

Stima delle emissioni di gas inquinanti derivanti dal ciclo di vita dei prodotti di e-commerce

Indice

1. [Introduzione](#)
2. [Metodologie di calcolo delle emissioni](#)
3. [Fasi del ciclo di vita dei prodotti di e-commerce](#)
4. [Dati sulle emissioni per fase](#)
5. [Modello di calcolo delle emissioni](#)
6. [Esempi applicativi](#)
7. [Conclusioni e raccomandazioni](#)
8. [Riferimenti](#)

Introduzione

L'e-commerce rappresenta un settore in continua crescita che ha un impatto significativo sull'ambiente. Secondo i dati più recenti, nel 2022 l'e-commerce di prodotto in Italia ha raggiunto i 33,2 miliardi di euro, con una crescita dell'8% rispetto all'anno precedente. Il digital retail vale complessivamente 48,1 miliardi di euro e occupa più di 300.000 lavoratori.

Questo studio si propone di stimare le emissioni di gas inquinanti derivanti dal ciclo di vita dei prodotti di e-commerce, analizzando tutte le fasi dalla produzione allo smaltimento. L'obiettivo è fornire un modello di calcolo che permetta di quantificare l'impatto ambientale dell'e-commerce e identificare le aree di intervento prioritarie per ridurre le emissioni.

La ricerca si basa su metodologie riconosciute a livello internazionale, come il GHG Protocol, gli standard ISO 14040/14044 per l'analisi del ciclo di vita (LCA) e il PAS 2050 per il calcolo della carbon footprint di prodotto. I dati utilizzati provengono da studi, report e ricerche di settore affidabili.

Metodologie di calcolo delle emissioni

GHG Protocol

Il Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) è lo standard più utilizzato a livello mondiale per il calcolo e la rendicontazione delle emissioni di gas serra. Sviluppato dal World Resources Institute (WRI) e dal World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), fornisce linee guida dettagliate per la quantificazione delle emissioni.

Il GHG Protocol divide le emissioni in tre ambiti (scope): - **Scope 1:** Emissioni dirette provenienti da fonti possedute o controllate dall'organizzazione - **Scope 2:** Emissioni indirette associate all'energia acquistata - **Scope 3:** Altre emissioni indirette lungo la catena del valore

Per l'e-commerce, sono particolarmente rilevanti due standard specifici del GHG Protocol:

GHG Protocol Product Standard

Questo standard fornisce requisiti e linee guida per la quantificazione e la comunicazione dell'inventario dei gas serra di un prodotto durante il suo ciclo di vita. Definisce un approccio per: - Stabilire i confini del sistema - Raccogliere i dati di attività e i fattori di emissione - Calcolare l'inventario dei gas serra - Interpretare i risultati - Rendicontare l'inventario

GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Standard

Questo standard si concentra sulle emissioni indirette che si verificano nella catena del valore di un'azienda, incluse quelle a monte e a valle delle operazioni dell'organizzazione. Per l'e-commerce, questo include le emissioni associate a: - Beni e servizi acquistati - Trasporto e distribuzione a monte e a valle - Utilizzo dei prodotti venduti - Trattamento di fine vita dei prodotti venduti

ISO 14040/14044 - Life Cycle Assessment (LCA)

La metodologia Life Cycle Assessment (LCA), definita dagli standard ISO 14040 e 14044, è un approccio sistematico per valutare gli impatti ambientali associati a tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, processo o servizio. L'LCA considera l'intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime alla produzione, distribuzione, uso e fine vita.

La metodologia LCA si articola in quattro fasi principali: 1. **Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione:** Definizione dello scopo dello studio, dell'unità funzionale e dei confini del sistema 2. **Analisi dell'inventario:** Raccolta dei dati sugli input (materie

prime, energia) e output (emissioni, rifiuti) per ogni fase del ciclo di vita 3. **Valutazione degli impatti:** Conversione dei dati dell'inventario in potenziali impatti ambientali 4. **Interpretazione:** Analisi dei risultati e identificazione delle aree di miglioramento

PAS 2050

Il PAS 2050 (Publicly Available Specification) è uno standard sviluppato dal British Standards Institution (BSI) specificamente per il calcolo della carbon footprint di prodotto. Fornisce un metodo per valutare le emissioni di gas serra del ciclo di vita di beni e servizi.

Il PAS 2050 si basa sui principi dell'LCA ma si concentra specificamente sulle emissioni di gas serra. Definisce: - Come stabilire i confini del sistema - Quali fonti di emissioni includere - Come raccogliere e utilizzare i dati primari e secondari - Come calcolare la carbon footprint di prodotto - Come verificare i risultati

ISO/TS 14067

Lo standard ISO/TS 14067 fornisce principi, requisiti e linee guida per la quantificazione e la comunicazione della carbon footprint di prodotto. Si basa sugli standard ISO per l'LCA (ISO 14040 e 14044) e si concentra specificamente sulle emissioni di gas serra.

Fasi del ciclo di vita dei prodotti di e-commerce

L'analisi del ciclo di vita dei prodotti di e-commerce richiede l'identificazione di tutte le fasi, dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento finale. Di seguito sono descritte le principali fasi e le loro peculiarità nel contesto dell'e-commerce.

1. Estrazione e lavorazione delle materie prime

Questa fase comprende: - Estrazione delle risorse naturali - Lavorazione e trasformazione in materiali utilizzabili - Produzione di componenti e semilavorati

Impatto ambientale: La produzione di materie prime rappresenta una delle fasi a maggiore impatto ambientale nell'intero ciclo di vita dei prodotti. Secondo gli studi, questa fase provoca la maggior parte dei gas serra emessi nell'intero ciclo di vita dei prodotti di e-commerce.

2. Trasporto delle materie prime

Questa fase comprende: - Trasporto dai siti di estrazione agli impianti di lavorazione - Trasporto dai fornitori di componenti agli stabilimenti di produzione - Modalità di trasporto utilizzate (aereo, nave, treno, camion)

Impatto ambientale: La modalità di trasporto influisce significativamente sulle emissioni. Ad esempio, l'acquisto di prodotti dall'Asia con spedizione aerea produce una quantità di CO₂ fino a 25 volte superiore rispetto all'acquisto di merci in grande quantità spedite via mare.

3. Produzione e assemblaggio

Questa fase comprende: - Processi di fabbricazione - Assemblaggio dei componenti - Energia utilizzata negli stabilimenti produttivi - Rifiuti generati durante la produzione

Impatto ambientale: L'impatto di questa fase dipende dall'efficienza energetica degli impianti produttivi, dalle fonti energetiche utilizzate e dalle tecnologie di produzione.

4. Imballaggio

Questa fase è particolarmente rilevante per l'e-commerce e comprende: - Imballaggio primario (a contatto con il prodotto) - Imballaggio secondario (raggruppamento di più unità) - Imballaggio terziario (per la spedizione) - Materiali utilizzati (plastica, cartone, materiali di riempimento)

Impatto ambientale: L'e-commerce tende a utilizzare più materiali di imballaggio rispetto al commercio tradizionale, ma sta crescendo l'attenzione verso imballaggi sostenibili, riutilizzabili e riciclabili. La riduzione degli imballaggi in plastica monouso e la creazione di buste di spedizione riutilizzabili possono ridurre significativamente l'impatto ambientale.

5. Stoccaggio e gestione del magazzino

Questa fase è specifica dell'e-commerce e comprende: - Stoccaggio dei prodotti in magazzini - Energia utilizzata per illuminazione, riscaldamento/raffreddamento - Sistemi di gestione dell'inventario

Impatto ambientale: L'utilizzo di magazzini centralizzati o condivisi per lo stoccaggio dei prodotti migliora il bilancio ecologico dell'e-commerce. Un magazzino di grandi dimensioni che conserva i prodotti di diversi negozi online consuma molta meno energia e produce un impatto ambientale inferiore rispetto a numerosi magazzini di dimensioni minori.

6. Distribuzione e logistica

Questa fase è particolarmente complessa nell'e-commerce e può essere suddivisa in:

6.1 Primo miglio (First mile)

- Trasporto dai magazzini ai centri di distribuzione
- Spedizioni in grandi quantità

Impatto ambientale: I costi ambientali del primo miglio possono essere gestiti tramite spedizioni di grandi quantità, ottimizzando i carichi e le rotte.

6.2 Linea di trasporto del corriere

- Trasporto tra hub logistici
- Trasporto dall'hub al deposito locale

Impatto ambientale: Il calcolo delle emissioni di CO₂ in questa fase si basa sul peso trasportato e sulla distanza: più un pacco è pesante e più lontana è la sua destinazione, maggiori saranno le emissioni.

6.3 Ultimo miglio (Last mile)

- Consegna finale al cliente
- Opzioni di consegna (a domicilio, punti di ritiro, locker)

Impatto ambientale: L'ultimo miglio verso i singoli consumatori produce spesso il maggiore impatto ambientale nella fase di distribuzione. Le opzioni per ridurre le emissioni includono veicoli elettrici, biciclette o punti di ritiro (PUDO - Pick-Up and Drop-Off) dove i consumatori possono recarsi per ritirare i loro acquisti.

7. Utilizzo del prodotto

Questa fase comprende: - Consumo energetico durante l'utilizzo - Manutenzione e riparazioni - Durata del prodotto

Impatto ambientale: L'impatto di questa fase varia significativamente a seconda della tipologia di prodotto. Per alcuni prodotti (come elettrodomestici o dispositivi elettronici), la fase di utilizzo può rappresentare la maggior parte dell'impatto ambientale totale.

8. Gestione dei resi

Questa fase è particolarmente rilevante per l'e-commerce e comprende: - Trasporto dei prodotti restituiti - Ispezione e ricondizionamento - Reimballaggio o smaltimento

Impatto ambientale: I resi possono produrre fino al 25% delle emissioni all'interno del ciclo di vita del trasporto. Una comunicazione chiara sulle caratteristiche dei prodotti e sulle loro dimensioni può ridurre drasticamente i resi.

9. Fine vita

Questa fase comprende: - Smaltimento in discarica - Incenerimento - Riciclo - Riuso o ricondizionamento

Impatto ambientale: L'impatto di questa fase dipende dalle modalità di gestione del fine vita. Il riciclo e il riuso possono ridurre significativamente l'impatto ambientale complessivo del prodotto.

Dati sulle emissioni per fase

Produzione e approvvigionamento materie prime

- Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente, gli acquisti di prodotti tessili nell'UE nel 2020 hanno generato circa **270 kg di emissioni di CO2 per persona**.
- I prodotti tessili consumati nell'UE hanno generato emissioni di gas serra pari a **121 milioni di tonnellate**.
- Il settore tessile è stato la **terza fonte di degrado delle risorse idriche e dell'uso del suolo** nel 2020.
- Per fornire abiti e scarpe per ogni cittadino dell'UE sono stati necessari in media **nove metri cubi di acqua, 400 metri quadrati di terreno e 391 chilogrammi di materie prime**.

Trasporto delle materie prime

- L'acquisto di prodotti dall'Asia con spedizione aerea produce una quantità di CO2 **25 volte superiore** rispetto all'acquisto di merci in grande quantità spedite via mare e poi stoccate in un magazzino condiviso situato nell'UE.

Imballaggio

- Secondo uno studio di Quantis, il packaging di consegna determina il **75% delle emissioni di gas serra** in un ordine di e-commerce nel settore fashion in Italia.
- Secondo Dssmith, l'utilizzo di imballaggi eccessivamente grandi genera **66.087 tonnellate di emissioni di CO2 in eccesso all'anno**.
- Potrebbero essere evitati l'utilizzo di **150.798 tonnellate di cartone** e **371,8 milioni di metri quadri di nastro adesivo**.

- Si potrebbero risparmiare oltre **64,1 milioni di metri cubi di imballaggio secondario** (in carta o in plastica).

Stoccaggio e gestione del magazzino

- Un magazzino di grandi dimensioni che conserva i prodotti di 100 diversi negozi online consuma molta meno energia e produce un impatto ambientale inferiore rispetto a 100 magazzini differenti di dimensioni minori.

Distribuzione e logistica

- In Italia, per ogni prodotto non alimentare venduto online vengono prodotti **898 grammi di CO2**, rispetto ai **1.764 grammi** generati dal commercio fisico.
- Secondo uno studio di Quantis, la logistica di spedizione e consegna contribuisce al **15% delle emissioni di gas serra** in un ordine di e-commerce nel settore fashion in Italia, considerando una spedizione via strada entro un raggio medio di circa 480 km dal consumatore.
- Per spedizioni transfrontaliere per via aerea, la consegna diventa l'hotspot principale (**73% delle emissioni per ordine di acquisto**) per 1.000 km aggiuntivi percorsi in aeroplano.

Utilizzo del prodotto

- Secondo uno studio di Quantis, lo shopping online, ovvero la ricerca del prodotto su siti web e-commerce e il completamento dell'acquisto da parte del consumatore, genera il **7% delle emissioni di gas serra** in un ordine di e-commerce nel settore fashion in Italia.

Gestione dei resi

- Secondo uno studio di Quantis, assumendo un tasso di reso medio del 14%, la fase di reverse logistics contribuisce al **3% delle emissioni di gas serra** in un ordine di e-commerce nel settore fashion in Italia.
- Nel caso di player e-commerce puri, per i quali il tasso di reso potrebbe arrivare al 50%, l'impatto di questa categoria sale a circa il **9% delle emissioni di gas serra** per ordine di acquisto.
- I resi possono produrre fino al **25% delle emissioni all'interno del ciclo di vita del trasporto**.

Fine vita

- Il settore dei rifiuti è uno dei tre principali settori che emettono metano (dopo l'agricoltura e il settore petrolifero e del gas) ed è responsabile di circa il **20% delle emissioni di metano causate dall'uomo a livello globale**.
- A breve termine, il metano è più di **80 volte più potente dell'anidride carbonica** come inquinante climatico.
- Le emissioni di metano del settore dei rifiuti derivano dalla decomposizione dei rifiuti organici (scarti di cibo e di giardino, carta, cartone e legno) in ambienti anaerobici (privi di ossigeno).
- A livello globale, i rifiuti organici costituiscono circa il **65% dei rifiuti prodotti**.
- Entro il 2050 si prevede che genereremo **3,88 miliardi di tonnellate di rifiuti all'anno**, con un aumento del 73% rispetto al 2020.
- Si prevede che le emissioni di metano dai rifiuti aumenteranno di **13 megatoni all'anno** solo nel prossimo decennio.

Confronto tra e-commerce e commercio tradizionale

- Gli studi mostrano che in più dell'**80% dei casi l'e-commerce è più ecosostenibile delle vendite in store**.
- Secondo uno studio recente, l'e-commerce impatta mediamente del **75% in meno** rispetto all'acquisto offline in termini di emissioni di CO2.

Modello di calcolo delle emissioni

Per stimare le emissioni di gas serra derivanti dal ciclo di vita dei prodotti di e-commerce, è stato sviluppato un modello di calcolo basato sui dati raccolti e sulle metodologie identificate. Il modello è implementato in Python e permette di calcolare le emissioni per ogni fase del ciclo di vita, nonché le emissioni totali per un ordine e-commerce.

Struttura del modello

Il modello è strutturato come una classe Python chiamata `EmissioniEcommerce` che implementa i seguenti metodi principali:

- `calcola_emissioni_packaging` : Calcola le emissioni associate all'imballaggio
- `calcola_emissioni_trasporto` : Calcola le emissioni associate al trasporto
- `calcola_emissioni_shopping_online` : Calcola le emissioni associate allo shopping online
- `calcola_emissioni_resi` : Calcola le emissioni associate ai resi

- **calcola_emissioni_fine_vita** : Calcola le emissioni associate al fine vita del prodotto
- **calcola_emissioni_magazzino** : Calcola le emissioni associate allo stoccaggio in magazzino
- **calcola_emissioni_totali** : Calcola le emissioni totali per un ordine e-commerce
- **confronta_scenari** : Confronta diversi scenari di e-commerce
- **suggerisci_miglioramenti** : Suggerisce miglioramenti per ridurre le emissioni

Fattori di emissione

Il modello utilizza fattori di emissione predefiniti per ogni fase del ciclo di vita, basati sui dati raccolti da studi e report di settore. I fattori di emissione sono espressi in kg CO₂e (chilogrammi di CO₂ equivalente) e sono organizzati per categoria:

- **Packaging**: Fattori per cartone, plastica, materiale di riempimento e nastro adesivo
- **Trasporto**: Fattori per aereo, nave, camion, furgone per l'ultimo miglio e furgone elettrico
- **Shopping online**: Fattore base per ordine
- **Resi**: Fattori per tasso di reso medio, tasso di reso per e-commerce puri e impatto per reso
- **Fine vita**: Fattori per discarica, incenerimento e riciclo
- **Magazzino**: Fattore per energia per prodotto per giorno di stoccaggio

Parametri di input

Il modello accetta diversi parametri di input per personalizzare il calcolo delle emissioni:

- **Tipo di prodotto**: Abbigliamento, elettronica, libri, cosmetici, calzature, accessori, articoli per la casa, alimentari
- **Tipo di imballaggio**: Scatola piccola, media, grande, busta di plastica, imballaggio ottimizzato
- **Distanza**: Locale, nazionale, internazionale via terra, internazionale via mare, internazionale via aerea
- **Mezzo di trasporto per l'ultimo miglio**: Furgone standard, furgone elettrico
- **Giorni di stoccaggio**: Numero di giorni di stoccaggio in magazzino
- **Tipo di e-commerce**: Standard o puro (con tasso di reso più elevato)
- **Metodo di fine vita**: Discarica, incenerimento, riciclo
- **Numero di prodotti**: Numero di prodotti nell'ordine
- **Tasso di reso**: Tasso di reso personalizzato

Output del modello

Il modello fornisce come output:

- **Emissioni per fase:** Emissioni di CO₂e per ogni fase del ciclo di vita
- **Emissioni totali:** Somma delle emissioni di tutte le fasi
- **Percentuali:** Percentuale di contributo di ogni fase alle emissioni totali
- **Suggerimenti:** Suggerimenti per ridurre le emissioni, con potenziale di riduzione in kg CO₂e e percentuale

Esempi applicativi

Per dimostrare l'utilizzo del modello di calcolo, sono stati sviluppati diversi esempi applicativi che illustrano come stimare le emissioni di gas serra per diversi scenari di e-commerce.

Esempio 1: Calcolo delle emissioni per un singolo ordine di abbigliamento

Questo esempio calcola le emissioni per un ordine di due capi di abbigliamento con spedizione nazionale:

Emissioni totali: 1.84 kg CO₂e

Emissioni per fase:

- packaging: 0.40 kg CO₂e (21.5%)
- trasporto: 0.56 kg CO₂e (30.7%)
- shopping_online: 0.06 kg CO₂e (3.4%)
- resi: 0.02 kg CO₂e (1.0%)
- fine_vita: 0.30 kg CO₂e (16.3%)
- magazzino: 0.50 kg CO₂e (27.2%)

Esempio 2: Confronto tra diversi scenari di e-commerce

Questo esempio confronta cinque scenari diversi: 1. E-commerce standard (nazionale) 2. E-commerce ottimizzato (nazionale) 3. E-commerce internazionale (aereo) 4. E-commerce internazionale (nave) 5. Negozio fisico (equivalente)

	nome	totale	packaging	trasporto	shopping_online	resi
	fine_vita	magazzino				
0	E-commerce standard (nazionale)	1.148988	0.40	0.282	0.063	
0.01	0.15 0.25					
1	E-commerce ottimizzato (nazionale)	0.795988	0.21	0.226	0.063	

0.01	0.06	0.25				
2	E-commerce internazionale (aereo)	5.213488	0.40	4.0965	0.063	
0.01	0.15	0.50				
3	E-commerce internazionale (nave)	1.885088	0.40	0.5181	0.063	
0.01	0.15	0.75				
4	Negoziio fisico (equivalente)	1.965960	0.03	0.1268	0.063	0.00
0.15	1.50					

I risultati mostrano che: - L'e-commerce ottimizzato (con imballaggio ottimizzato, veicoli elettrici per l'ultimo miglio e riciclo) ha le emissioni più basse (0.80 kg CO₂e) - L'e-commerce internazionale con trasporto aereo ha le emissioni più alte (5.21 kg CO₂e), principalmente a causa delle elevate emissioni del trasporto aereo - L'e-commerce internazionale con trasporto via mare ha emissioni significativamente inferiori (1.89 kg CO₂e) rispetto al trasporto aereo - Il negozio fisico ha emissioni più alte (1.97 kg CO₂e) rispetto all'e-commerce standard nazionale (1.15 kg CO₂e) e all'e-commerce ottimizzato (0.80 kg CO₂e)

Esempio 3: Suggerimenti per ridurre le emissioni

Questo esempio analizza un ordine di un prodotto di elettronica piccola con imballaggio sovradimensionato e suggerisce miglioramenti per ridurre le emissioni:

Emissioni attuali: 1.98 kg CO₂e

Suggerimenti per ridurre le emissioni:

1. Ottimizzazione dell'imballaggio
Riduzione potenziale: 0.60 kg CO₂e (30.3%)
2. Implementazione di programmi di riciclo
Riduzione potenziale: 0.15 kg CO₂e (7.6%)
3. Utilizzo di veicoli elettrici per l'ultimo miglio
Riduzione potenziale: 0.10 kg CO₂e (5.1%)
4. Riduzione del tasso di reso del 50%
Riduzione potenziale: 0.03 kg CO₂e (1.4%)

I risultati mostrano che l'ottimizzazione dell'imballaggio è il miglioramento con il maggiore potenziale di riduzione delle emissioni (30.3%), seguito dall'implementazione di programmi di riciclo (7.6%) e dall'utilizzo di veicoli elettrici per l'ultimo miglio (5.1%).

Esempio 4: Analisi dell'impatto del tipo di prodotto

Questo esempio confronta le emissioni per diversi tipi di prodotto:

	tipo_prodotto	emissioni_totali
0	abbigliamento	1.148988
1	elettronica_piccola	1.442980

2	elettronica_grande	8.057800
3	libri	1.295984
4	cosmetici	1.001992
5	calzature	1.883968
6	accessori	1.001992
7	articoli_casa	3.647920
8	alimentari	2.177960

I risultati mostrano che: - L'elettronica grande ha le emissioni più alte (8.06 kg CO₂e) a causa del peso maggiore - I cosmetici e gli accessori hanno le emissioni più basse (1.00 kg CO₂e) a causa del peso minore - Gli articoli per la casa hanno emissioni elevate (3.65 kg CO₂e) a causa del peso e delle dimensioni maggiori

Esempio 5: Analisi dell'impatto della distanza e del mezzo di trasporto

Questo esempio confronta le emissioni per diverse distanze e mezzi di trasporto:

	distanza	emissioni_totali	emissioni_trasporto
0	locale	0.993738	0.12675
1	nazionale	1.148988	0.28200
2	internazionale_terra	1.528488	0.66150
3	internazionale_mare	1.385088	0.51810
4	internazionale_aereo	4.963488	4.09650

I risultati mostrano che: - Le emissioni aumentano con la distanza - Il trasporto aereo ha un impatto molto maggiore rispetto agli altri mezzi di trasporto - Il trasporto via mare ha un impatto significativamente inferiore rispetto al trasporto aereo per le stesse distanze

Conclusioni e raccomandazioni

L'analisi delle emissioni di gas serra derivanti dal ciclo di vita dei prodotti di e-commerce ha evidenziato diverse aree di intervento prioritarie per ridurre l'impatto ambientale del settore.

Principali risultati

1. **Imballaggio:** Rappresenta una delle principali fonti di emissioni (fino al 75% in alcuni casi). L'ottimizzazione dell'imballaggio, riducendo le dimensioni e utilizzando materiali sostenibili, può portare a una riduzione significativa delle emissioni.
2. **Trasporto:** Il mezzo di trasporto utilizzato ha un impatto determinante sulle emissioni. Il trasporto aereo produce emissioni fino a 25 volte superiori rispetto al

trasporto marittimo. L'ultimo miglio rappresenta una fase critica, dove l'utilizzo di veicoli elettrici può ridurre significativamente le emissioni.

3. **Resi:** I resi possono contribuire fino al 9% delle emissioni totali per gli e-commerce puri. Una comunicazione chiara sulle caratteristiche dei prodotti e sulle loro dimensioni può ridurre drasticamente i resi.
4. **Fine vita:** La gestione del fine vita dei prodotti e degli imballaggi è un'area con un potenziale significativo di riduzione delle emissioni. L'implementazione di programmi di riciclo può ridurre le emissioni fino al 7.6%.
5. **Confronto con il commercio tradizionale:** L'e-commerce è generalmente più sostenibile del commercio tradizionale, con un impatto inferiore del 75% in termini di emissioni di CO2. Tuttavia, questo vantaggio può essere annullato o invertito in caso di trasporto aereo o di elevato tasso di resi.

Raccomandazioni

Sulla base dei risultati dell'analisi, si possono formulare le seguenti raccomandazioni per ridurre l'impatto ambientale dell'e-commerce:

1. **Ottimizzare l'imballaggio:**

2. Utilizzare imballaggi delle dimensioni minime necessarie
3. Ridurre l'utilizzo di materiali di riempimento
4. Utilizzare materiali riciclati e riciclabili

5. Implementare sistemi di imballaggio riutilizzabili

6. **Migliorare la logistica:**

7. Evitare il trasporto aereo quando possibile
8. Ottimizzare le rotte di consegna
9. Utilizzare veicoli elettrici o a basse emissioni per l'ultimo miglio

10. Implementare punti di ritiro (PUDO) per ridurre le consegne a domicilio

11. **Ridurre i resi:**

12. Migliorare la comunicazione sulle caratteristiche dei prodotti
13. Fornire informazioni accurate sulle dimensioni e le taglie
14. Implementare sistemi di realtà aumentata per "provare" i prodotti virtualmente
15. Offrire incentivi per ridurre i resi

16. **Migliorare la gestione del fine vita:**

17. Implementare programmi di riciclo per prodotti e imballaggi
18. Promuovere il riuso e il ricondizionamento dei prodotti
19. Utilizzare materiali biodegradabili quando possibile
20. Educare i consumatori sullo smaltimento corretto dei prodotti
21. **Promuovere pratiche di consumo sostenibili:**
22. Incoraggiare l'acquisto di prodotti locali
23. Promuovere l'acquisto di prodotti durevoli e di qualità
24. Offrire opzioni di consegna più sostenibili (es. consegna standard invece di express)
25. Comunicare l'impatto ambientale delle diverse opzioni di acquisto

Limitazioni e sviluppi futuri

Il modello di calcolo sviluppato in questo studio presenta alcune limitazioni:

1. **Dati di input:** I fattori di emissione utilizzati sono basati su studi e report di settore e potrebbero non riflettere perfettamente la realtà di ogni contesto specifico.
2. **Semplificazioni:** Il modello include alcune semplificazioni per rendere il calcolo più gestibile, come l'utilizzo di valori medi per i pesi dei prodotti e le distanze di trasporto.
3. **Ambito geografico:** I dati utilizzati sono principalmente riferiti al contesto europeo e italiano e potrebbero non essere completamente applicabili ad altri contesti geografici.

Per migliorare il modello in futuro, si potrebbero considerare i seguenti sviluppi:

1. **Raccolta di dati primari:** Condurre studi specifici per raccogliere dati primari sulle emissioni delle diverse fasi del ciclo di vita dei prodotti di e-commerce.
2. **Ampliamento delle categorie di prodotto:** Includere più categorie di prodotto con dati specifici per ciascuna.
3. **Integrazione con sistemi di e-commerce:** Sviluppare plugin o API per integrare il modello di calcolo con i principali sistemi di e-commerce.
4. **Analisi di sensibilità:** Condurre analisi di sensibilità per valutare l'impatto delle diverse variabili sulle emissioni totali.
5. **Validazione esterna:** Sottoporre il modello a validazione esterna da parte di esperti del settore e organizzazioni specializzate.

Riferimenti

1. GHG Protocol. (2011). Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.
2. GHG Protocol. (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.
3. ISO. (2006). ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.
4. ISO. (2006). ISO 14044:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.
5. BSI. (2011). PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.
6. ISO. (2018). ISO/TS 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification.
7. Econopoly, Il Sole 24 Ore. (2023). E-commerce a prova di emissioni di CO2? Logistica in primo piano. <https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2023/06/28/ecommerce-logistica-co2-sostenibilita/>
8. Corriere Comunicazioni. (2022). E-commerce, ecco quanto impatta sull'ambiente. Occhio al packaging. <https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/ecommerce/e-commerce-ecco-quanto-impatta-sullambiente-occhio-al-dal-packaging/>
9. Parlamento Europeo. (2024). L'impatto della produzione e dei rifiuti tessili sull'ambiente. <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20201208STO93327/l-impatto-della-produzione-e-dei-rifiuti-tessili-sull-ambiente-infografica>
10. Clean Air Task Force. (2022). Come la nostra spazzatura contribuisce al cambiamento climatico - e cosa possiamo fare al riguardo. <https://www.catf.us/it/2022/09/how-our-trash-contributes-to-climate-change/>
11. Seven Senders. (2023). Impatto ambientale dell'e-commerce. <https://blog.sevensenders.com/it/impatto-ambientale-ecommerce>

12. Rete Clima. (2023). LCA - Life Cycle Assessment (Analisi del ciclo di vita). <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>
13. Quantis. (2022). Sostenibilità: aggiungi al carrello. E-commerce nel settore fashion in Italia: buone prassi di sostenibilità nel contesto omnicanale.
14. Oliver Wyman. (2021). Is E-commerce Good For Europe? Economic and Environmental Impact Study.
15. Dssmith. (2022). Rapporto sull'impatto ambientale degli imballaggi nell'e-commerce.
16. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank.
17. Repubblica. (2024). Shopping online più sostenibile del "fisico": impatto ambientale inferiore del 75%. https://finanza.repubblica.it/News/2024/02/29/shopping_online_piu_sostenibile_del_fisico_impatto_ambientale_inferiore_del_75percento