

Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Edile, Civile e Ambientale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio

Abstract

**Valutazione delle emissioni di gas clima alteranti attraverso
analisi comparate basate su LCA e EPD:
applicazione al settore conciario**

Relatore:

Ch.mo Prof. Ing. Massimiliano FABBRICINO

Correlatore:

Dott. Biagio NAVIGLIO

Candidata:

Anna Cozzolino

Matr. M67/90

ANNO ACCADEMICO 2013 – 2014

Obiettivi e finalità del lavoro

Il problema che si affronta in questo elaborato di tesi sperimentale è l'applicazione della metodologia LCA nel campo del settore conciario facendo riferimento al caso della lavorazione di pelli di natura ovina, ed in particolare esaminando il caso di una tipica conceria del distretto industriale di Solofra. L'obiettivo principale è quello di valutare l'impronta climatica del carbonio (Carbon Footprint) ai fini anche della certificazione ambientale prevista nell'ambito della Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD).

La **Carbon Footprint (CF)** è un indicatore ambientale che misura l'impatto delle attività umane sul clima globale; esprime quantitativamente gli effetti prodotti sul clima da parte dei cosiddetti gas serra generati da una persona, da un'organizzazione, da un evento o da un prodotto, sia esso un bene o un servizio. Nel calcolo della CF si tiene conto di tutti i gas clima-alteranti del Protocollo di Kyoto: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido nitroso (N₂O), il gruppo degli idrofluorocarburi (HFCs), dei perfluorocarburi (PFCs), e l'esafuoro di zolfo (SF₆). L'unità di misura della CF è la tonnellata di anidride carbonica equivalente (tCO₂).

Per quanto riguarda la **Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD - Environmental Product Declaration)** consente una comunicazione affidabile in quanto basata su uno studio LCA regolato dalla norma ISO 14040 e sulla verifica di una parte terza.

Fra gli indicatori ambientali per una EPD, oltre quello concernente la CF (GWP – Global Warming Potential), sono previsti anche altri che ugualmente forniscono importanti informazioni sull'impatto ambientale, come ad esempio acidificazione, riduzione della fascia di ozono, eutrofizzazione, ecc. Gli altri indicatori di riferimento sono il consumo di energia e di risorse come fonti rinnovabili e non rinnovabili, la produzione di rifiuti e il recupero o riciclaggio del prodotto o delle sue componenti. In Europa, la Svezia è stato il primo paese a diffondere la Dichiarazione Ambientale di Prodotto e ad applicare la norma ISO 14025 (Etichette e dichiarazioni ambientali- Dichiarazioni ambientali di Tipo III) elaborando lo schema di registrazione delle EPD (Environmental Product Declaration).

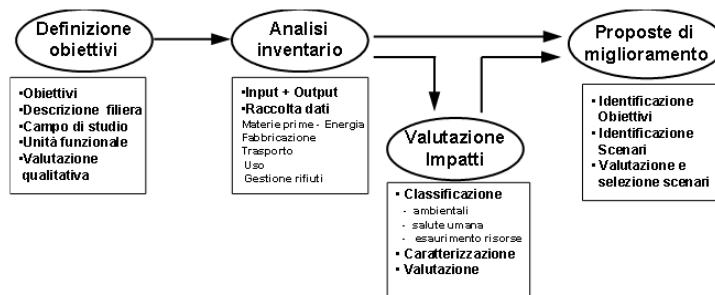
Tale schema prevede la realizzazione di tre documenti principali:

- PCR (Product Category Rules), ovvero i criteri o le regole comuni per l'elaborazione di uno studio di Analisi del Ciclo di Vita (LCA) della categoria di prodotto identificata e per la Dichiarazione Ambientale di Prodotto della stessa categoria;
- Studio di Analisi del Ciclo di Vita del Prodotto;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto, contenente le informazioni ambientali del prodotto oggetto del documento.

Applicazione dell’LCA al settore conciario

Stando alla definizione fornita dalla SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), la valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment) è “*un processo oggettivo che permette di valutare i carichi ambientali associati ad un prodotto, processo o attività identificando e quantificando i consumi di materia ed energia e le emissioni nell’ambiente, per valutarne l’impatto ambientale e realizzare così le opportunità di miglioramento ambientale*”. La metodologia LCA, prevede una serie di fasi che interagiscono tra di loro. Tali fasi e le loro relazioni possono essere rappresentate nella figura 1.

Figura 1 – Fasi e relazioni dell’LCA



Nel caso specifico del settore conciario, nel 2007, con aggiornamento nel 2011, è stata elaborata una PCR per le “Pelli bovine finite” di animali adulti con diversi utilizzi, quali l’arredamento, l’abbigliamento, interni auto, calzatura, ecc. I confini del sistema (campo di studio) scelti per questa categoria di prodotto, comprendono anche la fase di agricoltura e allevamento dell’animale; in sostanza questa PCR, seguendo un approccio di tipo conservativo, considera la pelle grezza come un sottoprodotto-coprodotto dell’allevamento bovino e quindi assume parte dell’impatto ambientale legato a questa fase. In particolare, si assume che il 7% degli impatti delle fasi di agricoltura, allevamento e macellazione siano da imputare alla produzione della pelle grezza destinata alla lavorazione nel processo produttivo conciario.

Recentemente (Novembre 2012) un rapporto tecnico dell’UNIDO (United Nations Industrial Development Organization), per armonizzare le regole per la valutazione del Carbon Footprint nel processo conciario mediante la metodologia LCA, ha fissato i confini del sistema prevedendo l’inizio del ciclo di vita dalla fase di macellazione, ed escludendo quindi le fasi di agricoltura e di allevamento animale. In questo caso, quindi, la pelle grezza viene considerata come un rifiuto derivante dall’attività di macellazione, interpretando i processi di lavorazione in conceria come un recupero di un rifiuto; infatti la pelle grezza proviene da animali allevati per specifici consumi

umani (carne, latte, ecc.) e pertanto solo a questi prodotti devono essere ascritti gli impatti ambientali connessi con agricoltura e allevamento.

In definitiva le raccomandazioni previste dall'UNIDO per "i Confini del Sistema" riguardano come punto di partenza il macello in cui vengono svolte le attività ed i trattamenti che preparano le pelli grezze da utilizzare nel processo conciario e come punto finale l'uscita del prodotto finito (cuoio) dal cancello della conceria.

In particolare il sistema proposto comprende, in sintesi, le seguenti fasi del ciclo di vita:

"Upstream processes": racchiude la fase di produzione e trasporto della pelle grezza dagli impianti di macellazione alle aziende conciarie e di produzione ed il trasporto dei prodotti chimici alle aziende conciarie.

"Core processes": racchiude le fasi di produzione utilizzate per la trasformazione della pelle grezza in quella finita. È compreso, tra l'altro, anche il trattamento delle acque di scarico provenienti dal processo produttivo conciario.

"Downstream processes": viene esclusa dal sistema la fase di distribuzione del cuoio finito e la fase d'uso.

Per la fase di inventario, cioè la fase di raccolta dei dati primari da utilizzare per le valutazioni dell'impatto ambientale complessivo, è stata condotta un'Analisi Ambientale Iniziale presso la conceria in accordo alla norma ISO 14001, e cioè valutando sostanzialmente tutti gli aspetti ambientali con i relativi indicatori di prestazione ambientale. La conceria lavora pelli semilavorate (piclate, wet-blue, crust e finite), pertanto essendo le fasi di lavorazione collegate alla realizzazione delle pelli semilavorate, non svolte all'interno della conceria stessa, gli impatti imputabili alla realizzazione di queste pelli semilavorate sono stati considerati all'interno della fase di Upstream.

Risultati e discussione

L'analisi degli impatti è stata condotta utilizzando il metodo EPD – 2007 in quanto specifico per la creazione di Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD).

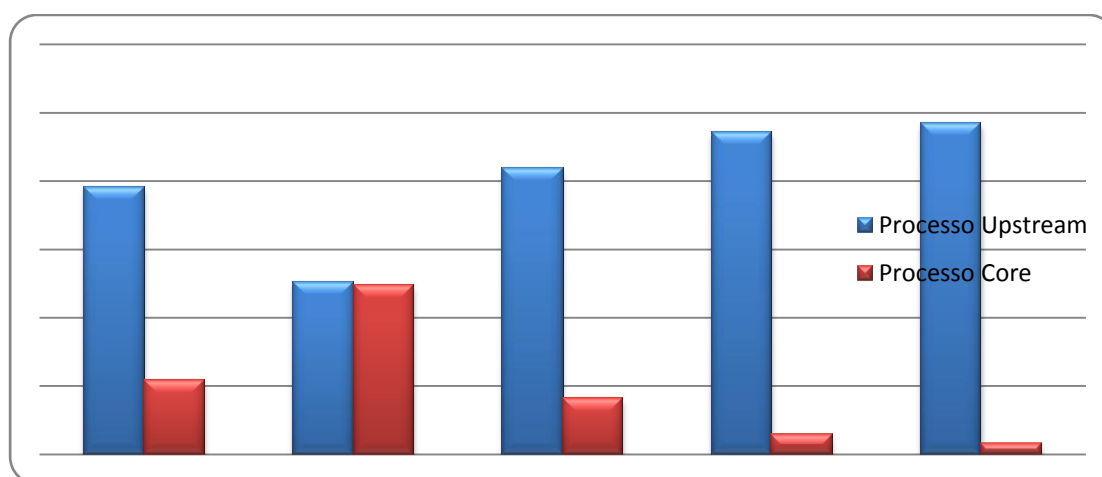
Caso 1 - "Confini del sistema": dall'agricoltura/allevamento all'uscita della conceria

Per tenere conto dell'aliquota di inquinamento associata all'allevamento ovino è stata considerata la voce di inventario "sheep for slaughtering, live weight, at farm" del database Ecoinvent installato all'interno del software SimaPro 7.1. Tale voce comprende i processi di allevamento e pascolo degli ovini, gli input di fertilizzanti, mangimi, pesticidi e irrigazione, nonché trasporti alla fattoria. L'elaborazione dei dati raccolti ha originato i risultati evidenziati nella tabella 1 e figura 2.

Tabella 1 - Risultati dell'analisi degli impatti potenziali

Categoria d'impatto	Unità	Intero ciclo di vita	Processo Upstream	Processo Core
Effetto serra (GWP ₁₀₀)	kg CO ₂ eq	12,44	9,74	2,70
Riduzione dello strato di ozono(ODP)	kg CFC-11 eq	$18,4 \times 10^{-7}$	$9,27 \times 10^{-7}$	$9,13 \times 10^{-7}$
Formazione di smog fotochimico	kg C ₂ H ₄	$11,9 \times 10^{-3}$	$9,96 \times 10^{-3}$	$1,94 \times 10^{-3}$
Acidificazione	kg SO ₂ eq	$2,00 \times 10^{-2}$	$18,84 \times 10^{-2}$	$1,16 \times 10^{-2}$
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ⁻⁻⁻ eq	$6,54 \times 10^{-2}$	$6,34 \times 10^{-2}$	$0,21 \times 10^{-2}$

Figura 2 – Analisi impatti potenziali



I risultati mostrano che l'impatto ambientale complessivo viene originato prevalentemente nella fase "upstream" la quale, nel caso specifico, comprende sia la fase di agricoltura, allevamento e macellazione degli animali ovini che quella di produzione delle pelli semilavorate (pelli piclate, wet-blue, crust) successivamente lavorate dalla conceria di Solofra.

In particolare il valore del Carbon Footprint (kg CO₂ eq.), espresso in termini di percentuale, risulta essere del 78,6% nella fase "Upstream" e del 21,7% in quella relativa al processo produttivo conciario ("Core") realizzato nell'azienda in esame.

Nel dettaglio, il contributo relativo all'effetto serra nella fase di "Upstream", è dovuto principalmente alla fase di agricoltura/allevamento (CF= 68,1%) mentre la lavorazione delle pelli, per renderle semilavorate, e il trasporto delle pelli semilavorate dai paesi extra europei alla conceria e dei prodotti chimici, incidono rispettivamente per il 19,5% e 12,4%.

Per il processo "Core", le fasi di lavorazione suddivise tra "a umido" (quelle che avvengono nei bottali) e "a secco" (fase di rifinizione), impattano in termini di Carbon Footprint rispettivamente per circa il 51% (fase a umido) e 10% (fase a secco). La restante parte è suddivisa tra consumo di

energia elettrica (26%), consumo di energia termica (6%), e depurazione delle acque di scarico (7%).

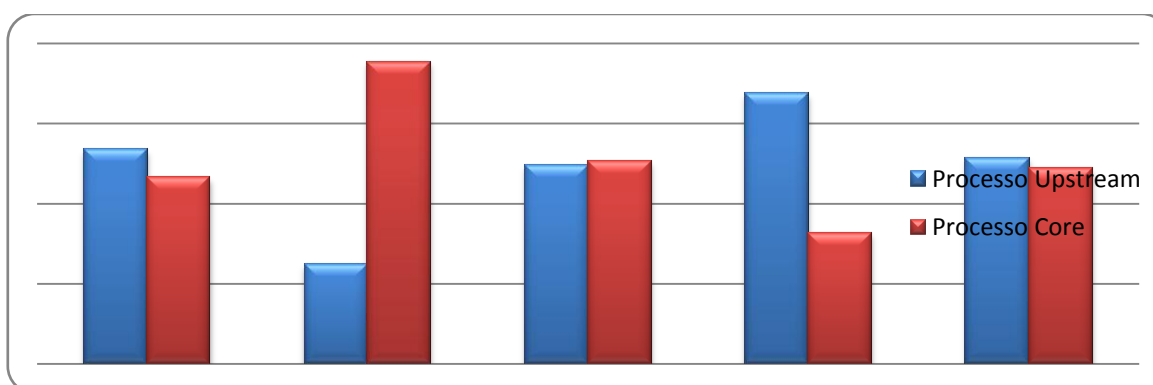
Caso 2 - “Confini del sistema”: esclusione della fase di agricoltura e allevamento

In questo secondo caso l’aliquota di inquinamento associata all’agricoltura-allevamento-macellazione viene imputata totalmente all’industria della carne e del latte; pertanto non viene considerata nessuna voce dall’inventario del software come tale. Conseguentemente, l’elaborazione dei dati ha fornito i seguenti valori (tabella 2 – figura 3):

Tabella 2 - Risultati dell’analisi degli impatti potenziali

Categoria d’impatto	Unità	Totale	Processo Upstream	Processo Core
Effetto serra (GWP100)	kg CO ₂ eq	5,80	3,10	2,70
Riduzione dello strato di ozono (ODP)	kg CFC-11 eq	$12,1 \times 10^{-7}$	$2,99 \times 10^{-7}$	$9,13 \times 10^{-7}$
Formazione di smog fotochimico	kg C ₂ H ₄	$3,8 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$
Acidificazione	kg SO ₂ eq	$3,6 \times 10^{-2}$	$2,4 \times 10^{-2}$	$1,2 \times 10^{-2}$
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ⁻⁻⁻ eq	$4,3 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-3}$

Figura 3 – Analisi impatti potenziali

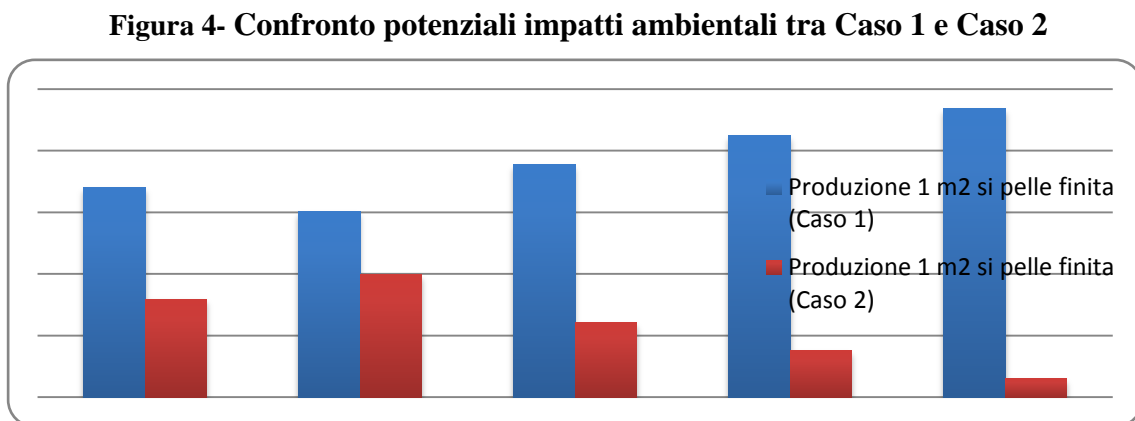


Dai risultati mostrati nella tabella 2 e nella figura 3 è possibile notare che, a differenza del caso 1, dove su ogni categoria di impatto quella che influiva maggiormente era la fase di Upstream, in questo caso, la distribuzione di inquinamento risulta essere più omogenea tra le due fasi. Questo,

però è spiegabile col fatto che nella fase di Upstream sono inclusi anche i trattamenti delle pelli semilavorate; in sostanza, la fase upstream comprende un processo produttivo conciario che trasforma le pelli grezze in pelli semilavorate. Il valore del Carbon Footprint (kg CO₂ eq), espressi in termini di percentuale, risulta essere pari al 53,5% del totale nella fase “Upstream” e al 46,5% del totale nella fase “Core”.

Confronto caso 1 e caso 2

Di seguito sono messi a confronto (figura 4) in termini percentuali gli impatti potenziali derivanti dal processo di lavorazione in cui si considera la fase di agricoltura e allevamento (caso 1), con gli impatti derivanti dal processo di lavorazione della pelle omettendo la fase di agricoltura e allevamento (caso 2).



Com'è possibile notare anche dall'istogramma, la fase di agricoltura e allevamento incide molto sui valori finali, infatti in termini di Carbon Footprint la quantità espressa in Kg CO₂ equivalenti si riduce di circa il 55% passando dal caso 1 al caso 2.

Presentazione dei risultati per la Dichiarazione Ambientale di Prodotto

Per una Dichiarazione Ambientale di Prodotto la presentazione dei risultati deve tener conto non solo degli indicatori ambientali relativi all'effetto serra, acidificazione, eutrofizzazione, ecc., ma anche del consumo di risorse (rinnovabili e non rinnovabili, con contenuto energetico e senza contenuto energetico), insieme ai consumi di acqua ed energia elettrica e dei rifiuti. Pertanto, qui di seguito sono mostrati i risultati ottenuti ed elaborati in accordo allo schema previsto dall'etichetta

ambientale di tipo III (EPD), per il caso 2 preso in esame, dove i confini del sistema escludono la fase di agricoltura e allevamento.

Tabella 3 -Risultati dell'analisi degli impatti potenziali (Caso 2)

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Processo Upstream	Processo Core
Effetto serra (GWP100)	kg CO ₂ eq	5,80	3,10	2,70
Riduzione dello strato di ozono(ODP)	kg CFC-11 eq	12,1 x 10 ⁻⁷	2,99 x 10 ⁻⁷	9,13 x 10 ⁻⁷
Formazione di smog fotochimico	kg C ₂ H ₄	3,8 x 10 ⁻³	1,9 x 10 ⁻³	1,9 x 10 ⁻³
Acidificazione	kg SO ₂ eq	3,6 x 10 ⁻²	2,4 x 10 ⁻²	1,2 x 10 ⁻²
Eutrofizzazione	kg PO ₄ ⁻⁻⁻ eq	4,3 x 10 ⁻³	2,2 x 10 ⁻³	2,1 x 10 ⁻³

Tabella 4 -Consumo di risorse (Caso 2)

Indicatore ambientale		Unità	Totale	Processo Upstream	Processo Core	
Risorse rinnovabili	energetiche	Biomassa	MJ eq	4,78	1,76	3,02
		Eolico, solare e geotermico	MJ eq	0,17	0,09	0,08
		Idrico	MJ eq	3,00	1,71	1,29
	non energetiche	Pelle grezza	Kg	4,13	4,13	-
Risorse non rinnovabili	energetiche	Carbone	MJ eq	17,41	11,65	5,76
		Gas naturale	MJ eq	48,86	8,53	40,33
		Petrolio	MJ eq	92,20	70,10	22,10
		Uranio	MJ eq	9,52	6,01	3,51
		Altro	MJ eq	0,96	0,13	0,83
	non energetiche	Cloruro di sodio	Kg	3,41	3,12	0,29
		Ghiaia	Kg	1,33	1,18	0,15
Altro		Kg	1,80	0,82	0,98	
Altro	Consumo d'acqua		L	118,27	58,27	60,00
	Consumo di energia elettrica		KWh	3,75	2,65	1,10

Tabella 5 – Produzione di rifiuti (Caso 2)

Rifiuti	Intero ciclo di vita	Processo Upstream	Processo Core
Totali (kg)	n.m.	n.m.	0,59
Pericolosi (kg)	0	0	0
Non pericolosi (kg)	n.m.	n.m.	0,59

n.m. : non misurabile

In particolare, nella tabella 4, vengono riportate singolarmente le risorse che contribuiscono almeno per il 5% del totale di ogni sottocategoria. La differenza fra il valore totale della sottocategoria e la somma delle singole risorse è attribuibile alle risorse che contribuiscono singolarmente per meno del 5%.

Conclusioni

I risultati ottenuti hanno evidenziato che la maggior parte dell'impatto climatico (Carbon Footprint) deriva dalla fase di agricoltura-allevamento, e cioè a monte del processo di lavorazione conciario. Qualora queste due fasi non venissero considerate, le fasi di lavorazione che contribuirebbero ad accrescere il valore del CF sarebbero quelle relative alla trasformazione del materiale grezzo nel prodotto semilavorato denominato "pelle piclata". Il lavoro di tesi, consente di identificare alcuni indicatori concernenti un tipico processo conciario del distretto industriale di Solofra. Tali risultati, però, non devono essere assunti come standard di qualità ambientale, ma possono essere presi come un riferimento e/o punto di partenza rispetto al quale si possa procedere verso un percorso di miglioramento della qualità ambientale del processo produttivo in un'ottica di maggiore sostenibilità.