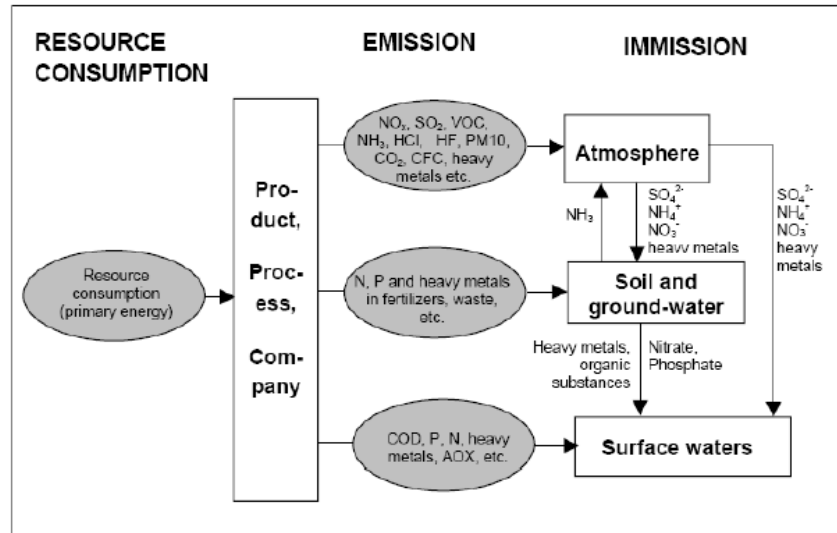


Figura 4.21: Condizioni al contorno per la considerazione dei fenomeni chimico-fisici ambientali rilevanti.

L'Ecoscarcity method non è applicabile a prodotti o processi per i quali è necessaria la valutazione di alcuni impatti (ad esempio uso del suolo, radiazione diretta, utilizzo di risorse abiotiche) non considerati dal modello stesso. La tecnica risulta invece utile per fornire Ecobilanci di progetti su ampia scala territoriale (ad esempio per la pianificazione di nuovi tragitti delle rotte ferroviarie trans-alpine).

#### 4.4.6 TRACI

L'acronimo di questa metodologia ("Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts", strumenti per la riduzione e la valutazione degli impatti chimici ed ambientali) illustra l'obiettivo che si propone. La tecnica è principalmente di tipo "mid-point" ed è stata sviluppata per creare un modello di LCIA che fosse direttamente applicabile alle esigenze statunitensi e che potesse utilizzare le migliori tecnologie disponibili per la valutazione di ogni singola categoria di danno ambientale. I principali effetti ambientali considerati sono:

- riduzione di ozono stratosferico;
- riscaldamento globale;
- formazione di ozono troposferico;

- ecotossicità;
- effetti prodotti dal particolato atmosferico;
- effetti cancerogeni sulla salute umana;
- effetti non cancerogeni sulla salute umana;
- riduzione delle riserve di combustibili fossili;
- effetti derivanti dall'uso del suolo.

Queste categorie di impatto sono definite sulla base di ricerche in letteratura volte a delineare lo stato dell'arte dell'LCA rispetto alle modalità di valutazione del relativo danno (riproducibilità e facilità di utilizzo dell'indicatore, minimizzazione delle condizioni al contorno). È stata studiata anche la loro consistenza in riferimento alle regolamentazioni imposte dall'EPA.

Non tutti gli aspetti ambientali valutati a livello di "mid-point" vengono elaborati nei corrispondenti indicatori di sintesi a livello "end-point"; tale procedura è prevista solo laddove scientificamente possibile, come ad esempio per gli effetti cancerogeni, non cancerogeni e quelli prodotti dal particolato atmosferico, riassunti nell'indicatore finale di "Human Health" (Salute Umana). La categoria di formazione di ozono troposferico, invece, è considerata indipendente dalle altre in quanto il suo contributo di impatto alle diverse categorie "end-point" non è tuttora quantificabile con precisione.

I fattori di caratterizzazione delle categorie di impatto tengono conto delle normative vigenti e del contesto sociale statunitense: per l'acidificazione, ad esempio, si utilizzano modelli empirici sviluppati dalla "US National Acid Precipitation Assessment Program" mentre per la formazione di ozono troposferico si fa riferimento a quelli sviluppati dalla "California Air Resources Boards". La "US EPA Risk Assessment Guidance for Superfund", invece, stabilisce per la valutazione degli impatti sulla salute umana prodotti dai composti cancerogeni e non.

La procedura per la normalizzazione e valutazione dei risultati è ancora in fase di sviluppo sempre a causa della complessità e della mancanza di standardizzazione di tali operazioni.

Il metodo TRACI, oltre a rappresentare un valido modello di LCIA, costituisce uno strumento versatile che può essere utilizzato anche a supporto di analisi ambientali che hanno obiettivi differenti, sempre operate dall'US EPA (esempio Sustainability Metrics, Pollution Prevention, ecc.). Il punto di forza della tipologia, infatti, è quello di inserirsi a pieno nelle prescrizioni e regolamentazioni ambientali statunitensi e di riferirsi, nei metodi di analisi, al contesto socioeconomico nazionale.

#### *4.4.7 LIME*

Il metodo Lime è stato sviluppato in Giappone, basandosi sul contributo fornito da vari ingressi da parte di esperti provenienti da tutto il mondo. Esso è ampiamente utilizzato in Giappone. La documentazione completa del metodo LIME è in fase di traduzione, mentre alcuni atti delle conferenze sono già disponibili; le descrizioni del follow-up, LIME2, sono anch'esse per lo più in giapponese.

Il metodo LIME ha essenzialmente validità regionale, infatti la maggior parte di indicatori chiave presenti all'interno del set a livello di midpoint sono stati sviluppati per valutare in maniera esaustiva e puntuale le condizioni umane e ambientali giapponesi.

I quattro indicatori finali (livello end-point) sono stati creati per misurare le seguenti prestazioni in termini di "salvaguardia dei soggetti":

- salute umana;
- benessere sociale;
- biodiversità,
- produzione primaria.

Questi quattro indicatori finali vengono ottenuti a partire da una sintesi dei risultati caratterizzanti una lista più ampia di indicatori intermedi, riconducibili alle seguenti aree di impatto, ovvero:

- inquinamento dell'aria nelle zone urbane
- riscaldamento globale
- assottigliamento dello strato di ozono
- fattori tossici per la salute umana
- acidificazione
- eutrofizzazione
- formazione di ossidanti fotochimici
- uso del territorio
- consumo di minerali
- consumo di energia
- consumo di risorse biotiche
- inquinamento dell'aria interna
- rumore
- rifiuti

In totale, all'interno di questa metodologia circa mille sostanze vengono monitorate a livello di inventario per ottenere i risultati di sintesi prima indicati.

Nessuna fase di normalizzazione o ponderazione è formalmente indicata nella metodologia, infatti nelle più recenti pubblicazioni vengono indicate come procedure opzionali. La pratica più diffusa è tuttavia quella di monetizzare gli indicatori di sintesi e combinarli in base al loro valore.

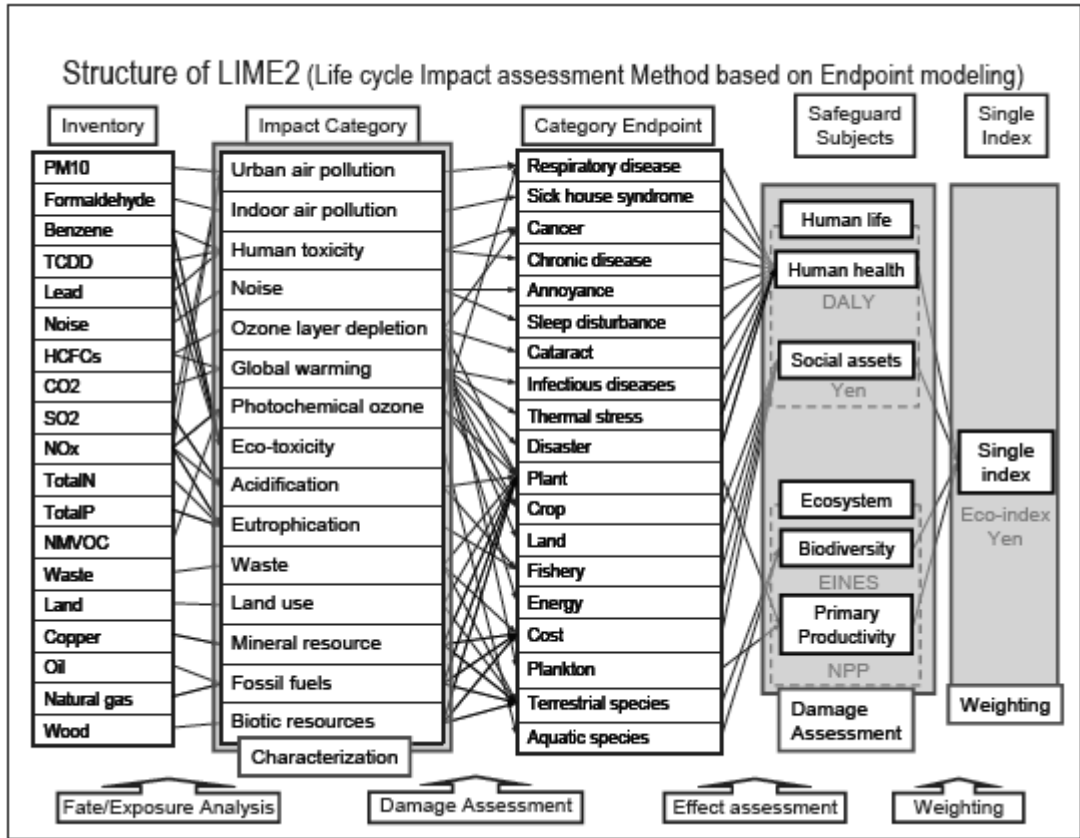


Figura 4.22: Procedure e risultati intermedi durante le fasi di valutazione LCIA con l'utilizzo del metodo LIME2

#### 4.4.8 LUCAS

Il metodo LUCAS è stato sviluppato nel 2005 con lo scopo principale di fornire una metodologia adatta al contesto canadese. Tale metodo utilizza come punto di partenza due differenti metodologie LCIA già esistenti, ovvero TRACI e IMPACT 2002+, che sono state prima riparametrizzate e successivamente sviluppate al fine di poter meglio valutare e descrivere per mezzo anche di un opportuno set di inventario il contesto canadese.

Questo metodo è fortemente basato sui risultati preliminari delle raccomandazioni SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) riguardanti le pratiche disponibili per i migliori modelli "site-dependent" per la valutazione LCIA. A seguito di ciò modelli di caratterizzazione differenti sono stati scelti in base al loro livello di completezza, complessità, valore scientifico e alla possibilità di integrare valutazioni sito-specifiche.

Le categorie di odore, rumore, radiazioni e risorse biotiche non sono state caratterizzate in questa prima versione, tuttavia, ulteriori miglioramenti ed evoluzioni della metodologia saranno quindi necessarie al fine di prendere in considerazione queste categorie di impatto.

La coerenza nel trattamento dei differenti impatti di caratterizzazione viene garantita utilizzando, per tutte le varie categorie di emissione, principi e scelte simili, sulla base di meccanismi a catena causa-effetto.

Per quanto riguarda invece la coerenza nella procedura di normalizzazione, per ogni indicatore viene calcolato un apposito fattore, utilizzando i dati di normalizzazione di base disponibili. In pratica questa è determinata calcolando il rapporto tra l'impatto per unità di emissione e il totale degli impatti di tutte le sostanze che contribuiscono a quella specifica categoria di impatto, per persona. Fattori di normalizzazione sono comunque in fase di aggiornamento.

Le aree di impatto intermedie associate a questo metodo sono le seguenti:

- cambiamento climatico
- assottigliamento dello strato di ozono
- acidificazione
- smog fotochimico
- effetti respiratori (respiratory effect)
- eutrofizzazione acquatica
- eutrofizzazione terrestre
- ecotossicità
- fattori tossici per la salute umana
- uso del territorio
- esaurimento delle risorse abiotiche

Circa 800 sostanze, oltre a 2000 differenti tipologie di emissioni vengono monitorate con questo modello al fine di valutare le aree di impatto sopra riportate.

Attualmente la metodologia non prevede alcuna procedura di sintesi che dalle aree di impatto sopra elencate arrivi ad un set finale di indicatori, tuttavia questa dovrà essere sviluppata nelle versioni seguenti, al fine di descrivere i risultati ottenuti per mezzo di quattro differenti aree di protezione.

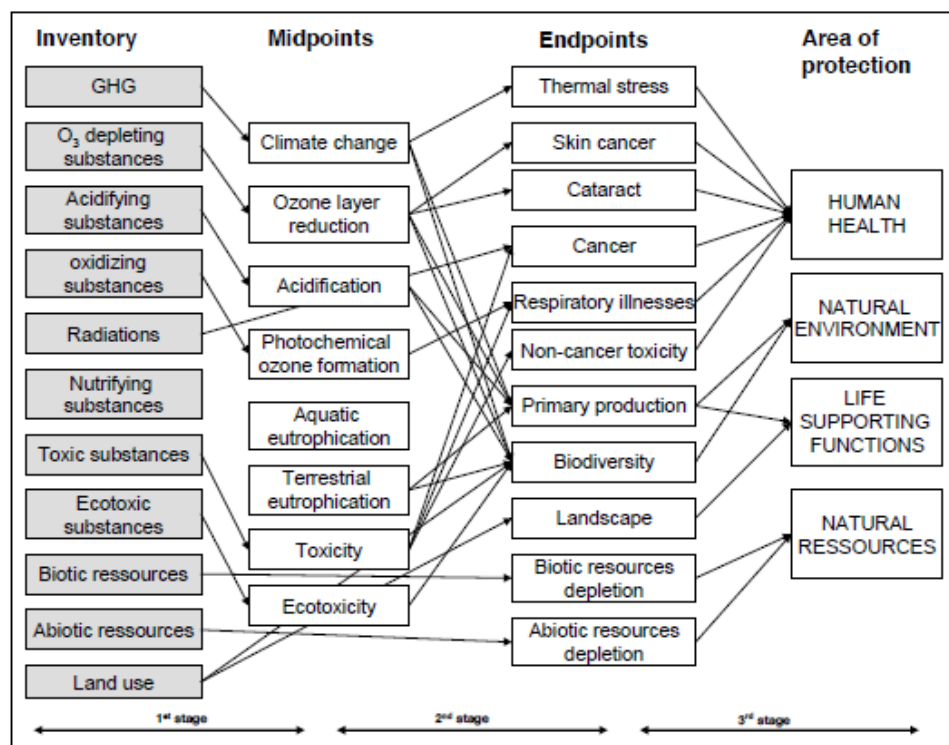


Figura 4.23: Procedure e risultati intermedi durante le fasi di valutazione LCIA con l'utilizzo del metodo LUCAS

### 4.5 L'intreccio con altre metodologie

A sostegno delle politiche di consumo e di produzione sostenibile, oltre all'LCA viene utilizzato un ampio ventaglio di altri strumenti, alcuni già citati in questo scritto, come gli acquisti pubblici verdi (GGP, *Green Public Procurement*), l'ecodesign, le tecnologie innovative come il Life Cycle Costing, l'analisi input-output, le contabilità ambientali, l'ecologia industriale, *Carbon* e *Water Footprint*



fino ad arrivare alla *Social LCA* (LCSA). Alcune di esse sono confinanti con lo studio del ciclo di vita, se non addirittura intrecciate. In questa sede vogliamo illustrare brevemente il *Carbon Footprint* e il *Water Footprint*.

#### 4.5.1 *Carbon Footprint*

Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, l'LCA misura diversi tipi di impatti ambientali potenzialmente derivanti da una produzione; altri approcci del ciclo di vita considerano solamente gli impatti dell'emissione di gas a effetto serra e dell'utilizzo di risorse idriche, e sono, rispettivamente, il *Carbon* e il *Water Footprint*.

Il *Carbon Footprint* misura le emissioni dirette e indirette di GHG (*Green House Gases*) associati a tutte le attività svolte durante il ciclo di vita di un prodotto considerato.

Si può essere portati a credere che tale strumento sia recente ed innovativo, in realtà esso esiste ormai da decenni, anche se con altri nomi, ad esempio come risultato di un LCA che ha come unico indicatore d'impatto il GWP (*Global Warming Potential*) (Matthias Finkbeiner, 2009). È tuttavia vero che negli ultimi anni è stata posta un'attenzione nuova nei confronti di tale tematica, tanto da stimolare una crescente domanda di metodologie per misurare le emissioni di GHG associate ai prodotti di consumo, e a livello internazionale sono nati numerosi gruppi di ricerca dedicati (ad esempio l'UNEP SETAC working group on carbon footprinting) che cercano di appianare alcune questioni per stabilire una "rotta comune" da seguire nello svolgimento dello studio (ad esempio la questione dell'allocazione, del Carbon storage ecc.). Ad oggi, infatti, non esiste ancora un modello unico per redigere un'analisi di *carbon footprinting*, e gli approcci possono variare, ad esempio, per il numero di GHG considerati e per il numero di attività a monte e a valle della catena produttiva incluse nello studio.

Il *Global Footprint Network*, ad esempio, ha deciso di esprimere i risultati non in termini totali di emissioni di carbonio emessi per la produzione di un bene o servizio, bensì in termini di quantità di terra e mare (land and sea areas) necessari

per sequestrare quel quantitativo di carbonio; il fine è quello di dare al risultato una “grandezza più facilmente comprensibile”, essendo essa direttamente comparata alla capacità effettiva naturale del nostro pianeta di sequestrare carbonio. Così analizzando alcune produzioni si potrà avere come risultato che il quantitativo di carbonio ad esse connesso richiederebbe, per lo smaltimento, più di un pianeta Terra. Per uno studio di *Carbon Footprinting* ci si può servire dei database LCA, in quanto questi includono tutte le tipologie di emissioni e di utilizzo di risorse; e le fasi di analisi seguono fedelmente il modello LCA, con la sola eccezione di concentrare tutta l’attenzione sul solo impatto GWG, tanto da poter essere considerato come una sorta di studio “LCA ristretto” (analisi LCA ristretta ad un solo impatto). A questo proposito l’ILCD sottolinea, nel momento di Goal and Scope Definition di uno studio LCA, la necessità di indicare esplicitamente gli impatti ambientali che si desidera analizzare, e se essi sono limitati come ad esempio al *Climate Change* per il *Carbon Footprint* o all’*Energy resource depletion* nell’analisi degli impatti energetici; di conseguenza i modelli di LCIA devono essere indicate in questa sede. (ILCD Handbook: General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance, First edition 2010).

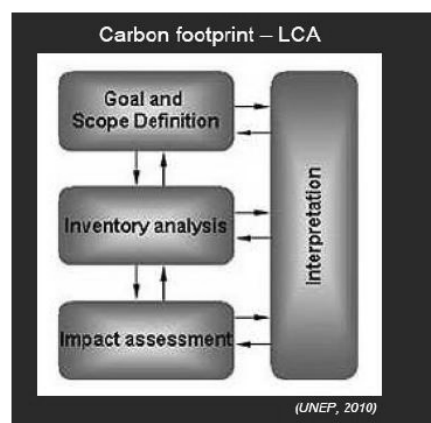


Figura 4.24: i CF assessment steps seguono la metodologia LCA

La scelta di limitare l’analisi a una categoria d’impatto può essere giustificata, specie nei casi in cui gli impatti ambientali complessivi di un prodotto sono in larga parte riconducibili al *Climate Change* o se altre tipologie di impatto,

come l’Eutrofizzazione o l’Acidificazione, ne sono strettamente collegate. È sempre opportuno, tuttavia, tenere in considerazione il panorama complessivo degli impatti ambientali ed energetici di un prodotto se si vogliono esprimere giudizi ambientali; se si ponesse l’accento esclusivamente sulle emissioni di anidride carbonica, ad esempio, “dovremmo rinunciare a tutti i trattamenti delle acque reflue, poiché portano ad un aumento della quantità di CO<sub>2</sub> prodotta. Bisognerebbe altresì eliminare le marmitte catalitiche e i filtri antiparticolato delle macchine diesel, poiché comportano un più alto livello di CFP. L’energia nucleare sarebbe l’opzione di generazione dell’energia migliore, perché ha la più bassa *Carbon Footprint* di tutte le fonti energetiche anche rinnovabili” (Finkbeiner, 2006).

Sempre a proposito della natura intrinseca del *Carbon Footprint*, che si concentra sullo studio di un solo tipo di impatto ambientale, l’UNEP e la SETAC raccomandano LCA come strumento migliore di analisi: “It should be emphasized that carbon footprint and water footprint consider only one environmental aspect, while LCA considers additional aspects. Therefore, the use of LCA, and not of carbon or water footprint approaches, is recommended” (UNEP, SETAC, *Life Cycle Initiative, Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases-A Basis for Greener Processes and Products*, 2011, <http://www.unep.org>).

#### 4.5.2 Water Footprint

Il *Water Footprint* misura il volume totale di freshwater utilizzato nella produzione di un bene o servizio. È una misura particolarmente rilevante per tutti quei processi ad alto utilizzo d’acqua (water intensive) e in quei luoghi del mondo dove la scarsità d’acqua costituisce un serio problema (Hoekstra, 2009). Ciò che ha portato alla creazione di un metodo d’analisi specifica è, in larga parte, il mercato globale di prodotti water intensive come i raccolti e il bestiame. Il risultato è che l’utilizzo di risorse idriche è diventato spazialmente scollegato dalla realtà geografica del consumatore finale; di conseguenza gli impatti ambientali dovuti all’utilizzo di risorse idriche per la produzione di un prodotto specifico possono

essere individuati solamente guardando l'intero ciclo di vita. Sviluppare una maggiore coscienza fra i consumatori dei prodotti water intensive e delle conseguenze globali dei loro cicli produttivi è il fine ultimo che si vuole perseguire con questo tipo di studi.

L'idea di studiare l'utilizzo d'acqua lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto è nata in seguito all'introduzione del concetto di *water footprint*. Esso è un indicatore che indaga sia sugli utilizzi diretti di acqua sia su quelli indiretti, dando una misura della quantità di *fresh water* utilizzata per produrre un prodotto, durante il suo intero ciclo di vita. È un indicatore basato su dati specifici raccolti nell'area geografica di riferimento, ed è multi-dimensionale in quanto indaga su tre diverse componenti:

- The *blue water footprint* si riferisce al consumo<sup>39</sup> di *blue water resources* (acque superficiali e sotterranee);
- The *green water footprint* si riferisce al consumo di *green water resources* (pioggia assorbita dal suolo sotto forma di umidità);
- The *grey water footprint* si riferisce all'inquinamento ed è definito come il volume di *freshwater* richiesto per assimilare il carico di inquinanti, secondo gli attuali standard ambientali.

Così come era avvenuto per il *Carbon Footprint*, ci si rese conto che la metodologia LCA offriva gli strumenti adatti a fornire informazioni significative sull'utilizzo di acqua da parte di prodotti manifatturieri, servizi, ecc., tenendo al contempo un occhio sempre aperto su eventuali altre aree d'impatto rilevanti. Nonostante queste potenzialità, fino a poco tempo fa l'analisi LCA raramente veniva utilizzata per indagare il consumo di risorse idriche, tant'è che "the development of the methodological basis is still in its infancy", con questioni ancora aperte sui metodi di caratterizzazione da utilizzare nell'LCIA, sull'LCI modelling, ecc. Per cercare di trovare delle risposte a questi ed altri interrogativi nel 2007 UNEP e SETAC hanno dato vita a un gruppo di lavoro apposito su questo tema; inoltre sviluppare un unico modello riconosciuto a livello internazionale è

una priorità per il *World Business Council on Sustainable Development (WBCSD)* e per il *Water Footprint Network*.

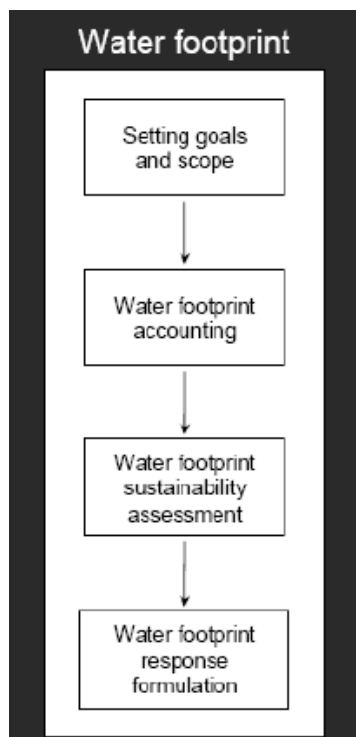


Figura 4.25: WF assessment steps

Questo strumento, così come il *Carbon Footprint*, è stato oggetto di attenzioni crescenti negli ultimi decenni, a causa di una coscienza maggiore diffusasi, almeno in Occidente, sul ruolo essenziale che la *freshwater* gioca come elemento di sostentamento della vita. Questo, in un'epoca di cambiamenti climatici e di scarse politiche per un suo utilizzo sostenibile, che fanno paventare ad alcuni una vera e propria crisi dell'acqua negli anni a venire, l'ha resa una delle più importanti risorse al mondo, aggiudicandole il nome di "oro blu".

Esiste inoltre una correlazione positiva tra le due *Footprints*, ovvero tra la scarsità d'acqua e il riscaldamento globale; perciò una produzione industriale in un'area geografica ad alte emissioni di GHG, contribuisce nel medio-lungo periodo sia al riscaldamento globale su scala globale, sia alla scarsità d'acqua su scala locale.

---

## 4.6 *Leather Eco-tool: introduzione e struttura*

Il *Leather Eco-tool* nasce dalla necessità di fornire, in modo snello e comprensibile, agli attori operanti all'interno della *supply chain* della pelle, uno strumento che permettesse loro di conoscere l'impatto ambientale dei loro processi o nel caso più generale dell'intero prodotto. Tale necessità è motivata dalle domande dei clienti e del mercato, dalla politica relativa alle produzioni sostenibili promossa sempre più dal distretto industriale di riferimento, ma anche dal desiderio tipico di ogni azienda all'avanguardia di introdurre misure di riduzione degli impatti nella propria catena di produzione.

Lo strumento, sviluppato in ambiente *MS Excel*, può essere utilizzato in modi differenti e fornire un'ampia varietà d'informazioni utili al fine di valutare l'impatto che la realizzazione di un prodotto o l'attuazione di un processo hanno sull'ambiente in termini di CO<sub>2</sub> emessa, energia ed acqua utilizzate, impatto e sfruttamento del territorio e agenti chimici usati. Lo strumento può essere altrettanto utile laddove si decida di effettuare un'analisi comparativa, soprattutto tra prodotti realizzati con un ciclo tecnologico ordinario e quelli realizzati a partire da materiali riciclati in modo da poter quantificare i vari *saving* ambientali. Lo strumento può essere infine utilizzato da ogni azienda per valutare i propri subfornitori, permettendo per ciascuna famiglia di sub (concia, taglio, assemblaggio, ecc) di stilare un rating degli stessi.

Lo strumento, nelle sue logiche di attuazione e nella sua struttura, si basa sugli standard LCA-LCIA descritti nella normativa ISO14040-4. Nel dettaglio infatti è possibile individuare:

- una fase di inventario: caratterizzata dall'elenco degli input e degli output di ciascun processo (elettricità, vapore, gas, diesel, acqua, uso del territorio, agenti chimici di ogni tipo, etc);
- una fase di classificazione: in cui ciascun input/output di processo viene associato per mezzo di un fattore di conversione ad un effetto ambientale misurabile (nel nostro caso emissione di CO<sub>2</sub> equivalente, energia totale utilizzata, uso e sfruttamento del territorio, utilizzo di agenti chimici, acqua).

E' la normativa stessa che consente di scegliere in modo arbitrario gli indicatori per mezzo dei quali sintetizzare l'impatto ambientale di un prodotto o processo;

- una fase di caratterizzazione: in cui vengono calcolati per mezzo dei fattori di conversione gli impatti su ciascun effetto ambientale scelto;

Le logiche di funzionamento che stanno alla base dello strumento, come detto e per come questo è strutturato, non hanno quindi bisogno di alcuna validazione in quanto si rifanno passo passo ad una normativa standard.

Il *tool* suddivide il generico ciclo di vita di un prodotto di pelletteria in 9 differenti macro-fasi ognuna delle quali associabile all'interno dello strumento ad un preciso foglio di lavoro *Excel*. Nel dettaglio:

- Riviera
- Concia
- Rifinitura
- Taglio
- Assemblaggio
- Packaging
- Trasporto
- Pre-trattamenti
- Trattamenti post-uso

In pratica la struttura dello stesso ripercorre in modo pressoché sequenziale il ciclo tecnologico di un generico prodotto di pelletteria. Al fine di popolare ciascuna macro fase tra quelle precedentemente individuate, con le relative sotto fasi caratteristiche di ognuna di esse, sono state condotte numerosi visite in azienda (aziende di conceria, di taglio, di assemblaggio, etc) e una relativa

analisi della letteratura (Wikipedia; Kurian and Nithya, 2009; Regole di categoria di prodotto per la preparazione di una dichiarazione ambientale di prodotto - *The Swedish Environmental Management Council, Version 1.0 - 2007-02-07*). Nel paragrafo seguente verrà descritto il generico ciclo tecnologico per un prodotto appartenente alla *supply chain* di riferimento (quella della pelle).

#### *4.6.1 Il ciclo tecnologico della pelle*

All'interno del ciclo tecnologico della pelle, la fase della concia, insieme a quelle che immediatamente la precedono (riviera) e la seguono (rifinitura) è sicuramente quella a maggiore impatto ambientale, motivo per cui verrà trattata all'interno di questo paragrafo con un livello di dettaglio maggiore rispetto alle altre. All'interno di queste fasi, infatti, la lavorazione della pelle necessita di un consumo idrico elevatissimo e dell'impiego di numerose sostanze chimiche, che finiscono poi per essere immesse nell'ambiente circostante. Il fenomeno è accentuato dal fatto che le industrie conciarie sono presenti in distretti specializzati: l'alta concentrazione di imprese in zone delimitate determina così inoltre una forte pressione sull'ambiente, avvertita in modo significativo dalla popolazione locale, che in prima persona vive i problemi dell'inquinamento da conceria. Occorre però sottolineare che la lavorazione conciaria è caratterizzata da processi discontinui e, di conseguenza, le emissioni derivanti dalle diverse fasi del ciclo sono spesso di breve durata. Inoltre, in alcuni casi le emissioni possono assumere carattere di saltuarietà o non verificarsi per periodi anche lunghi, poiché vengono adottati cicli produttivi differenti in dipendenza del mutare delle esigenze di mercato. Il processo produttivo conciario è composto da una serie di lavorazioni chimiche e meccaniche la cui natura e sequenza possono variare molto in funzione del tipo di pelle lavorata e dell'articolo finale prodotto.

Per ogni macro-fase del ciclo tecnologico considerato si riportano di seguito le descrizioni delle principali lavorazioni effettuate, mentre nelle figure a termine di ogni sotto paragrafo viene riportato invece l'elenco completo di tutte le possibili lavorazioni.



- **Macro-fase di riviera**

Comprende tutti quei trattamenti che precedono la concia vera e propria e che hanno la funzione di predisporre la pelle nelle condizioni opportune per ricevere le sostanze concianti. Le operazioni di riviera sono molteplici e comprendono trattamenti di tipo meccanico, chimico, fisico.

- Rinverdimento: è effettuato sulle pelli grezze arrivate in conceria, per asportare la sporcizia presente in superficie, le albumine e le globuline solubili, unitamente al sale (NaCl) con cui le pelli sono state conservate, e per riportare la pelle all'originale grado di umidità e rigonfiamento. L'operazione consiste nel lavare le pelli con molta acqua a 25°C in bottale o in aspo, cambiando il bagno a intervalli regolari per eliminare i microrganismi ed il sale che la pelle rilascia. Di solito si aggiungono sostanze agevolanti che facilitano la penetrazione dell'acqua nella pelle (elettroliti, tensioattivi, enzimi proteolitici) e sostanze antibatteriche, per limitare l'insorgere di fenomeni putrefattivi sulle pelli.
- Calcinazione/Depilazione: è la fase in cui si ha la distruzione chimica dell'epidermide e dello strato adiposo sottocutaneo e in cui inizia l'idrolisi regolata del derma. Si ottiene la depilazione, l'apertura delle fibre di collagene e la parziale saponificazione dei grassi. Si compie in bottale o in aspo, impiegando il 300-400% in acqua rispetto al peso delle pelli e addizionando  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  e  $\text{Na}_2\text{S}$  o  $\text{NaSH}$ , a 28°C. Occorre fare attenzione a non fare scendere il pH sotto 10, per evitare che si liberi  $\text{H}_2\text{S}$  già in questa fase.
- Scarnatura: consiste nell'asportazione dello strato sottocutaneo del derma, mediante una apposita macchina, detta "scarnatrice". Il derma costituisce la parte della pelle che poi verrà trasformata in prodotto finito (pelli finite o cuoio da suola).
- Rifilatura e spaccatura: con queste operazioni meccaniche si rifila il bordo della pelle, tagliando le parti superflue (operazione eseguita manualmente o con macchine rifilatrici), e poi si seziona lo spessore in

due parti, da una parte il fiore (la parte più pregiata) e dall'altra la crosta, non sempre utilizzabile. La spaccatura viene operata con la "spaccatrice". Le pelli giunte a questa fase della lavorazione sono chiamate "pelli in trippa".

- Decalcinazione/Macerazione: si elimina il depilante alcalino utilizzato nel bagno di calcinaio, si riduce il gonfiamento, si aumenta il rilassamento del collagene e si completa la pulizia della pelle dai resti di epidermide, peli e grassi che non siano stati ancora eliminati. A tal fine, si riduce l'alcalinità fino a pH=8, mediante acidi deboli. In seguito, si aggiungono enzimi pancreatici in miscela con sali di ammonio e un supporto inerte, con lo scopo di macerare le sostanze organiche che si sono riversate nel bagno. Decalcinazione e macerazione vengono eseguite nello stesso bagno, costituito da acqua a 30-37°C. In questa fase è importante eliminare totalmente i solfuri e i solfidrati usati come depilanti nel calcinaio e che si trovano assorbiti sulle pelli trattate: l'idrogeno solforato ( $H_2S$ ) che si libera viene captato mediante cappe di aspirazione poste sopra i bottali. Se la decalcinazione non è eseguita al meglio, si rischia di avere un eccessivo sviluppo di  $H_2S$  nelle fasi successive.
- Sgrassaggio: è un'operazione facoltativa, eseguita solo su pelli molto grasse (quali le pelli suine) allo scopo di eliminare le sostanze grasse naturali dagli strati superficiali. Si riesce a sgrassare le pelli mediante l'aggiunta di emulsionanti in fase acquosa (spesso abbinati ad un solvente organico) o l'utilizzo di solventi organici clorurati.
- Piclaggio: è la fase preliminare per la concia e consiste nell'acidificazione fino a pH=2,5-3 in soluzione salina, in modo da eliminare gli ultimi residui di calce e favorire la successiva penetrazione nel derma dell'agente conciante. Di solito, il pickel si effettua con soluzioni di NaCl e  $H_2SO_4$ . In questa fase si libera  $H_2S$  proveniente dal  $Na_2S$  ancora presente sulla pelle. A questo punto la pelle è pronta a ricevere il conciante.

<b>Riviera</b>	calcinazione
	depilazione
	lavaggio
	scarnitura
	spaccatura
	decalcinazione
	sgrassaggio"
	pickel
	depickel

Figura 4.26: Processi fase di Riviera

- **Macro-fase di concia**

È un insieme di operazioni chimiche e meccaniche che servono per rendere la pelle imputrescibile e resistente all'attacco di svariate sostanze chimiche. Esistono due differenti tipologie di concia: la concia al cromo, per ottenere pelli finite di varia utilità; e la concia al vegetale, meno utilizzata, per il cuoio da suola.

- **Concia al cromo:** la concia vera e propria consiste nella impregnazione della pelle con sostanze chimiche che si fissano irreversibilmente alle fibre di collagene e ne impediscono la putrefazione, senza alterarne la morbidezza, la flessibilità e la struttura fibrosa originaria. Nella concia al cromo si utilizza come agente conciante il solfato basico di Cromo: la reticolazione del collagene del derma avviene grazie al Cromo III, che lega a sé i gruppi carbossilici di diverse catene peptidiche con legami coordinativi di grande stabilità. Infine si scarica il bagno e le pelli vengono stese su cavalletti per 2 giorni, in modo da far consolidare la reticolazione dei sali di cromo.
- **Concia al vegetale:** l'agente conciante in questo caso è costituito da tannini, naturali o sintetici (si tratta di composti di tipo fenolico ad alto peso molecolare). La concia si effettua spostando le pelli in vasche preparate con estratti tannici a concentrazione crescente: in totale, è necessario circa il 35% di tannino puro sul peso delle pelli in trippa. A seconda della miscela di tannini che viene scelta, si possono ottenere cuoi

di diverse caratteristiche. Più spesso i tannini vegetali sono usati solamente nei processi di riconcia, con funzione riempitiva.

<b>Concia</b>	concia al cromo
	concia allo zirconio
	concia all'alluminio
	concia al titanio
	concia ai sali di ferro
	concia alla formaldeide
	concia vegetale
	concia attraverso altri aldeidi
	concia attraverso altri minerali
	concia attraverso tannini sintetici

Figura 4.27: Processi fase di Concia

- **Macro-fase di rifinitone**

Lo scopo di questa fase è quello di migliorare l'aspetto del pellame, conferendogli le caratteristiche desiderate. Le operazioni di rifinitura sono ora illustrate.

- Pressatura e rasatura: con la pressa rotativa a feltri si sprema l'eccesso di acqua e si uniforma lo spessore della pelle. Se le pelli non sono ancora state .spaccate., si effettua anche la spaccatura in conciato.
- Smerigliatura: si rende uniforme la superficie del cuoio, facendo passare la pelle su due cilindri di cui uno presenta una superficie abrasiva. Deve seguire necessariamente una fase di spolveratura, per rimuovere le polveri generate dalle smerigliatura. Questa operazione, che consiste nel sollevare la polvere mediante una lama di aria generata da una testa di spazzolatura e nel captarla successivamente con un sistema di aspirazione, si può effettuare in vari momenti del ciclo di concia.
- Neutralizzazione: occorre innalzare il pH a 5,5-6,5, per permettere la successiva tintura. Si usa generalmente una soluzione di  $\text{NaHCO}_3$  (0,7-

---

2%) a 20-30°C, ma sono adatti anche  $\text{NH}_4(\text{HCO}_3)$  e  $\text{NaHSO}_3$ , formiato di calcio, acetato di sodio.

- Riconcia: è un ulteriore trattamento con concianti, per dare pienezza ai cuoi e migliorare la qualità del prodotto finale. Non è necessaria, ma solitamente si effettua per ottenere cuoi speciali. Come riconcianti, vanno bene sali di Cr, tannini, sali di Al, resine ureiche, glutaraldeide.
- Tintura: è il processo di applicazione delle sostanze coloranti sulla pelle, allo scopo di migliorarne l'aspetto e aumentarne il pregio. A seconda della modalità di esecuzione si possono avere tinture superficiali o tinture in sezione. La gamma dei coloranti disponibili è molto vasta e comprende le composizioni chimiche più diverse: i più usati sono i coloranti azoici e i derivati dell'anilina. Il colorante viene pesato e sciolto in acqua calda (60-70°C), e quindi addizionato al bagno. Esistono macchine automatiche che lavorano a ciclo chiuso, riducendo così al minimo il contatto degli addetti con le sostanze coloranti e le relative perdite.
- Ingrassio: ha lo scopo di impartire ai cuoi svariate caratteristiche, tra cui la morbidezza, lubrificando le fibre e impedendo che esse si saldino insieme. Si impiegano oli e grassi di origine animale, vegetale o sintetica, in emulsione acquosa con l'ausilio di tensioattivi. È una fase essenziale qualora si vogliano ottenere pelli impermeabili.
- Asciugatura: per asciugare le pelli dall'eccesso di acqua esistono varie tecniche. Tra queste, vi è l'essiccamento per sospensione o appenditura, che consiste nello spremere le pelli con apposite macchine e appenderle poi in essiccatoi ad aria calda. Un'altra tecnica è quella del pasting: si incollano le pelli su delle lastre di materiale vario e si fanno asciugare in essiccatoi continui a galleria. L'essiccamento può anche essere condotto mediante riscaldamento di piastre di acciaio su cui le pelli sono state preventivamente incollate (essiccamento alla termoplacca o secoterm). All'azione del calore generato dalle lastre riscaldate si può aggiungere quella di una depressione più o meno elevata, prodotta da una pompa a vuoto (essiccamento sotto vuoto).

- 
- Palissonatura e folonaggio: servono per rendere la pelle morbida e soffice in tutti i suoi punti. Le pelli vengono sottoposte ad una serie di stiramenti e sollecitazioni piuttosto violente, affinché le fibre indurite si ridistendano e conferiscano alla pelle un tatto morbido. Per la palissonatura si adopera un'apposita macchina, che produce molto rumore e notevoli vibrazioni; nel folonaggio, le pelli vengono fatte ruotare in bottale con o senza acqua oppure segatura.
  - Rifinitura: consiste nella applicazione sulla superficie delle pelli di sostanze chimiche di varia natura, che, dopo essiccamento, formano un film dalle caratteristiche desiderate di solidità, elasticità, trasparenza. La rifinitura (detta comunemente anche .verniciatura.) è costituita da 3 strati: il fondo, la copertura, il lucido. Nelle sostanze applicate, dette .paste pigmento, si trovano pigmenti di tipo organico o inorganico (coloranti di anilina, ossidi di Ti, di Fe, di Zn.), leganti di varia natura che tengono il pigmento in sospensione (caseina, nitrocellulosa, resine sintetiche), e sostanze ausiliari (lucidi, plastificanti, coloranti di avvivaggio, addensanti, reticolanti, solventi e diluenti). In particolare, la rifinitura alla nitrocellulosa richiede la presenza nelle miscele coprenti di plastificanti (ftalato di butile e olio di ricino), di vernici a base di poliuretani e di solventi e diluenti, tra cui acetati, glicoleteri, alcoli, chetoni. I 3 strati coprenti vengono poi fissati con una soluzione di formaldeide al 10-15%. Le tecniche adottate per l'applicazione delle miscele coprenti sono la rifinitura a spruzzo, a tampone e a velo. La rifinitura a spruzzo è la più diffusa e si avvale di un sistema automatico di pistole ad aria compressa (pistole pneumatiche) che "sparano" la vernice sulle pelli disposte su nastri trasportatori all'interno di apposite cabine di spruzzatura. Negli ultimi anni si stanno diffondendo sempre più pistole air-less, che utilizzano un getto ad alta pressione, e pistole volumetriche HVLP (high volume - low pressure), che in parte risolvono il problema dell'overspray e delle perdite di prodotto tipico delle pistole tradizionali. La tecnica a tampone è manuale e consiste nello sfregare la pelle con un tampone imbevuto di miscela coprente. La rifinitura a velo, infine, prevede la

stesura della soluzione di finissaggio su tutta la superficie del cuoi sotto forma di un velo di liquido. Negli ultimi anni, in ogni modo, si tende a preferire l'applicazione a rullo, mediante macchine rotative che consentono un risparmio del 30-40% di prodotto rispetto alla rifinitone a spruzzo. E' una fase che determina un grosso inquinamento nei locali in cui è effettuata e nell'ambiente esterno, essendo la causa principale della emissione di solventi in atmosfera. La verniciatura è seguita poi dall'asciugatura in un tunnel di essiccamento e dalla pressatura a caldo (70-90°C), che permette al film steso di ancorarsi alla pelle.

<b>Rifinitone</b>	pressatura
	spaccatura
	rasatura
	riconcia
	neutralizzazione
	tintura
	ingrasso
	pressatura
	asciugatura
	"spogliatura"
	"imbiancaggio"
	palissonatura
	folonaggio
	smerigliatura
	rifinitone

Figura 4.28: Processi fase di Rifinitone

- **Macro-fase di taglio**

Obiettivo di questa fase è, attraverso il taglio, ottenere le sagome dei semi-componenti in pelle. Il taglio può essere effettuato essenzialmente in tre differenti modalità: taglio a mano, tramite fustella con trancia o tramite macchina automatizzata (generalmente taglio lama). I consumi sono essenzialmente di tipo energetico.

<b>Taglio</b>	taglio lama
	taglio fustella
	taglio a mano

Figura 4.29: Processi fase di Taglio

- **Macro-fase di assemblaggio**

All'interno della macro-fase di assemblaggio rientrano tutte le lavorazioni realizzate sui semilavorati. Questa comprende quindi le operazioni di preparazione (ovvero di asporto della pelle, ad esempio tramite la riduzione dello spessore), di soppanatura (accoppiamento con rinforzi di natura tessile, plastica, cartacea, etc), le operazioni relative all'inserimento di accessori, ed in fine le operazioni di assemblaggio vero e proprio tra semilavorati. (incollaggio, cucitura, etc)

<b>Assemblaggio 1 (processo)</b>	spaccatura
	scarnitura
	coloritura
	incollaggio
	cucitura
	timbratura
	assemblaggio manuale
	processo automatizzato
<b>Assemblaggio 2 (altri materiali)</b>	inserimento rinforzo in pelle
	inserimento rinforzi in carta
	inserimento rinforzi in plastica
	inserimento accessori in pelle
	inserimento accessori in metallo

Figura 4.30: Processi fase di Assemblaggio

- **Atre macrofasi**

Le altre macro fasi che lo strumento è in grado di mappare sono quelle relative al packaging (plastica, carta, flanella, tessuto, etc), al trasporto (ruota, rotaia, nave, aereo, etc), ai trattamenti pre-lavorazione (triturazione, macinazione, essiccamento), e post utilizzo (discarica, inceneritore, riciclo, etc) .



## 4.7 Leather Eco-tool: il funzionamento

Il *tool* è stato costruito, come detto, in ambiente *MS Excel* ed è composto da diversi fogli di lavoro opportunamente collegati tra di loro tramite varie funzioni. Nel primo foglio di lavoro “overview” viene mostrata una panoramica dell’intero ciclo di vita del prodotto in esame. È possibile inserire tramite una semplice cella di testo il nome da assegnare al prodotto/processo in analisi (Figura 4.31) e scendendo lungo il foglio è possibile trovare una panoramica completa di tutte le fasi della *supply chain* considerata. Naturalmente al primo accesso questi campi relativi ai processi saranno vuoti (N/A).

Overview of materials and processes

Type your product's name / identifier:

New product / Reset product

Figura 4.31: Schermata di overview – Nome prodotto

Una volta inserito il nome del prodotto/processo è possibile cominciare a delineare il relativo ciclo di vita a partire dalla riga relativa ai “materials”. E quindi possibile scegliere attraverso il relativo menù a tendina la tipologia di pelle di partenza con il relativo peso in kg (Figura 4.32).

Overview of materials and processes

Type your product's name / identifier:

New product / Reset product

1) Enter the fibre materials of which the textile product is composed:

	Material 1	Material 2	Material 3	Material 4	Material 5	Material 6	Material 7	Material 8
Select materials	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Specify mass per material (kg)	N/A Cowhides Calf leather Ovocaprino leather Crocodile leather Faux leather Other material	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg
	material (kg)	<input type="text" value="0"/>						

Materials

Figura 4.32: Schermata di overview – Materiali

Naturalmente l’utente può indicare più di una tipologia di materiale nel caso in cui il prodotto o il processo considerato siano costituiti o lavorino più di una differente tipologia di pelle.

Spostandosi in verticale, dall’alto verso il basso, sulla tabella all’interno del foglio “chain overview” ed utilizzando gli appositi menù a tendina (esattamente come fatto per l’individuazione delle materie prime) è possibile ripercorrere e ricostruire preventivamente le macrofasi appartenenti all’intera catena manifatturiera, mentre spostandosi in orizzontale (da sinistra a destra) è invece possibile popolare ciascuna macro fase con le relative lavorazioni descrittive della stessa. All’interno di questa schermata è inoltre necessario indicare la percentuale di materiale (rispetto al totale) processata da ciascuna delle lavorazioni inserite. È opportuno precisare come all’interno della scheda “chain overview” siano indicati solamente i nomi della materiale/processo con il relativo peso o percentuale processata, per andare a visualizzare gli input necessari al materiale/processo è necessario cliccare sui pulsanti grigi presenti a destra di ogni riga della tabella (Figura 4.33) che collegano direttamente al relativo foglio di lavoro.

2) Enter the manufacturing chain:

Manufacturing chain ↓	Processes within chain steps →								
	Process 1	Process 2	Process 3	Process 4	Process 5	Process 6	Process 7	Process 8	
1. Preparatory stage	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Preparatory stage
part of mass for sub process: mass for process (kg)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
2. Tanning	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Tanning
part of mass for sub process: mass for process (kg)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
3. Crusting	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Crusting
part of mass for sub process: mass for process (kg)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
4. Cutting	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Cutting
part of mass for sub process: mass for process (kg)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
5a. Product assembly I - preparatory stage	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Product assembly I
part of mass for sub process: mass for process (kg)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Figura 4.33: Schermata di overview – Costruzione del ciclo

Comunque, per semplicità, è possibile passare da un foglio di lavoro, descrittivo di ciascuna macrofase, all'altro attraverso i pulsanti in alto a destra "previous" e "next" presenti in ogni foglio. Avanzando in questo modo il *tool* permette di passare da tutte le schede in ordine sequenziale e cronologico seguendo l'intero ciclo di vita del prodotto/processo analizzato, fino ad arrivare, in ultima istanza, alla scheda "score card" che mostra in modo sintetico i valori di impatto ambientale relativi al ciclo di vita del prodotto/processo preso in esame.

#### 4.7.1 I fogli di lavoro

Per ognuno dei nove fogli di lavoro (corrispondenti alle nove macro fasi individuate) che costituiscono i blocchi immutabili in cui è suddivisa la *supply chain*, lo strumento considera i medesimi input/output (Figura 4.34).

	N/A
Electricity (kWh)	0,0
Steam (MJ)	0,0
Compressed air (m3)	0,0
Gas (m3)	0,0
Diesel (liter)	0,0
Water (liter)	0
Land (m2a)	0,0
Chemicals, chrome (kg)	0,00
Chemicals, clorides (kg)	0,00
Chemicals, alkaline (kg)	0,00
Chemicals, sulphates (kg)	0,00
Chemicals, aldehydes (kg)	0,00
Chemicals, carboxylic (kg)	0,00
Chemicals, organic and vegetable tannins (kg)	0,00
Chemicals, inorganic (kg)	0,00
Chemicals, coating (kg)	0,00
Chemicals, tensides (kg)	0,00
Total energy content (CED), fossil	0
Total energy content (CED), non-fossil	0,0
Process emissions GHG (kg CO2-equivalent)	0,0
Percentage of product mass increase (0,00)	0,00
Percentage of product loss (0,00)	0,00
<b>mass of fibre material (kg)</b>	<b>0,0</b>

Figura 4.34: Tabella degli input, fase di inventario

Per ciascuno di questi input/output, vengono forniti di default, laddove presenti, i consumi relativi a ciascuno essi. La scelta di queste venti voci di input è avvenuta a seguito di un'analisi dei rapporti ambientali (Deliverable del Distretto conciario toscano; EPD Distretto conciario dell'ovest Vicentino; Bilanci Ambientali) e della letteratura, oltre a delle visite sul campo delle aziende operanti all'interno della *supply chain* considerata. Questi venti voci risultano quindi essere le più utilizzate e descrittive degli input/output caratterizzanti i prodotti ed i processi tipici della filiera della pelletteria.

In figura sono riportati i valori di input relativi alla fase di inventario. Tali input di default riassumono i principali composti e le principali risorse utilizzate lungo l'intera filiera, i relativi valori di default associati a ciascun materiale o lavorazione compaiono in automatico nelle celle input ogni qual volta se ne scelga uno differente attraverso l'apposito menù a tendina.

Tutti e nove i fogli di lavoro, ognuno associato ad una macro fase del ciclo di vita, sono collegati ad altrettanti corrispondenti fogli di lavoro che contengono esclusivamente i dati dei consumi per ciascuna voce di input associati alle varie lavorazioni. Ricapitolando all'interno dello strumento *Excel* sono presenti nove fogli di lavoro che chiameremo fogli operativi (*materials, preparatory stage, tanning, crusting, cutting, ecc*) e altrettanti fogli di lavoro che chiameremo fogli dati (*material data, preparatory data, tanning data, ecc*) ognuno dei quali collegato al suo corrispondente tramite le funzioni presenti nelle celle *Excel*. I fogli operativi contengono celle con funzioni mentre i fogli dati contengono solamente matrici dati con valori, provenienti essenzialmente dal database Ecoinvent o da osservazioni dirette, che servono allo strumento da base dati per effettuare i calcoli.

#### 4.7.2 Le tipologie di tabelle

Nello strumento, all'interno dei nove fogli operativi (ovvero quelli destinati all'inserimento dati e alla parte computazionale) esistono due tipi di schede, quelle dove i valori di input non sono modificabili dall'utente (Tipo1) e quelle invece dove tali valori sono modificabili (Tipo2). Vi sono due schede di Tipo1 ovvero quelle

relative a “materials” e “packaging”: queste sono fogli di lavoro in cui, una volta selezionata la materiale/lavorazione dal menù a tendina, non è possibile andare a modificare i valori degli input ma vanno necessariamente utilizzati quelli forniti dallo strumento. Le altre sette schede sono di Tipo2: in queste è invece presente a metà foglio l’opzione “adjust data” (Figura 4.35)

	Liming
Electricity (kWh)	0,0
Steam (MJ)	0
Compressed air (m3)	0
Gas (m3)	0
Diesel (liter)	0
Water (liter)	0
Land (m2a)	0
Chemicals, chrome (kg)	0
Chemicals, clorides (kg)	0,00
Chemicals, alkaline (kg)	0
Chemicals, sulphates (kg)	0
Chemicals, aldehydes (kg)	0,00
Chemicals, carboxytic (kg)	0
Chemicals, organic and vegetable tannins (kg)	0
Chemicals, inorganic (kg)	0
Chemicals, coating (kg)	0
Chemicals, tensides (kg)	0
Total energy content (CED), fossil	0
Total energy content (CED), non-fossil	0,0
Process emissions GHG (kg CO2-equivalent)	0,0
Percentage of product mass increase (0,00)	0,00
Percentage of product loss (0,00)	0,00
	<input type="radio"/> Use data <input checked="" type="radio"/> Adjust data
	N/A
Electricity (kWh)	15,000
Steam (MJ)	10,000
Compressed air (m3)	0,000
Gas (m3)	0,000
Diesel (liter)	0,000
Water (liter)	20,000

Figura 4.35: schede di Tipo2, possibilità di “aggiustare” i dati

Tale opzione permette all’utente di andare ad inserire i valori relativi alle quantità degli input a proprio piacimento qualora lo strumento non dovesse fornirli

di default o l'utente stesso notasse che i dati forniti come valori medi si discostassero in maniera significativa da quelli del proprio processo di lavorazione. Seguendo la stessa logica lo strumento offre la possibilità di inserire e mappare lavorazioni non presenti di default all'interno del menù a tendina semplicemente cliccando sulla voce "Own process" e selezionando "adjust data" per l'inserimento manuale dei dati relativi alle quantità in input per il proprio processo.

### 4.7.3 Massa e bilancio di massa

Tutte le quantità relative agli input/output visualizzate all'interno delle tabelle di ciascun foglio dati sono relative ad una unità di peso (1 kg). Risulta quindi necessario, una volta scelto il materiali/i di partenza, andare ad inserirne anche il peso. Sarà poi il *tool*, attraverso una semplice moltiplicazione, a calcolare il totale degli input richiesti per la massa totale di materiali inserita dall'utente.

Per inserire il peso, come detto in precedenza, basterà selezionare la riga gialla alla fine della tabella degli input e digitare il peso che si desidera. Questa operazione va naturalmente effettuata per ogni materiale selezionato (Figura 4.36). Il peso inserito viene poi copiato in modo automatico dallo strumento nella riga blu sottostante, relativa al bilancio di massa, che restituirà il peso totale delle fibre selezionate nell'ultima colonna della riga blu sotto la voce "total". Questa riga è presente in ogni foglio operativo ed è l'unica che viene trasferita da una scheda a quella successiva seguendo cronologicamente il ciclo di vita del prodotto in esame. Nelle schede successive relative alle lavorazioni basterà infatti indicare la percentuale di massa del prodotto che subirà quella determinata lavorazione.

Percentage of product mass increase (0,00)	0,100	0,000	-	-	-	-	-	-
Percentage of product loss (0,00)	0,000	0,050	-	-	-	-	-	-
mass (kg)	2,0	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Part of mass for this process	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 4.36: Bilancio di massa

In ogni scheda, la prima colonna della riga blu (bilancio di massa) viene ripresa dall'ultima colonna della medesima riga della scheda precedente. Infatti, ad esempio, è possibile notare che nel foglio relativo alla macro fase "preparatory stage" il valore della prima colonna della riga blu è semplicemente copiato dalla ultima colonna "total" del foglio di lavoro relativo alla macro fase "materials". Per i fogli successivi la fase di calcolo è differente poiché durante un processo/lavorazione è possibile che una parte di massa venga persa oppure incrementata (basti pensare alle operazioni di taglio della pelle). Per tenere conto di questo sono state inserite nella tabella degli input, due righe aggiuntive che sono "percentage of product mass increase" e "percentage of product loss". Gli eventuali valori presenti all'interno di queste due righe servono a modificare, tramite una semplice moltiplicazione, il bilancio di massa qualora durante una lavorazione la quantità del prodotto subisca una perdita o un incremento.

#### 4.7.4 La sezione *General Issue*

All'interno del relativo foglio (vedi Figura 4.37) operativo la sezione *general issue* permette essenzialmente di:

- tenere traccia di ulteriori consumi esterni ai processi considerati, in termini di elettricità, vapore, aria compressa, gas, diesel o acqua;
- individuare per ciascuna macro area la differente tipologia di energia elettrica utilizzata, ovvero se: *wind* (proveniente dall'eolico), *green* (proveniente dal fotovoltaico), oppure *grey* (quindi proveniente da combustibili di origine fossile);
- Individuare la durata della vita attesa del prodotto considerato.

Questa serie di informazioni avranno ovviamente un peso e contribuiranno alla valutazione degli impatti finali all'interno della *scorecard*.

general issues			
	Other Electricity (kWh)	N/A	N/A
Electricity (kWh)	1	0	0
Steam (MJ)	0	0	0
Compressed air (m3)	0	0	0
Gas (m3)	0	0	0
Diesel (liter)	0	0	0
Water (liter)	0	0	0
Land (m2a)	0	0	0
Chemicals, chrome (kg)	0	0	0
Chemicals, chlorides (kg)	0	0	0
Chemicals, alkaline (kg)	0	0	0
Chemicals, sulphates (kg)	0	0	0
Chemicals, aldehydes (kg)	0	0	0
Chemicals, carboxylic (kg)	0	0	0
Chemicals, organic and vegetable tannins (kg)	0	0	0
Chemicals, inorganic (kg)	0	0	0
Chemicals, coating (kg)	0	0	0
Chemicals, tensides (kg)	0	0	0
Total energy content (CED), fossil	0	0	0
Total energy content (CED), non-fossil	0	0	0
Process emissions GHG (kg CO2-equivalent)	0	0	0
Percentage of product mass increase (0,00)	0,00	0,00	0,00
Percentage of product loss (0,00)	0,00	0,00	0,00
Amount used	10	0	0
	type of electricity		
Materials	grey E		
Preparatory stage	grey E		
Tanning	grey E		
Crusting	grey E		
Cutting	grey E		
Assembling	grey E		
Packaging	grey E		
Pre treatment	grey E		
Post user treatment	grey E		
Transport	grey E		
General issues	green E		

Figura 4.37: General issue

### 4.8 La metodologia di valutazione degli impatti

Per quel che riguarda la metodologia di valutazione degli impatti utilizzata dal *tool*, occorre riprendere ciò che è stato precedentemente illustrato e detto nella prima parte del capitolo, ovvero che la fase di un LCA relativa alle valutazioni degli impatti di carattere ambientale (LCIA) non è, ad oggi, ancora standardizzata in tutti i suoi *step* descrittivi a causa di divergenze a livello metodologico, dovuto essenzialmente alle differenti necessità degli utilizzatori di rappresentare scenari differenti, in base ad esempio alle caratteristiche dell'ambiente e del territorio (indicatori sviluppati per descrivere le caratteristiche di una determinata popolazione o territorio piuttosto che altri), alla tipologia di contesto che si vuole



descrivere, allo scopo per il quale l'analisi di tipo ambientale è stata condotta (valutare l'impatto sull'uomo, sulla flora, sulla fauna, il consumo di risorse, etc), o al tipo di impatto che si vuole andare maggiormente a valutare (locale, regionale, nazionale, mondiale). La combinazione tra questa moltitudine di variabili fa sì che non sia possibile avere uno standard di indicatori di sintesi condiviso e valido per ogni differente casistica, motivo per il quale è la normativa stessa che introduce un fattore di arbitrarietà a discrezione dell'utente nella scelta degli indicatori e della metodologia di sintesi.

Nello sviluppare il *Leather-Ecotool* si è quindi cercato di utilizzare indicatori di sintesi che avessero, come supportato dai rapporti ambientali, dalla letteratura in materia e da indagini presso le aziende del settore, una stretta correlazione con l'industria della pelletteria considerando inoltre aspetti prettamente pratici. Ad esempio molte aziende nel settore della pelle appartenenti al distretto di Scandicci e di Santa Croce sull'Arno possiedono dati relativi al consumo di acqua, energia e agenti chimici utilizzati. Sin dall'inizio essendo uno degli obiettivi principali dello strumento quello di fornire, in modo rapido e affidabile, una visuale completa del ciclo di vita di un *leather good* relazionandolo ai relativi impatti ambientali specifici di ogni fase è apparso subito chiaro come i dati relativi a tali consumi dovessero essere presi in considerazione in modo esplicito all'interno del *tool*. Tuttavia in generale occorre dire che nelle analisi LCIA possono essere utilizzati numerosi indici di sintesi differenti e quindi sarebbe stato possibile introdurli tutti nello strumento, ma la questione è, quanti di questi KPI sono davvero rilevanti per l'industria della pelle? e per quanti di essi è possibile reperire in modo agevole dei dati affidabili? Per fare un esempio basti pensare alla tossicità: essa sarebbe un parametro alquanto rilevante per il settore della pelle vista la mole di sostanza tossiche utilizzate lungo l'intera *supply chain* ma purtroppo è molto difficile trovare dei dati affidabili sulla tossicità dei prodotti chimici utilizzati, per la maggior parte di essi infatti la composizione non è rivelata.

E' stato quindi deciso di inserire i precedenti 5 KPI di sintesi per valutare l'impatto ambientale perché sono risultati quelli più "idonei". Questa "idoneità" è stata calcolata considerando da un lato l'effettiva correlazione del KPI con il settore

---

della pelletteria, dall'altro la robustezza che con la quale la letteratura supportava quel KPI e infine la reperibilità e la fruibilità dello stesso e delle informazioni necessarie a calcolarlo da parte degli utilizzatori.

I cinque indicatori che sono stati inseriti nello strumento per calcolare gli impatti ambientali, e che verranno descritti nei paragrafi seguenti, sono:

- Impatto sul clima – *Carboon footprint* (Kg di CO<sub>2</sub> equivalente)
- Consumo di acqua (Litri) – *Water footprint*
- Energia consumata (MJ)
- Consumo di componenti chimici (Kg)
- Sfruttamento del territorio (m<sup>2</sup>)

#### 4.8.1 *Carbon footprint*

L'impronta di carbonio non è altro che l' emissione totale di gas a effetto serra lungo tutta la *supply chain* del prodotto/processo. Tali emissioni sono generalmente suddivise in:

- Emissioni connesse al consumo energetico
- Emissioni di processo (ad esempio derivanti da reazioni chimiche)

Risulta quindi necessario, da questo punto di vista e per ogni lavorazione, non solo andare ad identificare l'energia (quanta e in quale forma) utilizzata, ma anche i materiali usati, i quali infatti interagendo tra di loro potrebbero provocare reazioni chimiche aventi come prodotto CO<sub>2</sub>.

L'inserimento del parametro del *carbon footprint* è di prassi in qualsiasi analisi LCIA essendo il problema del rilascio di CO<sub>2</sub> in atmosfera il più attuale e consistente tra i problemi di sostenibilità ambientale. Come già accennato precedentemente, sono state introdotti diversi orientamenti da seguire per determinare l'impronta di carbonio di un prodotto, ne sono un esempio la PAS2050, la ISO 14067 che è ancora in fase di sviluppo, o come nel caso della metodologia utilizzata dallo strumento, il GWP100 IPCC 2007. Il *global warming*

*potential* (GWP) esprime il contributo all'effetto serra dato da una emissione gassosa in atmosfera rapportandola alla molecola di CO<sub>2</sub>, che funge di unità di riferimento il cui potenziale è di fatto fissato pari ad 1. Il singolo contributo molecolare, calcolato in relazione alla molecola di anidride carbonica, è dato dal "fattore di impatto" (in inglese, IF, *impact factor*). L'IF non è un dato di semplice comprensione e non è quasi mai il frutto di calcoli immediati ma, piuttosto, deriva da complessi quanto laboriosi passaggi matematici.

Per semplificare, ciascun gas sarà caratterizzato da un IF calcolato sulla base del potenziale effetto serra della CO<sub>2</sub> (che come detto avrà IF=1).

composto	GWP
CO <sub>2</sub>	1
R12	8500
R11	4000
R500	8500
R502	4300
R22	1700
R123	90
R134a	1300
R290	3
R407c	1610
R410a	1890
CH <sub>4</sub> (metano)	24

Figura 4.38 - esempi di valori GWP

Considerando il GWP100, il metano ha IF=24, ovvero una molecola di metano ha un potenziale effetto serra in atmosfera uguale a ventiquattro molecole di anidride carbonica. Moltiplicando la concentrazione di metano presente nell'emissione per 24, si otterrà il singolo contributo del metano all'effetto serra.

### 4.8.2 *Water footprint*

L'impronta idrica di un prodotto è definita come il volume totale di acqua dolce utilizzata durante le varie fasi del ciclo di vita del prodotto stesso. L'utilizzo dell'acqua è inventariato nel *tool* per quel che riguarda le materie prime (irrigazione dei campi e abbeveraggio degli animali), per i processi, le lavorazioni ed i trattamenti, mentre l'uso dell'acqua per la produzione di energia non è incluso.

Quando si parla di *water footprint* si fa di solito riferimento a tre diverse tipologie di acqua:

- *Acqua verde*, che altro non è che l'acqua piovana
- *Acqua blu*, che è l'acqua presente in superficie o sotterranea utilizzata per esempio per l'irrigazione o per i processi produttivi
- *Acqua grigia*: scarico di acqua inquinata, in cui la quantità di acqua grigia è la quantità di acqua che sarebbe necessaria per diluire l'inquinamento di sotto della concentrazione accettabile (stabilita per legge).

La tipologia di acqua considerata dallo strumento è solamente quella blu visto che la maggior parte dei dati presenti in letteratura, compresi quelli derivanti dal database Ecoinvent includono solamente questa tipologia di acqua. Per quel che riguarda le altre due tipologie, acqua verde e grigia, si hanno a disposizione dei dati per alcune colture, ma comunque essi sono veramente rari e il metodo di fissazione è ancora in fase di sviluppo (Chapagain e Orr, 2009). Inoltre bisogna precisare che per ottenere dati validi di acqua verde è necessario sapere con precisione dove le materie prime sono cresciute.

Il *water footprint* è un parametro presente nella quasi totalità dei metodi LCIA presenti in letteratura e citati nei paragrafi precedentemente ed è inserito nella metodologia di calcolo d'impatto del *tool* visti i consistenti consumi idrici all'interno della *supply chain* della pelle, in particolare nella fase della concia.

I problemi legati all'acqua sono spesso strettamente collegati alla struttura dell'economia globale. Molti paesi hanno esternalizzato in modo massiccio la loro

impronta idrica, importando da altri luoghi quei beni che richiedono una grande quantità d'acqua per essere prodotti. Questo mette sotto pressione le risorse idriche dei paesi esportatori dove troppo spesso scarseggiano meccanismi finalizzati ad una saggia gestione e conservazione delle risorse d'acqua. "Non solo i governi, ma anche consumatori, imprese ed ogni comunità civile può fare la differenza, affinché si possa raggiungere una migliore gestione delle risorse idriche" (Hoekstra, 2009).

### *4.8.3 Consumo energetico*

La misurazione del fabbisogno energetico lungo tutta la catena conciaria, effettuata nello strumento attraverso la metodologia della domanda di energia cumulativa CED, segue quasi perfettamente la misurazione delle emissioni di gas a effetto serra. Va appunto ricordato che tutte le fonti di gas a effetto serra sono anche le fonti di fabbisogno energetico. Solo le emissioni di processo di gas serra, di cui abbiamo già parlato, non entrano a far parte del settore dell'energia.

L'energia è, in generale, la capacità di compiere lavoro che un corpo o un sistema possiede in conseguenza del suo stato e che può cedere o acquistare al variare di questo. Si parla di energia primaria riferendosi alla disponibilità energetica offerta dalle fonti energetiche primarie quali il sole, il vento, le maree e i combustibili chimici. L'energia primaria non è immediatamente disponibile, ma deve essere trasformata prima di poter essere utilizzata. Ad esempio, il petrolio viene trasformato in benzina prima di essere utilizzato, oppure l'energia solare viene trasformata in energia elettrica dai pannelli fotovoltaici per essere successivamente utilizzata. Se la trasformazione è stata effettuata, si parla di energia secondaria. Se l'energia resa disponibile dalla fonte primaria, oltre che essere stata trasformata, è stata trasportata presso l'utenza finale, si parla di energia finale. Il processo di utilizzo dell'energia finale non essendo ideale, comporta delle perdite di energia, tali per cui l'energia utile resa disponibile al sistema di nostro interesse è inferiore di quella finale. Quest'ultima energia è chiamata energia utile.

Il fabbisogno energetico, come indicatore di risultato all'interno dello strumento considera la cosiddetta energia primaria. Questa è tutta l'energia che è stata necessaria per la produzione dell'energia finale che viene effettivamente resa disponibile all'utilizzatore. Usando 1 kWh di energia elettrica finale, equivalente a 3,6 MJ, il peso del fabbisogno energetico primario è di circa 10 MJ (Ecoinvent v3.0). L'efficienza degli impianti è infatti circa il 40% e vi è anche l'energia necessaria per la preparazione e il trasporto dei combustibili (gas, carbone, olio).

La metodologia CED è stata sviluppata nei primi anni settanta, dopo la crisi del prezzo del petrolio e i conseguenti problemi internazionali a livello energetico. Secondo le linee guida VDI (1997) "i dati sulla domanda di energia cumulativa formano una base importante allo scopo di evidenziare le priorità del potenziale di risparmio energetico nel loro complesso rapporto tra progettazione, produzione, utilizzo e smaltimento ". In Figura 4.39 è presente una tabella con alcuni fattori di impatto per CED presenti nel database Ecoinvent.

Name SubCategory	Category	SubCategory	Unit	cumulative energy demand fossil	cumulative energy demand nuclear	cumulative energy demand primary forest	cumulative energy demand biomass	cumulative energy demand wind	cumulative energy demand solar	cumulative energy demand geothermal	cumulative energy demand water
Name				non-renewable energy resources, fossil	non-renewable energy resources, nuclear	non-renewable energy resources, primary forest	renewable energy resources, biomass	renewable energy resources, kinetic (in wind), converted	renewable energy resources, solar, converted	renewable energy resources, geothermal, converted	renewable energy resources, potential (in barrage water), converted
Location Unit				GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq	GLO MJ-Eq
Coal, brown, in ground	resource	in ground	kg	9.90							
Coal, hard, unspecified, in ground	resource	in ground	kg	19.10							
Energy, gross calorific value, in biomass	resource	biotic	MJ				1.00				
Gas, mine, off-gas, process, coal mining	resource	in ground	Nm3	39.80							
Gas, natural, in ground	resource	in ground	Nm3	38.29							
Uranium, in ground	resource	in ground	kg		560'000						
Oil, crude, in ground	resource	in ground	kg	45.80							
Peat, in ground	resource	biotic	kg	9.90							
Energy, geothermal, converted	resource	in ground	MJ							1.00	
Energy, kinetic (in wind), converted	resource	in air	MJ					1.00			
Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	resource	in water	MJ								1.00
Energy, solar, converted	resource	in air	MJ						1.00		
Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	resource	biotic	MJ				1.00				

Figura 4.39 – fattori di impatto per la domanda di energia cumulativa CED (Ecoinvent 3.0)

#### 4.8.4 Chemical use

L'indicatore di risultato d'impatto ambientale per l'uso di sostanze chimiche, è stato inserito nello strumento a causa del consistente utilizzo di agenti chimici nel settore conciario e della pelle in genere. Basti pensare alla mole di sali, minerali, solventi o reagenti in genere utilizzati durante le fasi della concia o ai coloranti artificiali per la fase di tintura, e molti agenti chimici utilizzati nei vari processi

della *fashion supply chain*. Questo parametro di impatto è quantificato all'interno del *tool* in kg, idealmente si potrebbe anche implementare un indicatore concentrato sulla tossicità effettiva dei prodotti chimici utilizzati, ma ancora vi sono molteplici problemi, i principali riguardano la quantificazione della tossicità, sulla quale non vi è ancora un accordo o un standard unico e il fatto che i metodi ad oggi esistenti sono in grado di fornire i fattori di tossicità solo per un numero limitato di sostanze chimiche. In aggiunta a ciò, la reperibilità, il calcolo e la gestione dei dati relativi a tali fattori, anche laddove possibile, non è sicuramente delle più semplici ed immediate, soprattutto per utenti non esperti.

Tutti i prodotti chimici utilizzati nel generico ciclo di vita impattano ovviamente in misura differente sull'ambiente e di conseguenza sui cinque KPI scelti per la sintesi. Per la difficoltà che comporterebbe dividere e registrare singolarmente ogni sostanza chimica, nello strumento, l'ingresso di tali sostanze è diviso in un numero di categorie in cui si concentrano le sostanze con effetti simili sull'ambiente. Le categorie sono composte da uno o più singoli prodotti chimici che sono rappresentativi della categoria stessa. I dati relativi a queste sostanze chimiche sono stati estratti dal database Ecoinvent, grazie a ciò è stato possibile calcolare il relativo fabbisogno energetico e le emissioni di gas a effetto serra.

#### 4.8.5 Land use

In Europa, come nelle altre regioni industrializzate, gran parte del suolo è destinato alle industrie stesse, alle città, alle infrastrutture e all'agricoltura. Solo una piccola percentuale è occupata da ecosistemi naturali che tra l'altro generalmente non sono accessibili a chiunque. Conseguenze irreversibili di questo uso intensivo del suolo terrestre comprendono la degradazione ed erosione dello stesso e la perdita di biodiversità.

Per questo motivo, l'uso del suolo è preso in considerazione nelle analisi LCA, inserendosi tra i molti parametri di impatto ambientale esistenti in letteratura. In linea generale al fine di quantificare l'impatto relativo all'uso del suolo nel quadro di un'analisi LCIA, vengono considerate come attività di base:

---

l'occupazione del territorio e la trasformazione del territorio (Lindeijer 2000, Lindeijer 2000a). Nell'ottica di un'analisi LCIA al momento del calcolo dell'impatto ambientale derivante dall'uso del suolo si presentano due problemi metodologici:

- il calcolo del danno ambientale totale derivante da una serie complessa di attività di occupazione e trasformazione del suolo;
- la sostituibilità dello spazio e del tempo nella valutazione d'impatto dell'uso del suolo

La questione ancora aperta è come il danno ambientale dovrebbe dipendere da dimensioni e tempo di occupazione del suolo preso in esame nell'analisi LCIA. Lo sviluppo di metodologie standard per la valutazione dell'uso del suolo è stato negli ultimi anni oggetto di numerosi dibattiti. Tuttavia, ad oggi, la comunità scientifica non è ancora arrivata a convergenza su una metodologia di valutazione standard e per questo motivo l'uso del suolo è raramente incluso nelle analisi LCIA. Nello strumento, questo parametro è stato incluso perché è strettamente correlato con il settore della pelle., per quanto riguarda la parte di allevamento del bestiame. E' da sottolineare come l'allevamento (intensivo o meno che sia) di bestiame sarebbe comunque necessario per sostenere il settore alimentare, tuttavia studi a riguardo sostengono che la quota parte teorica di sfruttamento del territorio da imputare al solo ciclo della pelle sia quantificabile in circa il 14% (Kurian and Nithya, 2009). L'uso del suolo è inventariato nello strumento solo per quel che riguarda le materie prime di pelle ed i prodotti chimici. L' indicatore d'impatto viene quindi calcolato solamente per la fase di allevamento, se presente nella *supply chain*, considerata, e non per stabilimenti ed edifici che comunque fanno parte sì della catena di produzione dato che i relativi effetti possono essere considerati trascurabili. Il parametro è calcolato all'interno del *tool* in unità di "*surface meal time*". Attraverso il riciclaggio o il riuso della materie prime di pelle è possibile quindi eliminare o comunque limitare notevolmente l'uso del suolo.



### 4.8.6 La Scorecard

La funzione principale della *scorecard* all'interno del *tool* sviluppato consiste nel fornire in maniera sintetica ed intellegibile i risultati relativi agli impatti ambientali dell'intero prodotto/processo analizzato.

Per ciascuno dei cinque KPI di sintesi infatti viene fornito, all'interno di un apposita sezione dedicata, il totale dell'impatto del prodotto/processo sull'ambiente per il KPI considerato, oltre al parziale per ciascuna macro fase (materiali, riviera, concia, rifinizione, taglio, etc). Attraverso un apposito grafico è possibile inoltre capire come ciascuna macro fase impatta in percentuale sul totale.

La *scorecard* fornisce inoltre un resoconto sul bilancio di massa indicando la percentuale di materiale aggiunto o perso durante le lavorazioni ed i vari processi della *supply chain*.

Infine nell'ultima sezione è presente un'area di riepilogo in cui, per ciascuna macro fase, vengono evidenziate, all'interno di tutte quelle potenzialmente disponibili, le lavorazioni effettivamente completate nel processo considerato.

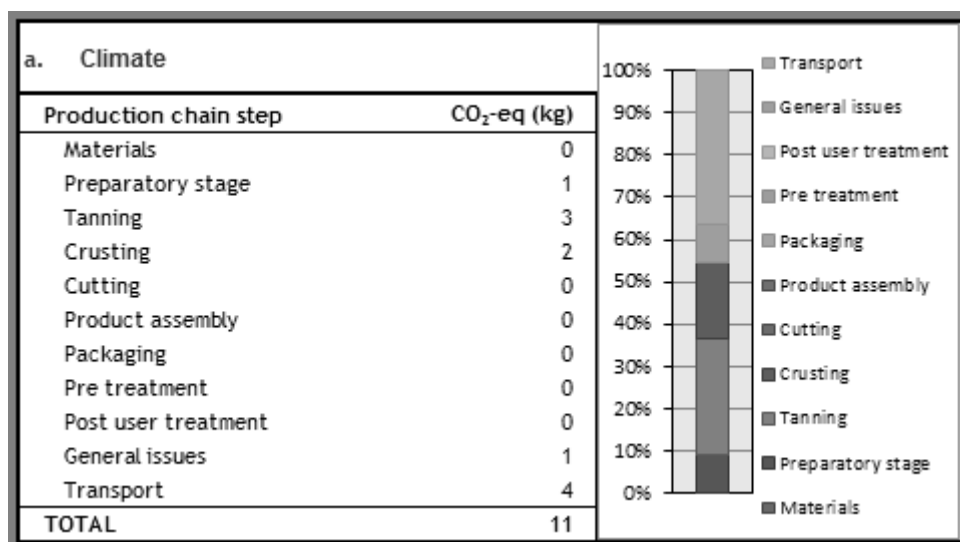


Figura 4.40: Scorecard, riepilogo impatto sul clima, esempio

## **4.9 Dati e database**

Al fine di popolare il *Leather Ecotool* nelle sue parti funzionali con numeri attendibili relativi ai consumi delle varie lavorazioni mappate (non sempre è stato possibile) o per reperire i fattori di conversione di ciascun input nei cinque KPI di impatto scelti, sono stati utilizzati in parte dati provenienti dal database on line Ecoinvent (secondary data), in altri casi i dati inseriti sono frutto di osservazioni sul campo effettuate presso aziende del settore (primary data), e nei casi rimanenti, a causa della mancanza di tempo per effettuare le opportune rilevazioni, i campi relativi alle lavorazioni in esame sono stati lasciati vuoti e l'inserimento dei relativi dati di consumo è stato rimandato alla cura degli utilizzatori dello strumento stesso (ad esempio prendendo le info dai dati di targa dei macchinari utilizzati).

La differenza tra primary data e secondary data verrà illustrata nei paragrafi seguenti.

### **4.9.1 Ecoinvent e altri database**

La validità di un'analisi LCA va di pari passo con la qualità dei dati utilizzati per implementarla. La costante crescita dell'attenzione mondiale riguardo le politiche energetico-sostenibili ha fatto sì che, negli ultimi anni, questo tipo di analisi sia diventata oggetto di forte interesse da parte dell'industria e delle autorità come strumento per fornire indicazioni volte al raggiungimento di uno sviluppo sostenibile. Parallelamente a questa tendenza, è aumentata di conseguenza anche la richiesta di dati trasparenti, sicuri e attendibili per effettuare le analisi. A partire dagli anni '90 sono nate molteplici società e istituzioni pubbliche incentrate sulla creazione e sviluppo di database utili per la causa.

Ecoinvent è un centro di competenza indipendente no-profit di cinque istituti di ricerca svizzeri nato nel 1997 e il database Ecoinvent, omonimo della società sviluppatrice, è un archivio di dati scientifici e industriali sul ciclo di vita dei prodotti. Esso contiene un inventario dettagliato di coefficienti di conversione relativi alla produzione e all'uso di energia, materiali (chimici, metallici, plastici), attività agricole, servizi di smaltimento e trasporti. Il database Ecoinvent è

considerato il più completo e affidabile database a livello energetico ed è infatti utilizzato da più di 1.500 realtà in 40 paesi diversi ed è incluso nei principali strumenti di calcolo dell'LCA. L'alta qualità dei dati di questo database è garantita dal fatto che essi sono sviluppati in collaborazione con i maggiori istituti energetici e consulenti LCA di fama internazionale. Chiunque può diventare un fornitore di dati seguendo le regole indicate dalla società. Di solito i fornitori di dati sono gli istituti di ricerca, associazioni di categoria e, a volte diverse società di consulenza che vengono pagate da aziende diverse per la fornitura di dati a Ecoinvent. Il continuo aggiornamento del database a cui come appena detto possono partecipare anche gli utilizzatori stessi, ha portato Ecoinvent ad un continuo miglioramento fino alla recente uscita della versione 3.0 che rispetto alla versione precedente ha aumentato in modo consistente i dati a disposizione degli utenti allargando le aree mondiali di interesse, Figura 4.41.

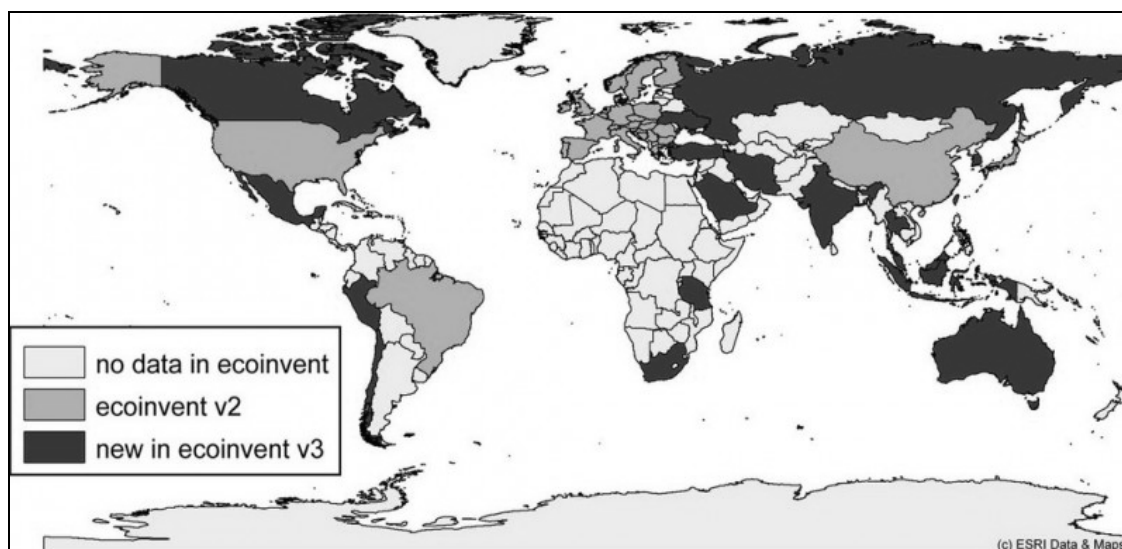


Figura 4.41 - aggiornamenti versione 3.0

I dati di Ecoinvent possono essere utilizzati in un'ampia gamma di strumenti software come *MS Excel* (con cui è stato sviluppato il *tool* oggetto di studio di questo capitolo), *SimaPro*, *GaBi*, *Quantis Suite*, *OpenLCA*. Per quel che riguarda la

tipologia di dati offerti dal database, Ecoinvent offre dati strutturati in modi diversi: UPR, LCI e LCIA.

Il processo di unità (UPR) è il più piccolo elemento considerato nell' LCIA (*Life cycle inventory analysis*) per il quale sono quantificati i dati di ingresso e di uscita (ISO 14040). Il database contiene dati a livello di unità di processo che sono, in generale, né verticalmente né orizzontalmente aggregati. Tuttavia, è evitata la separazione delle unità di processo quando queste non aggiungono alcuna informazione utile nel contesto LCA. Pertanto, all'interno del database gli insiemi di dati sono spesso offerti come media per una data regione, invece che come singoli set di dati per i singoli siti. I set di dati individuali sul livello di processo unitario sono collegati attraverso i set di dati di mercato che rappresentano il mix di consumo per un prodotto (M).

Occorre naturalmente sottolineare come esistano altri database simili, citiamo per esempio Gabi, US LCI, ELCD.

#### 4.9.2 *Primary and secondary data*

Nella maggior parte delle indagini, di qualunque tipo esse siano (scientifiche, sociali, statistiche ecc.), prima della fase quantitativa vera e propria (fase estensiva), si affrontano alcuni stadi preliminari. Il primo di questi step è solitamente costituito dalla la ricerca “a tavolino” (*desk research*, in contrapposizione alla *field research*, ossia ricerca sul campo). Tale ricerca ha come obiettivo il reperimento, la selezione, la valutazione e l'eventuale rielaborazione di dati già esistenti (*secondary data*), cioè di informazioni che sono già state raccolte da altri ricercatori e che sono disponibili a terzi. Possono essere dati riferiti in modo diretto al tema dell'indagine, ma possono anche essere informazioni diverse, su aree conoscitive collegate comunque in qualche modo alle problematiche in esame. Rientrano nei *secondary data* anche le informazioni interne all'azienda/struttura stessa che effettua l' indagine: per esempio, dati sui flussi di utenza o di vendita; distribuzioni nella giornata, nella settimana e nell'anno, andamento nel tempo, evoluzioni delle caratteristiche richieste, comportamento degli utilizzatori, eccetera.

La fase di ricerca sul campo è invece costituita dalla creazione di nuovi dati (*primary data*), ovvero di informazioni che non erano state raccolte da altri e devono effettivamente essere costruite. Prima di procedere alla costruzione dei dati con la ricerca sul campo, è opportuno rendersi conto dell'eventuale esistenza di informazioni già raccolte da altri, in quanto il costo per la costruzione di dati primari è in genere notevolmente superiore al costo di raccolta e di valutazione dei dati secondari. Soprattutto, nel caso in cui i dati fossero disponibili ma comunque chi svolge l'indagine decida di "costruirseli" da solo perchè ne ha l'esigenza, i *secondary data* possono comunque costituire un'utile base conoscitiva per impostare e svolgere con una certa sicurezza le diverse fasi di lavoro sul campo. Non sono frequenti i casi in cui si affronta solo la fase sul campo o solo quella a tavolino: solitamente, una ricerca comprende entrambe le tipologie di dati (*primary e secondary*). Prevalentemente, un'azienda decide di fermarsi alla sola fase di *desk research* quando non ci sono i tempi e/o le risorse disponibili per affrontare la fase sul campo o, in alcuni casi, quando si riesce a reperire una vasta gamma di informazioni di buona qualità (dettagliate, aggiornate e specifiche) da soddisfare completamente gli obiettivi conoscitivi (si tratta di una situazione piuttosto infrequente, in quanto difficilmente le informazioni esistenti sono in grado di rispondere completamente e in modo rigoroso alle esigenze conoscitive).

Si evita invece la fase di raccolta dei dati secondari, per passare direttamente alla creazione di dati primari, esclusivamente quando si è assolutamente certi dell'inesistenza di informazioni disponibili in materia (si pensi al lancio di un concetto di prodotto/servizio completamente nuovo).

Ricerca a tavolino e ricerca sul campo

<b>Tipi di ricerca</b>	<b>Ordine temporale</b>	<b>Categorie di dati</b>
<b>Ricerca a tavolino</b> ( <i>desk research</i> )	<b>Prima fase</b>	<b>Dati secondari</b> ( <i>già esistenti</i> )
<b>Ricerca sul campo</b> ( <i>field research</i> )	<b>Seconda fase</b>	<b>Dati primari</b> ( <i>da costruire</i> )

Figura 4.42 – Desk research and field research

I fornitori dei dati secondari sono gli enti, le istituzioni, gli organismi che, a titolo diverso, effettuano rilevazioni o altri tipi di indagini (Ecoinvent, ad esempio). I dati resi disponibili dalle fonti possono trovarsi su carta oppure, come sempre più frequentemente accade, possono essere raggiungibili per vie telematiche: si pensi allo sviluppo che ha avuto Internet in questi ultimi anni per il collegamento diretto e la ricerca di informazioni all' interno di qualsiasi tipo di database. Internet consente in effetti il raggiungimento di una mole praticamente infinita di dati e informazioni. Non sempre, tuttavia, è facile trovare ciò che è veramente rilevante ai fini della ricerca, in quanto le risposte più importanti ai quesiti conoscitivi sono spesso mescolate a una marea di dati scarsamente utili. Proprio per questo motivo, in modo direttamente proporzionale all' importanza della ricerca, si preferisce ricorrere all' utilizzo di entrambe le tipologie di dati, primary e secondary data.

Un chiaro vantaggio relativo all' utilizzo dei secondary data è, come detto, che gran parte del lavoro è già stato effettuato. Al ricercatore basterà effettuare una revisione della letteratura e una successiva classificazione. Però, nella scelta delle fonti e nell' utilizzo delle relative informazioni, è fondamentale valutare la qualità del dato. Il concetto di qualità va riferito a una serie di aspetti, come:

- l'accessibilità
- l'attendibilità e le metodologie utilizzate
- la completezza
- il livello di aggiornamento
- il grado di dettaglio
- l'assenza di interessi da parte della fonte che potrebbero generare distorsioni nei dati

L'interesse della fonte a generare distorsioni (comprimendo o accrescendo, per esempio, un determinato aspetto quantitativo) può essere legato a una moltitudine di fattori: sono esemplificativi i casi in cui l'indagine deve quantificare un fenomeno associato all'ottenimento di finanziamenti pubblici, oppure i risultati della ricerca possono condizionare positivamente o negativamente il rapporto

domanda/offerta e quindi il mercato. Per giudicare la qualità di un dato è particolarmente utile effettuare una serie di incroci e di confronti tra i dati delle diverse fonti, indagando sulle tecniche con cui le informazioni sono state costruite, sulle metodologie adottate. Ovviamente, i secondary data reperibili su siti di inventario, come quelli prima citati, hanno generalmente un livello prestabilito di validità e affidabilità.

Come detto in precedenza, e per le ragioni sopracitate, all'interno del *tool* sono state utilizzate entrambe le tipologie di dati.

#### ***4.10 Leather Ecotool: considerazioni finali e sviluppi futuri***

Il principale punto di forza del *Leather-ecotool* risulta essere la sua struttura: lo strumento, descritto nel dettaglio nei paragrafi precedenti, è stato, come illustrato, pensato e sviluppato, fin dalla sua creazione, seguendo le caratteristiche specifiche (materie prime, processi, trattamenti, consumi e impatti) utili a descrivere in modo mirato, e con un elevato livello di dettaglio delle lavorazioni, la *supply chain* di riferimento, ovvero quella della pelletteria. Esistono infatti differenti strumenti e software in grado di eseguire analisi LCA-LCIA su prodotti e/o processi (probabilmente il più utilizzato e conosciuto risulta essere Simapro, sviluppato da Prè), tuttavia questi, se da un lato risultano avere un campo di applicabilità maggiore (consentendo di descrivere processi appartenenti quasi a ogni tipo di filiera manifatturiera, permettendo di scegliere in base alle esigenze le differenti modalità di valutazione degli impatti, etc) dall'altro pagano nettamente in termini di complessità di utilizzo, facilità nel reperire processi o trattamenti, e nell'accuratezza/livello di dettaglio dei dati appropriati (spesso forniti a livello aggregato di macro-processo). Anche la scelta di utilizzare *MS Excel* come piattaforma di sviluppo è stata presa per garantire una maggior diffusione dello strumento, vista la relativa facilità di diffusione di utilizzo degli strumenti MS Office anche in aziende molto poco strutturate. Quindi la struttura dello strumento *Leather-ecotool* è, come detto, il principale punto di forza dello stesso: essa appare

infatti estremamente chiara e semplice all'utilizzo, omnicomprensiva e pienamente descrittiva della *supply chain* presa in esame, anche per utenti inesperti. Questo punto di forza non è di poco di conto: la facilità d'uso, la semplicità delle logiche e la chiarezza delle interfacce sono infatti, al netto dell'efficacia, forse il principale fattore per il successo legato all'utilizzo di uno strumento.

Inoltre, per la filiera di riferimento, il livello di dettaglio raggiunto nella descrizione, nell'analisi dei macro-processi e dei sotto-processi e delle lavorazioni è estremamente migliore di quello raggiunto da qualunque altro strumento di analisi LCIA.

Altro punto di forza dello strumento risulta essere la metodologia di sintesi: in letteratura sono infatti presenti numerose metodologie (le più utilizzate sono riportate al paragrafo 4.4 di questo capitolo) ma nessuna di queste utilizza contemporaneamente i 5 KPI di sintesi presenti nello strumento in esame. A seguito di interviste e di indagini sul campo è infatti emerso che questi 5 indicatori (CO<sub>2</sub> equivalente, energia totale utilizzata, uso e sfruttamento del territorio, utilizzo di agenti chimici, acqua) risultano essere estremamente di interesse, fruibili e, soprattutto, comprensibili per gli attori operanti all'interno della filiera di riferimento.

Lo strumento permette inoltre all'utilizzatore di capire in quale percentuale le differenti macro fasi impattano sull'ambiente per ciascuno dei cinque KPI di sintesi, permettendo così l'individuazione dei processi e delle lavorazioni più critiche e di intraprendere in maniera reattiva e mirata le eventuali e conseguenti azioni di analisi e/o intervento.

In generale è possibile comunque osservare come il *Leather Ecotool* per come è stato concepito fin dal suo iniziale sviluppo, permetta all'utilizzatore finale di ripercorrere in maniera guidata e passo dopo passo, seguendo una sequenza razionale e cronologica, l'intero ciclo di vita di un prodotto, "obbligandolo" a non trascurare nessuna lavorazione produttiva o fase di vita del prodotto stesso. Rimane ciò nonostante, qualora l'utente non sia in grado o non voglia gestire i dati relativi alle lavorazioni con un livello di dettaglio così "spinto", la possibilità di gestire le differenti macro fasi a livello aggregato.



Nella tabella seguente vengono sintetizzati i principali vantaggi e benefici associati all'utilizzo dello strumento sviluppato.

Analizzando le criticità del *Leather Eco-tool*, una delle principali riguarda l'aspetto della "gestione dei dati". Per la maggior parte delle lavorazioni infatti non è stato possibile ad oggi associare dei dati di default relativi ai consumi delle varie lavorazioni, in parte perché non erano disponibili sui database on line, in parte perché non vi è stato tempo di effettuare una fase di acquisizioni sul campo. In ogni caso occorre sottolineare come, anche se presenti, i dati di default sarebbero stati comunque statici. Non vi sarebbe, comprensibilmente, vista la natura *Excel* dello strumento, nessun aggiornamento automatico degli stessi, né, la possibilità di scaricare pacchetti di update. Laddove infatti Ecoinvent o qualsiasi altro database presente in rete fornisca dati più accurati o specifici per i processi o le materie prime utili alla filiera di riferimento, il *tool* non è in grado di tenerne traccia e rimanda per questo alla cura dell'utilizzatore le operazioni di aggiustamento dei dati stessi (vedi schede di Tipo2, paragrafo ).

<b>Punti di forza dello strumento:</b>
1 – Facilità di utilizzo e diffusione, per come è stato strutturato e per piattaforma utilizzata
2 – Livello di dettaglio e di mappatura del ciclo tecnologico maggiore
3 – KPI di sintesi sviluppati sulle specifiche esigenze della filiera di riferimento
4 – Facilità di comprensione dei dati e dei risultati
5 – Permette di mappare in modo guidato, e di conseguenza razionale, l'intero ciclo di vita di un prodotto

Figura 4.43: punti di forza dello strumento

In termini di efficacia e di efficienza quindi, quelle relative allo strumento analizzato dipendono esclusivamente, essendo la struttura dello stesso creata in modo appropriato secondo normativa, dall'affidabilità e della reperibilità dei dati utilizzati per i vari calcoli. La coerenza dei dati di default descrittivi, ad esempio, dei consumi associati alle varie lavorazioni o alle differenti materie prime gioca, per quanto detto, il ruolo primario nel garantire la veridicità dei report output nella *score card* dello strumento.

Altra criticità del *Leather Eco-tool* riguarda la metodologia di valutazione degli impatti. Come più volte detto, la normativa di riferimento per l’LCIA, ovvero la ISO 14044, prevede che la scelta della metodologia di sintesi dell’inventario, ovvero la scelta dei macro-indicatori utili a valutare in modo sintetico gli impatti ambientali, sia soggettiva e a discrezione dell’utente. In letteratura sono presenti e sono state validate numerose metodologie e set di indicatori, alcune delle quali fungono da standard di riferimento. Gli indicatori di sintesi individuati dagli sviluppatori del *Leather Eco-tool* per valutare gli impatti ambientali tramite i cinque indicatori descritti ai paragrafi precedenti (impatto sul clima, energia consumata, consumo di acqua, consumo di componenti chimici, sfruttamento del territorio) non appartengono ad alcuno di questi standard proposti in letteratura, e se da un lato tale scelta risulta essere un punto di forza dello strumento (in quanto va incontro in modo mirato alle esigenze della *supply chain* e del distretto), dall’altro lato, dal punto di vista puramente metodologico, manca di una validazione scientifica che la giustifichi maggiormente in modo oggettivo. Occorre tuttavia dire che tale mancanza non inficia la bontà della scelta stessa essendo la normativa di riferimento a lasciare spazio all’arbitrarietà.

Infine occorre evidenziare un problema legato alla sicurezza dello strumento, essendo un semplice file *Excel*, è possibile crackare facilmente la struttura dello stesso, sostituendo o modificando alcuni dati a piacimento senza che se ne abbia visione da parte dell’utente finale, ad esempio quelli relativi ai fattori di conversione, in modo da poter evidenziare i risultati voluti anche se non veritieri.

Le principali criticità riscontrate sono identificate in tabella:

<b>Punti di debolezza dello strumento:</b>
1 – Nessun aggiornamento dinamico dei dati di <i>default</i>
2 – Mancanza di una validazione oggettiva e globale della metodologia di valutazione degli impatti scelta
3 – Carenze nella sicurezza

Figura 4.44: Punti di debolezza dello strumento

Come appare subito chiaro dalle tabelle di riepilogo dei punti di forza e di debolezza dello strumento occorre effettuare una riflessione particolare sulla scelta della metodologia di valutazione degli impatti scelta, la quale costituisce al tempo stesso un valore aggiunto ed una debolezza. Questo conflitto in realtà si sarebbe presentato qualunque scelta di un nuovo set KPI di sintesi fosse stata effettuata. Infatti se da una parte, qualunque set di KPI scelto al di fuori di una metodologia standard risulterebbe “mancante” in quanto necessiterebbe di una validazione oggettiva (attività estremamente complicata e lunga dal punto di vista procedurale), dall’altro, sviluppare un set di KPI “ad hoc” risulta essere, nel caso in esame, l’unica via per dare un valore aggiunto allo strumento e per descrivere pienamente gli impatti ambientali della filiera e del contesto oggetto dello studio. Per ovviare in parte al gap metodologico evidenziato, occorre tuttavia sottolineare come le modalità di calcolo di alcuni dei 5 KPI si rifacciano invece a modalità di calcolo standard. In particolare:

- per il calcolo dell’energia è stata utilizzata la metodologia CED (Cumulative Energy Demand, vedi paragrafo 4.8.3);
- per il calcolo dell’impatto sul clima in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> è stata invece utilizzato lo standard GWP100 IPCC 2007 (Global Warming Potential, vedi paragrafo 4.8.1);

Infine, occorre puntualizzare come, qualunque sia lo scopo di utilizzo dello strumento (valutazione dell’LCA di prodotto o processo, valutazione comparativa dei *saving* o utilizzo dello strumento per stilare un rating dei fornitori) vista la natura stessa del *tool*, l’attendibilità dei suoi risultati dipenda essenzialmente dall’uso che l’operatore decide di farne. Un utente inesperto, o in “malafede”, potrebbe infatti facilmente compilare in modo non corretto i vari campi e giungere così a risultati distorti e non veritieri senza che ciò possa essere facilmente riscontrabile o visibile ad una parte terza o ad un cliente finale.

Oggetto di sviluppi futuri saranno alcune delle criticità riportate in Figura 4.44, in particolare se, da un lato, sarà intrapresa una campagna di acquisizione dati

presso le aziende appartenenti alla *supply chain* di riferimento al fine di popolare con valori medi (dati di *default*) l'intero database delle lavorazioni, in parallelo potrà essere condotta, ad esempio, una *survey* di tipo causale utile a validare in modo oggettivo il set di KPI di sintesi scelto all'interno del *tool*.



---

---

***Capitolo 5:***  
***Conclusioni***

---

## 5. Conclusioni

Il presente elaborato di tesi si poneva come obiettivo primario il miglioramento delle performance ambientali del Distretto fiorentino della pelle. Le domande poste all'interno delle differenti *research question* hanno trovato risposta grazie a *survey*, attività di analisi e ricerca, e tramite lo sviluppo di strumenti "ad hoc".

Come detto in precedenza il seguente progetto di ricerca nato essenzialmente a seguito di una spinta *industrial driven* (progetto ZeroImpact) tuttavia è stato inquadrato all'interno di un approccio metodologico strutturato.

In particolare il primo step condotto ha permesso innanzi tutto di classificare all'interno di un *framework* le differenti pratiche che un'azienda, operante all'interno della filiera della moda, può intraprendere in ambito di sostenibilità ambientale. La ricerca sistematica della letteratura, utile allo sviluppo dello stesso, è stata condotta utilizzando una strategia di ricerca induttiva, ovvero i contenuti particolari dei singoli *paper* sono stati analizzati ed utilizzati per ottenere concetti ed individuare categorie di valenza più generale, e basata essenzialmente su tecniche di tipo qualitativo. A livello operativo infatti, grazie a banche dati di letteratura pertinenti è stata effettuata un'attività di ricerca per mezzo di parole chiave. In seguito, il bacino iniziale di *paper* così individuato è stato ridotto. Diversi filtri, applicati in sequenza, hanno aiutato l'individuazione e la selezione degli studi e degli articoli sostanzialmente rilevanti che sono andati a costituire il nucleo principale di articoli per la sintesi e l'analisi dei dati. Al fine di perfezionare e generalizzare il *framework* teorico sviluppato a seguito dall'analisi sistematica della letteratura, è stata effettuata una *content analysis* (Bryman, 2004) dei siti web aziendali delle prime 10 società europee appartenenti al Dow Jones Sustainability Europe Index.

L'intera lista di 57 potenziali tipologie di intervento (vedi Figura 2.4), individuate a livello di sostenibilità ambientale, che un'azienda può decidere di utilizzare è quindi stata suddivisa in sei differenti macro aree:

- Prodotto e servizi

- Processo produttivo
- *Supply chain*
- Cultura
- Governance
- Altro

La *survey* di tipo esplorativo condotta in seguito, e basata anche stavolta sull'analisi dei contenuti dei siti web delle principali aziende del settore presenti sul territorio italiano, è stata utile ad individuare le modalità di approccio al tema più utilizzate ed il grado di diffusione e penetrazione delle stesse. Ciò che è emerso, tra le firme-aziende operanti all'interno della filiera della pelle, evidenzia che, ad oggi, le principali pratiche utilizzate riguardano la macro categoria "Prodotto e servizi", con particolare attenzione ad aspetti come l'utilizzo di prodotti ecocompatibili, prodotti derivanti da materiali riciclati o riciclabili e l'utilizzo delle certificazioni sia di prodotto, quanto di processo, oltre ad un'attenzione diffusa per la gestione dei rifiuti (pratiche numero 3, 5, 7 e 19 – vedi classificazione presentata al paragrafo 2.1).

Non di meno, anche la linea di intervento in ambito di sostenibilità ambientale intrapresa dal Distretto fiorentino, è risultata essere in accordo con i dati emersi dall'analisi dei risultati derivanti dalla *survey* in questione. Infatti all'interno del progetto ZeroImpact (presentato al paragrafo 3.1 del presente elaborato), il protocollo di intesa detta principalmente linee di intervento volte all'ottimizzazione dei processi ed, in particolare, al riuso, come materia prima seconda ecocompatibile in ingresso a nuovi processi, dei cascami di pelle, scarto delle fasi di taglio e di preparazione. Le variazioni normative che si sono infatti verificate negli ultimi anni in merito allo smaltimento dei cascami di pellame hanno avuto un impatto economico crescente sulle aziende operanti all'interno del settore. I cascami di pellame, generati come diretta conseguenza dei processi produttivi di pelletteria, sono adesso considerati, ai fini dello smaltimento, come rifiuti speciali non pericolosi e classificati secondo i codici del Catalogo Europeo



---

dei Rifiuti come CER 040108 (cuoio conciato-scarti, cascami, ritagli, polveri di lucidatura-contenenti cromo) e 040109 (rifiuti delle operazioni di confezionamento e finitura). Questa classificazione ha abolito la possibilità di smaltimento in discarica di tali rifiuti. Le aziende operanti all'interno di tutti i settori della pelletteria sono quindi ora obbligate a sostenere nuovi costi (relativi alla gestione, alla raccolta e allo smaltimento di queste due tipologie di rifiuti) oltre ad i costi sostenuti per il pagamento della consueta tassa di igiene ambientale che già versano all'operatore ecologico del comune di appartenenza per la raccolta dei rifiuti ordinari. A questo vanno aggiunte considerazioni, tutto meno che secondarie, derivanti da questioni "etiche" legate ai prodotti sostenibili: è ancora da quantizzare l'aumento del valore del brand sul mercato legato ad azioni volte all'utilizzo di prodotti confezionati con materiali quali totalmente riciclabili o riutilizzabili. Il Progetto ZeroImpact si è posto quindi, all'interno dell'ambito di riferimento, l'obiettivo di creare una politica di gestione virtuosa, aspirando all'abbattimento, verso una soglia prossima allo zero, dell'impatto sia ambientale che economico legato alla gestione dei cascami di pelletteria, mirando, in ultima analisi, al raggiungimento dei principi e delle politiche che ispirano una corretta gestione di una *Green Supply Chain*.

Anche in questo caso l'attività di ricerca ha portato a strutturare una *survey*, di tipo esplorativo, tramite questionario, tra le aziende del settore. I dati così raccolti hanno permesso di stimare una quantità di cascami prodotta nell'intero distretto fiorentino pari a circa 6000 tonnellate anno, di cui circa l'80%, 4800 tonnellate utili, in quanto non accoppiate ad altri materiali. Conoscere le quantità e la qualità del cascame è stata un'attività propedeutica che ha permesso, a seguito di una fase di ricerca, di effettuare valutazioni e stime sulla possibilità di trovare soluzioni alternative rispetto al semplice smaltimento autorizzato. In particolare sono stati presentati due *business plan* relativi a due impianti innovativi (produzione di energia elettrica tramite biogas e produzione di pelle rigenerata tramite "ciclo a secco") che utilizzerebbero i cascami di scarto come materia prima seconda ecocompatibile in ingresso ai propri processi.

---

Entrambe le soluzioni sono apparse sia tecnologicamente che economicamente percorribili, anche se l'impianto per la produzione del rigenerato di cuoio mostra avere dei punti di forza maggiori e potrebbe essere quindi indicato come potenziale soluzione da sviluppare in una prospettiva di medio-lungo periodo. Oltre ad avere parametri economici di valutazione migliori (ROI, PBP, IRR), la soluzione relativa al rigenerato di cuoio ha inoltre necessità di una massa di cascami minima in ingresso necessaria ad alimentare l'impianto stesso nettamente minore, circa 1800 tonnellate anno (quantità minima richiesta), contro le oltre 27000 richieste invece dall'impianto a biogas (4800 tonnellate utili quelle prodotte dal distretto fiorentino in un anno). Ciò significherebbe dover raccogliere e gestire gli scarti di produzione di altri distretti pellettieri sparsi sul territorio nazionale per raggiungere la soglia critica di funzionamento per l'impianto a biogas.

L'ultima azione di ricerca, intrapresa al fine di assecondare le necessità delle aziende del settore relative alla possibilità di misurare in modo significativo, agevole e snello le proprie performance ambientali, ha portato, all'interno di questo progetto di ricerca, allo sviluppo di uno strumento software utile alla valutazione degli impatti ambientali, lungo l'intero ciclo di vita, di un prodotto di pelletteria. Tale strumento potrebbe in futuro essere utilizzato allo scopo di quantificare esattamente gli *eco-saving* ottenuti nella produzione di un prodotto a partire da una "pelle ZeroImpact" (ottenuta cioè a dall'impianto di cui sopra e descritto al capitolo 3) rispetto ad un prodotto con pelle naturale.

Il *Leather Eco-tool*, determinato nel suo funzionamento e nelle sue logiche di calcolo a partire da un'analisi delle normative ISO 14040 e 14044 e da una *review* delle differenti metodologie di calcolo degli impatti LCIA, e di cui punti di forza e debolezza sono elencati al paragrafo 4.10, è stato ad oggi interamente sviluppato nella sua struttura, mentre è ancora *work in progress* per quanto riguarda invece la parte di acquisizione e popolamento dei dati di default.

Nelle tabella in figura 5.1 è infine riportato uno schema riassuntivo che, per ognuna delle tre differenti *research question* indagate, individua le attività svolte, le metodologie utilizzate e gli obiettivi raggiunti.

Conclusioni e considerazioni più dettagliate per i singoli filoni di ricerca condotti all'interno di questo studio sono presenti al termine di ognuno dei tre capitoli (capitoli 2, 3, 4) associati alle *research question* presentate.

	ATTIVITA'	METODOLOGIE UTILIZZATE	OUTPUT
RQ1	Review sistemica della letteratura, e analisi dei siti web top 10 aziende del DJSI	Ricerca induttiva, ricerca qualitativa, content analysis	Framework di classificazione delle practices ambientali
	Analisi siti web delle aziende appartenenti al settore della moda	Survey empirica, content analysis	Individuazione delle pratiche ambientali maggiormente utilizzate
RQ2	Indagine basata su questionario	Survey esplorativa	Stima annuale (quantitativa e qualitativa) dei cascami prodotti dal Distretto
	Sviluppo di business plan per i due impianti innovativi	-	Individuazione della potenziale soluzione di lungo periodo migliore
RQ3	Sviluppo del Leather Ecotool	Logiche ISO 14040 e ISO 14044	Strumento per la valutazione degli impatti e dei saving ambientali

Figura 5.1: riepilogo attività, metodologie, output per ognuna delle differenti reaserch question indagate

In conclusione, osservando la tabella riportata nella figura precedente, è possibile notare che l'approccio metodologico seguito, in linea col macro obiettivo del progetto di ricerca, ha permesso, nell'ordine, di:

1. classificare le differenti pratiche con le quali le aziende del settore del *fashion* si avvicinano al tema della sostenibilità ambientale (RQ1);
2. inserire le linee di intervento attese dal progetto ZeroImpact all'interno del *framework* precedentemente costruito (ovvero interventi a livello di gestione dei rifiuti e riutilizzo degli scarti – Rifiuti e scarti) ed individuare potenziali soluzioni al problema (RQ2);
3. sviluppare uno strumento in grado di mappare e valutare gli impatti ambientali relativi al ciclo di vita di un prodotto di pelletteria (RQ3), per mezzo del quale, una volta ultimata la fase di reperimento dei dati, sarà infine possibile stimare gli *eco-saving* ottenuti per mezzo dell'impiego delle soluzioni individuate al punto precedente.

---

---

## ***Bibliografía***

- 
1. Aspiras, F.F., & Manalo, J.R.I. , 1995, Utilization of textile waste cuttings as building material. *Journal of materials processing technology*, 48(1), 379-384.
  2. Bacci L., 2004, IRPET, Distretti e imprese leader nel sistema moda della Toscana, Franco Angeli, Milano
  3. Bai, C., Sarkis, J., 2010, Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International Journal of Production Economics* 124 (1), pp. 252-264.
  4. Bansal, P., 2002. The corporate challenges of sustainable development. *Academy of Management Executive* 16 (2), 122-131.
  5. Beamon, B.M., 1999, Designing the green supply chain. *Logistics Information Management* 12 (4), 332-342.
  6. Bechtold, T., Turcanu, A., Ganglberger, E., & Geissler, S., 2003, Natural dyes in modern textile dyehouses—how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future?. *Journal of Cleaner Production*, 11(5), 499-509.
  7. Bengt Steen, 1999 “A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000”
  8. Bogoeva-Gaceva, G., Avella, M., Malinconico, M., Buzarovska, A., Grozdanov, A., Gentile, G., & Errico, M.E., 2007, Natural fiber eco-composites. *Polymer composites*, 28(1), 98-107.
  9. Bonacich, E., Cheng, L., Chinchilla, N., Hamilton, N., Ong, P., 1994, *Global Production: The Apparel Industry in the Pacific Rim*. Temple University Press, Philadelphia, PA.
  10. Borchardt, M., Wendt, M. H., Pereira, G. M., & Sellitto, M. A., 2011, Redesign of a component based on ecodesign practices: environmental impact and cost reduction achievements. *Journal of cleaner production*, pp 49-57.
  11. Borland, V.S., 2004, Technology and novelty at premiere vision. *Textile world* 154, pp. 52-54.
-

- 
12. Brand G., et al. 1997, "Weighting in Ecobalances with the Ecoscarcity Method. *Ecoscarcity*"
  13. Briga-Sá, A., Nascimento, D., Teixeira, N., Pinto, J., Caldeira, F., Varum, H., & Paiva, A., 2013, Textile waste as an alternative thermal insulation building material solution. *Construction and Building Materials*, 38, 155-160.
  14. Brinberg, D., & McGrath, J.E., 1985, *Validity and the Research Process*. Beverly Hills: Sage Publications.
  15. Bryman A (2004). *Soc. Res. Methods*. 2nd edition. Oxford: Oxford University Press.
  16. Caniato, F. et al., 2011. Supply chain management in the luxury industry: A first classification of companies and their strategies. *International Journal of Production Economics* 133 (2), 622-633.
  17. Caniato, F., Caridi, M., Crippa, L., & Moretto, A., 2012, Environmental sustainability in fashion supply chains: an exploratory case based research. *International Journal of Production Economics*, 135, 659-670
  18. Carter, C.R., Dresner, M., 2003, Purchasing's role in environmental management: cross-functional development of grounded theory. *Supply Chain Management* 37 (3), pp. 12-26.
  19. Cervellon, M. C., Hjerth H., Ricard S., Carey L., 2010, Green in fashion? An exploratory study of national differences in consumers concern for eco-fashion. *Proceedings of 9th International Marketing Trends Conference*.
  20. Çetinkaya, E., Rosen, M. A., & Dinçer, İ., 2012, Life cycle assessment of a fluidized bed system for steam production. *Energy Conversion and Management*, 63, 225-232.
  21. Chapagain, A.K., Orr, S., 2009, An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes, *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 1219-1228
  22. Chen, H. L., & Burns, L. D., 2006, Environmental analysis of textile products. *Clothing and Textiles Research Journal*, 24(3), pp. 248-261.
-

- 
23. Chouinard, Y., Brown, M.S., 1997, Going organic converting Patagonia's cotton product line. *Journal of Industrial Ecology* 1 (1), pp. 117–129.
  24. Christopher, M., Lowson, R., Peck, H., 2004. Creating agile supply chains in the fashion industry. *International Journal of Retail & Distribution Management* 32 (8), 367–376.
  25. Chung, C.J., Wee, H.M., 2008, Green-component life-cycle value on design and reverse manufacturing in some-closed supply chain. *International Journal of Production Economics* 113 (2), pp. 528–545.
  26. Crowther, M.A., Cook, D.J. 2007, Trials and tribulations of systematic reviews and meta-analyses. *Hematology*, 493–497
  27. Curwen, L. G., Park, J., & Sarkar, A. K., 2013, Challenges and Solutions of Sustainable Apparel Product Development A Case Study of Eileen Fisher. *Clothing and Textiles Research Journal*, 31(1), 32-47.
  28. Dahlsrud, A., 2008, How corporate social responsibility is defined: an analysis of 37 definitions. *Corporate social responsibility and environmental management*, 15(1), 1-13.
  29. Dawson, Tim., 2012, Progress towards a greener textile industry. *Coloration Technology*, 128(1), 1-8.
  30. De Brito, M., Carbone, V., Blanquart, C., 2008. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: organisation and performance. *International Journal of Production Economics* 114 (2), 534–553.
  31. De Saxce, M., Pesnel, S., & Perwuelz, A., 2012, LCA of bed sheets—some relevant parameters for lifetime assessment. *Journal of Cleaner Production*, 37, 221-228.
  32. Denyer, D., & Neely, A., 2004, Introduction to special issue: innovation and productivity performance in the UK. *International Journal of Management Reviews*, 5/6, 131–135.
  33. Domina, T., & Koch, K., 1997, The textile waste lifecycle. *Clothing and Textiles Research Journal*, 15(2), 96-102.
-

- 
34. Easton, J., 2007, Supply chain partnerships for sustainable textile production. In M. Mirafteb (Ed.), *Ecotextiles: The way forward for sustainable development* (pp. 50–57). Cambridge, England: Woodhead Publishing.
  35. Elkington, J., 1998, *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing.
  36. Ellram, L.M., Tate, W.L., Carter, C.R., 2007, Applying 3DCE to environmentally responsible manufacturing practices. *Journal of Cleaner Production* 16 (15), pp. 1620–1631.
  37. Faisal, M.N., 2010, Sustainable supply chains: a study of interaction among the enablers. *Business Process Management Journal* 16 (3), pp. 508–529.
  38. Farrer, J., & Finn, A. L., 2009, The power of a single prototype: sustainable fashion textile design and the prevention of carcinogenic melanoma. In: *Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping, Proc. VR@P4*, Leiria, Portugal. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Ltd.
  39. Ferrer, G., Cortezia, S., & Neumann, J. M., 2012, Green City. *Journal of Industrial Ecology*, pp. 142-152.
  40. Fieldson, R., & Rai, D., 2009, An assessment of carbon emissions from retail fit-out in the United Kingdom. *Journal of Retail & Leisure Property*, 8(4), 243-258.
  41. Fine, C., 1998, *Clockspeed. Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*. BasicBooks
  42. Finkbeiner M. et al., 2006, The new international Standards for Life Cycle Assessment, *International Journal of LCA*”
  43. Fletcher, K., 2008, *Sustainable fashion and textiles: design journeys*. London, England: Earthscan.
  44. Fowler, S. J., & Hope, C., 2007, Incorporating sustainable business practices into company strategy, *Business Strategy and the Environment*, 16(1), 26-38.



- 
45. Gabarrell, X., Font, M., Vicent, T., Caminal, G., Sarrà, M., & Blánquez, P., 2012, A comparative life cycle assessment of two treatment technologies for the Grey Lanaset G textile dye: biodegradation by *Trametes versicolor* and granular activated carbon adsorption. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(5), 613-624..
  46. Gam, H. J., Cao, H., Farr, C., & Heine, L., 2009, C2CAD: a sustainable apparel design and production model. *International Journal of Clothing Science and Technology*, pp. 166-179.
  47. Garcia-Montano, J., Ruiz, N., Munoz, I., Domenech, X., Garcia-Hortal, J. A., Torrades, F., & Peral, J., 2006, Environmental assessment of different photo-Fenton approaches for commercial reactive dye removal. *Journal of hazardous materials*, 138(2), 218-225.
  48. Goedkopp, M., et al., 2001, The Ecoindicator '99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment.
  49. Goldbach, M., Seuring, S., & Back, S., 2003, Co-ordinating sustainable cotton chains for the mass market. *Greener Management International*, 2003(43), 65-78.
  50. Goworek, H., 2011, Social and environmental sustainability in the clothing industry: a case study of a fair trade retailer. *Social Responsibility Journal*, 7(1), 74-86.
  51. Hall, J., 2001, Environmental supply chain innovation. *Greener Management International* 35, pp. 105-119.
  52. Han K. H., Do N., An object-oriented conceptual model of a collaborative product development management (CPDM) system, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 28, No. 7-8, 2006, 827-838
  53. Handfield, R., Walton, S.-V., Seegers, L.-K., Melnyk, S.-A., 1997, Green value chain practices in the furniture industry. *Journal of Operations Management* 15 (4), pp. 293-315.
-

- 
54. Hauschild M. , et al., 2004, Spatial differentiation in life cycle impact assessment. The EDIP 2003 methodology.
  55. Hayes, L. L., 2001, Synthetic Textile Innovations: Polyester Fiber-to-Fiber Recycling for the Advancement of Sustainability. AATCC Review: the magazine of the textile dyeing, printing, and finishing industry, 11(4), 37-41.
  56. Hicks, C. et al. 2004. A functional model of supply chains and waste. International Journal of Production Economics 89 (2), 165-174.
  57. Hoekstra, A.Y., 2009, Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis, ECOLOGICAL ECONOMICS 68, 1963–1974
  58. Hofstetter, 1998, Perspectives in Life Cycle Impact Assessment; a Structured Approach to Combine Models of the Technosphere, Ecosphere and Valuesphere.
  59. Jacques, J. J., & Guimarães, L. B., 2012, A study of material composition disclosure practices in green footwear products. Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation, 41, 2101-2108.
  60. Jenkins, H., & Yakovleva, N., 2006, Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure. Journal of Cleaner Production, 14(3), 271-284.
  61. Kalliala, E., & Talvenmaa, P., 2000, Environmental profile of textile wet processing in Finland. Journal of Cleaner Production, 8(2), 143-154.
  62. Kogg, B., 2003, Greening a cotton-textile supply chain: a case study of the transition towards organic production without a powerful focal company. Greener Management International 43, 53–65.
  63. Kopicki, R. et al. 1993. Reuse and Recycling – Reverse Logistics Opportunities. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.

- 
64. Kumar, M., Aravindhan, R., Sreeram, K., Rao, J., & Nair, B., 2011, Green Chemistry Approach in Leather Processing: A Case of Chrome Tanning. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 106(4), 113-120.
  65. Kurian J., Nithya N., 2009, Material flows in the life cycle of leather, *Journal of Cleaner Production*, 17 (2009) 676–682
  66. Lakhal, S.Y., Sidibe', H., H'Mida, S., 2008, Comparing conventional and certified organic cotton supply chains: the case of Mali. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 7 (3), pp. 243–255.
  67. Lamming, R., Hampson, J., 1996, The environment as a supply chain management issue. *British Journal of Management* 7 (1), pp. 45-62.
  68. Levy, Y., & Ellis, T.J., 2006, A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 9, 181-212.
  69. Lindeijer, E., 2000, Biodiversity and life support impacts of land use in LCA, *Journal of Cleaner Production* 8, 313–319
  70. Lindeijer, E., 2000, Review of land use impact methodologies, *Journal of Cleaner Production* 8, 273–281
  71. MacCarthy, B. L., & Jayarathne, P. G. S. A., 2012, Sustainable collaborative supply networks in the international clothing industry: a comparative analysis of two retailers. *Production Planning & Control*, 23(4), 252-268.
  72. Maignan, I., Ralston, D. A., 2002, Corporate social responsibility in Europe and the US: Insights from businesses self-presentations. *Journal of International Business Studies*, 33(3), 497-514.
  73. Min, H., Galle, W.-P., 2001, Green purchasing practices of US firms. *International Journal of Operations & Production Management* 21 (9), pp. 1222–1238.
  74. Money, C. A., 2010, Leather Working Group Audit Considerations. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 94(5), 185-189.
-

- 
75. Murray, 1996, "Damage categories and Damage functions as Core Elements of Life-Cycle Impact Assessment"
  76. Muthu, S.S., Li, Y., Hu, J.Y., & Mok, P.Y., 2012, Quantification of environmental impact and ecological sustainability for textile fibres. *Ecological Indicators*, 13(1), 66-74.
  77. Nawrocka, D., Brorson, T., Lindhqvist, T., 2009, ISO 14001 in environmental supply chain practices. *Journal of Cleaner Production* 17 (16), pp. 1435–1443.
  78. New, S., Green, K., Morton, B., 2000, Buying the environment: the multiple meanings of green supply. In: Fineman (Ed.), *The Business of Greening*. Routledge, London, pp. 33–53.
  79. Nieminen, E., Linke, M., Tobler, M., Vander Becke, B., 2007, EU COST Action 628: life cycle assessment (LCA) of textile products, eco-efficiency and definition of best available techniques (BAT) of textile processing. *Journal of Cleaner Production* 15 (13–14), pp. 1259–1270.
  80. Nieminen, T., Niskanen, J., 2001, The objectivity of corporate environmental reporting: a study of Finnish listed firms' environmental disclosures. *Business Strategy and the Environment*, 10(1), 29-37.
  81. Orlitzky, M., Schmidt, F. L., & Rynes, S. L., 2003, Corporate social and financial performance: A meta-analysis. *Organization studies*, 24(3), 403-441.
  82. Pan, Y., Roedl, D., Thomas, J. C., & Blevis, E., 2012, Re-conceptualizing fashion in sustainable HCI. In *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*, pp. 621-630.
  83. Peng, W.L., Qin, Z.B., Zhang, W.N., & Tan, J.J., 2011, Research on the Application of Green Technology to Leather Shoes in their Life Cycle. *Key Engineering Materials*, 480, 1221-1224.
  84. Phong, M., 2008, More than words. *ATA Journal*, 19(3), 100-113

- 
85. Pilkington et al., 1997 "Health Effects in External Transport: Assessment and Exposure-response Functions"
  86. Qian, L., & Hinestroza, J.P., 2004, Application of nanotechnology for high performance textiles. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4(1), 1-7.
  87. Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.P., Suh, S., Weidema, B.P., Pennington, D.W., 2004, Life cycle assessment – Part 1: Framework, goal & scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, pp. 701–720.
  88. Richardson, J. 1996, Vertical Integration and Rapid Response in Fashion Apparel. *Organization Science*, 7 (4), pp. 400-412.
  89. Robins, F., 2006. The challenge of TBL: a responsibility to whom? *Business and Society Review* 111 (1), 1–14.
  90. Robinson, J., 2004, Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development, *Ecological Economics* 48 (4), pp. 369–384.
  91. Rupp, J. , 2008, Ecology and economy in textile finishing. *Textile World*, 158, 38-41.
  92. Saravanabhavan, S., Thanikaivelan, P., Rao, J. R., Nair, B. U., & Ramasami, T., 2008, Sodium metasilicate based fiber opening for greener leather processing. *Environmental Science & Technology*, 42(5), 1731-1739.
  93. Sawhney, A.P.S., Condon, B., Singh, K.V., Pang, S.S., Li, G., & Hui, D., 2008, Modern applications of nanotechnology in textiles. *Textile Research Journal*, 78(8), 731-739.
  94. Schmidt, M., Schwegler, R., 2008, A recursive ecological indicator system for the supply chain of a company. *Journal of Cleaner Production* 16 (15), pp. 1658–1664.
  95. Seuring, S., Muller, M., 2008, From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production* 16 (15), pp. 1699–1710.
-

- 
96. Seuring, S., Sarkis, J., Muller, M., Rao, P., 2008. Sustainability and supply chain Management — An introduction to the special issue. *Journal of Cleaner Production*. 16 (15), 1545–1551.
  97. Shen, L., & Patel, M.K., 2008, Life cycle assessment of polysaccharide materials: a review. *Journal of Polymers and the Environment*, 16(2), 154-167.
  98. Shen, L., Worrell, E., & Patel, M.K., 2010, Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 260-274.
  99. Sivaramakrishnan, C.N., 2007, Insights into specialty chemicals: A look at the various chemicals and auxiliaries used in textile wet processing. *Colourage*, 54(2), 60-62.
  100. Smith, N.C., 2003, Corporate social responsibility: whether or how?. *California Management Review* 45 (4), pp. 52-76.
  101. Styles, D., Schoenberger, H., & Galvez-Martos, J.L., 2012, Environmental improvement of product supply chains: A review of European retailers' performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 65, 57-78.
  102. Svensson, G., 2007, Aspects of sustainable supply chain management (SSCM): conceptual framework and empirical example. *Supply Chain Management: an International Journal*, 12(4), 262-266.
  103. Thanikaivelan, P., Chandrasekaran, B., Bharath, C.K., Saravanabhavan, S., Anandhi, C., Rao, J.R., & Nair, B.U., 2006, Single step hair removal and fiber opening process: Simultaneous and successive addition of protease and  $\alpha$ -amylase. *The Journal of the American Leather Chemists Association*, 101(11), 388-398.
  104. Thérivel, R., & Brown, A.L., 1999, Methods of strategic environmental assessment. *Handbook of environmental impact assessment*, 1, 441-464.
  105. Thompson et al., 1990 "Cultural theory" 1 ed. Westview Print, Boulder, USA
-

- 
106. Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. ,2003, Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.
  107. Tsoulfas, G.T., Pappis, C.P., 2008, A model for supply chains environmental performance analysis and decision making. *Journal of Cleaner Production* 16 (15), pp. 1657–1967.
  108. van der Werf, H.M., & Turunen, L., 2008, The environmental impacts of the production of hemp and flax textile yarn. *Industrial Crops and Products*, 27(1), 1-10.
  109. Van Hoek, R. I., 1999,. From reversed logistics to green supply chains. *Supply Chain Management* 4 (3), pp. 129-134.
  110. Veitch, D., & Davis, B., 2009, Practical Application of 3D Data for Apparel Industry use, In 17th World Congress on Ergonomics: International Ergonomics Association.
  111. Visa, M., Pricop, F., & Duta, A., 2011, Sustainable treatment of wastewaters resulted in the textile dyeing industry. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13(6), 855-861.
  112. Waite, M., 2009, Sustainable textiles: the role of bamboo and a comparison of bamboo textile properties - Part 1. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 6(2), 1-21 .
  113. Wiengarten, F., Pagell, M., & Fynes, B., 2012, Supply chain environmental investments in dynamic industries: Comparing investment and performance differences with static industries. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 541-551.
  114. Wolfe, R. (1991). The use of content analysis to assess corporate social responsibility. *Research in corporate social performance and policy*, 12, 281-307.

- 
115. Wong, Y.W.H., Yuen, C.W.M., Leung, M.Y.S., Ku, S.K.A., & Lam, H.L.I., 2006, Selected applications of nanotechnology in textiles. *AUTEX Research Journal*, 6(1), 1-8.
  116. Woolridge, A.C., Ward, G.D., Phillips, P.S., Collins, M., & Gandy, S., 2006, Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 46(1), 94-103.
  117. Wu H.J., Dunn S.C, 1995, Environmentally responsible logistics systems, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 25 No. 2, 1995, pp. 20-38
  118. Zanni L., Labory S., 2002, *Il sistema moda in Toscana*, IRPET, Firenze,
  119. Zhu, Q., Sarkis, J., 2006. An inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: drivers and practices. *Journal of Cleaner Production* 14 (5), 472–486.
  120. Zhu, Q., Sarkis, J., Lai, K.H., 2008, Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International Journal of Production Economics* 111 (2) ,261–273.
  121. Zouboulis, A.I., Samaras, P., Krestou, A., & Tzoupanos, N.D., 2012, Leather production modification methods towards minimization of tanning pollution: "green tanning". *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(8), 2406-2412.
  122. Zsidisin G. A., Siferd S.P., 2001, *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7 (2001) 61-73