

22 gennaio 2021

UTS – Linea L4

Mettiamoci in RIGA - Rafforzamento Integrato Governance Ambientale

Linea di Intervento L4 - Diffusione e utilizzo del LCA per un uso efficiente delle risorse

Workshop: “Life Cycle Assessment e valutazione dell’impronta ambientale per la PA: Analisi degli impatti, interpretazione dei risultati e azioni di miglioramento – Case Study”

METTIAMOCI IN RIGA



22 gennaio 2020

UTS – Linea L4

III Sessione

Case Study

Intervento a cura dell'Ing. Marco Garofali UTS Linea L4 –
Mettiamoci in RIGA

METTIAMOCI IN RIGA



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**

SOGESID SPA
INGEGNERIA TERRITORIO AMBIENTE



Indice Argomenti

- **Perché condurre uno studio LCA**
- **Case Study**

Perché condurre uno studio LCA



Perché condurre uno studio LCA

Norme di Riferimento

ISO 14040:2006 Gestione ambientale Valutazione del ciclo di vita Principi e quadro di riferimento

ISO 14044:2006 Gestione ambientale Valutazione del ciclo di vita Requisiti e linee guida

Schema Operativo





Perché condurre uno studio LCA

I perché di uno studio LCA ?

- ❖ Capire dove si può migliorare
- ❖ Andare verso l'economia circolare
- ❖ Comunicare in modo corretto
- ❖ Confrontarsi con se stessi o con gli altri

Case Study



Case Study

Case Study di un Veicolo Ferrotramviario

- 1 Documenti e Norme di Riferimento
- 2 Scopo
 - 2.1 Descrizione e caratteristiche generali del Veicolo
 - 2.2 Procedura di raccolta dati
 - 2.3 Struttura del documento
- 3 Definizione di obiettivo e campo di applicazione
 - 3.1 Definizione dell'unità funzionale
 - 3.2 Confini del Sistema





Case Study

Case Study di un Veicolo Ferrotramviario

- 4 Descrizione generale dell'inventario del ciclo di vita
 - 4.1 Upstream module
 - 4.2 Core module
 - 4.3 Downstream module
 - 4.4 Software

- 5 Valutazione dell'impatto del ciclo di vita
 - 5.1 Scelta delle categorie d'impatto, classificazione e caratterizzazione
 - 5.2 I risultati
 - 5.3 Generic data

- 6 Technical performance

- 7 Interpretazione dei Risultati e Conclusioni
- 8 Miglioramento

- 9





Case Study

1 Documenti e Norme di Riferimento

Elenco Documenti
UNI EN ISO 14040, 14044
Dati Veicolo
Matrice Pesi
Consumi
Calcolo Energetico
Trasporti
Ram Analisy
Metodo di Calcolo percentuali Recuperabilità Riciclabilità
.....
.....



Case Study

2 Scopo

Scopo del documento è la Valutazione del Ciclo di Vita (LCA) relativa al veicolo ferrotramviario **XXX** prodotto da **YYY** per la linea ferroviaria ad alta velocità italiana.

Lo studio è diviso in tre parti:

- | | |
|------------|---|
| Upstream | include l'attività di produzione dei materiali e dei semiprodotto, da parte dei Fornitori per l'assemblaggio e per la fase di produzione del treno, nonché il trasporto dei componenti allo stabilimento Produttivo con base a Bologna . |
| Core | rappresenta le attività di l'assemblaggio del treno, il trasporto al cliente e la generazione ed il trattamento dei rifiuti di stabilimento. |
| Downstream | <ol style="list-style-type: none">1. Fase di uso: rappresenta l'analisi dei consumi energetici in fase di utilizzo e le attività di manutenzione2. Fine vita: include un'analisi relativa alla possibilità di recuperabilità e riciclabilità dei materiali utilizzati, sia nella fase di approvvigionamento, sia come ricambi nelle fasi di manutenzione preventiva, infine la dismissione del veicolo e gli impatti del fine vita |



Case Study

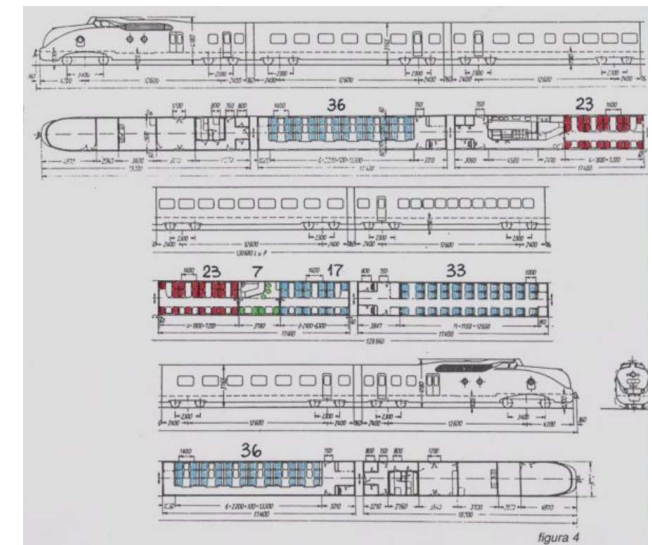
2.1 Descrizione e caratteristiche generali del Veicolo

Il treno consiste di **X** casse con **Y** articolazioni. La trazione è realizzata mediante **Z** motori elettrici installati su **J** delle **X** casse.

La configurazione del veicolo è illustrata nello schema a lato.

Dati Generali e Caratteristiche dimensionali:

- Lunghezza in **m**
- Larghezza in **m** (esterna) massima
- Altezza in **m**
- Velocità massima in **Km/h**
- Accelerazione massima in **m/s²**
- Massa a Tara in **kg**
- Massa a Pieno Carico in **kg**
- Massa in configurazione studio LCA in **kg**
- N° passeggeri trasportati (seduti e in piedi)
- ...





Case Study

2.2 Procedura di raccolta dati

E' stato individuato lo Stabilimento @@@ coinvolto nella realizzazione del XXX. Le attività eseguite in tale stabilimento sono state analizzate in dettaglio e si è proceduto alla raccolta dei dati relativi ai flussi di input e di output

Per i pesi dei diversi componenti sono stati utilizzati quelli indicati nella distinta base di progettazione

Si è proceduto ad una analisi della fase di operatività del veicolo, ivi comprese le attività di manutenzione. Il modello descritto è stato implementato sul software ZZZ. I dati inseriti nel software di calcolo sono riferiti al singolo treno



Case Study

2.3 Struttura del documento

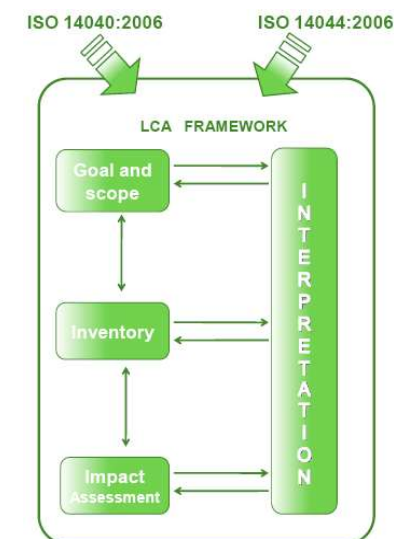
Il documento segue la struttura delle norme ISO 14040 – ISO 14044

Goal and scope definition. Rappresenta la fase preliminare nella quale l'obiettivo dello studio, l'unità funzionale, i confini del sistema, le categorie di informazioni, le ipotesi e i limiti dello studio vengono definiti

Life Cycle Inventory. Riguarda la raccolta di informazioni e le procedure di calcolo. L'obiettivo è fornire una descrizione del modello con il consumo di materie prime ed energia la produzione di rifiuti e di scarichi. Un software è utilizzato per implementare il modello e per fornire un data base di informazioni.

Life Cycle Impact Assessment. È la fase nella quali i risultati dell'inventario vengono tradotti in una forma tale da renderli più direttamente connessi alle tematiche ambientali e alla salute umana.

Life Cycle Interpretation. Rappresenta la fase conclusiva dello studio. I risultati dell'inventario e dell'analisi degli impatti sono combinati in funzione degli obiettivi e del campo di applicazione della LCA al fine di formulare delle conclusioni e delle raccomandazioni.





Case Study

3 Definizione di obiettivo e campo di applicazione

"L'obiettivo ed il campo di applicazione di una LCA devono essere definiti con chiarezza ed essere coerenti con l'applicazione prevista" [UNI EN ISO 14040:2006, Par 5.1].

L'obiettivo principale dello studio è la quantificazione dei consumi di risorse ed energia e delle emissioni di sostanze potenzialmente pericolose per l'uomo e per l'ambiente risultanti dall'analisi del ciclo di vita del Veicolo Ferrotramviario **XXX** in esame

3.1 Definizione dell'unità funzionale

“Una unità funzionale costituisce una misura della prestazione del flusso in uscita funzionale del sistema prodotto. Lo scopo principale dell'unità funzionale è di fornire un riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita. Questo riferimento è necessario per consentire la comparabilità dei risultati di un LCA” [UNI EN ISO 14040:2006, Par. 5.2.2]



Case Study

3.1 Definizione dell'unità funzionale

L'unità funzionale è rappresentata dal trasporto di un passeggero per 1 km.

1 km
km totali percorsi nel ciclo di vita * n°passeggeri

N° passeggeri trasportati: 366

Ciclo di vita: 30 anni

Percorrenza annua: 500.000 km

Km percorsi nel ciclo di vita: 15.000.000

U.F. = $1,82 \cdot 10^{-10}$



Case Study

3.2 Confini del Sistema

I confini del sistema definiscono le unità di processo che devono essere incluse nel sistema.

Upstream module

- Estrazione e produzione delle materie prime e dei materiali di base
- Produzione dei materiali ausiliari per l'assemblaggio e la lavorazione del veicolo
- Trasporto dei componenti dal fornitore allo Stabilimento produttivo coinvolto;

Core Module

- Produzione ed uso di elettricità, calore, vapore, carburante e materiali ausiliari usati per l'assemblaggio e la lavorazione del veicolo ferroviario
- Trasporto del veicolo ferroviario al cliente
- Generazione e trattamento dei rifiuti del processo Core

Downstream module

- Produzione e consumo di elettricità e/o carburante per il funzionamento del veicolo ferroviario
- Produzione dei materiali usati per il funzionamento del veicolo
- Produzione di materiali e pezzi di ricambio per la manutenzione preventiva
- Rifiuti dovuti ai materiali ed ai pezzi di ricambio dovuti alla manutenzione
- Smaltimento diretto dei materiali o incenerimento dei residui
- Incenerimento di materiali senza recupero d'energia

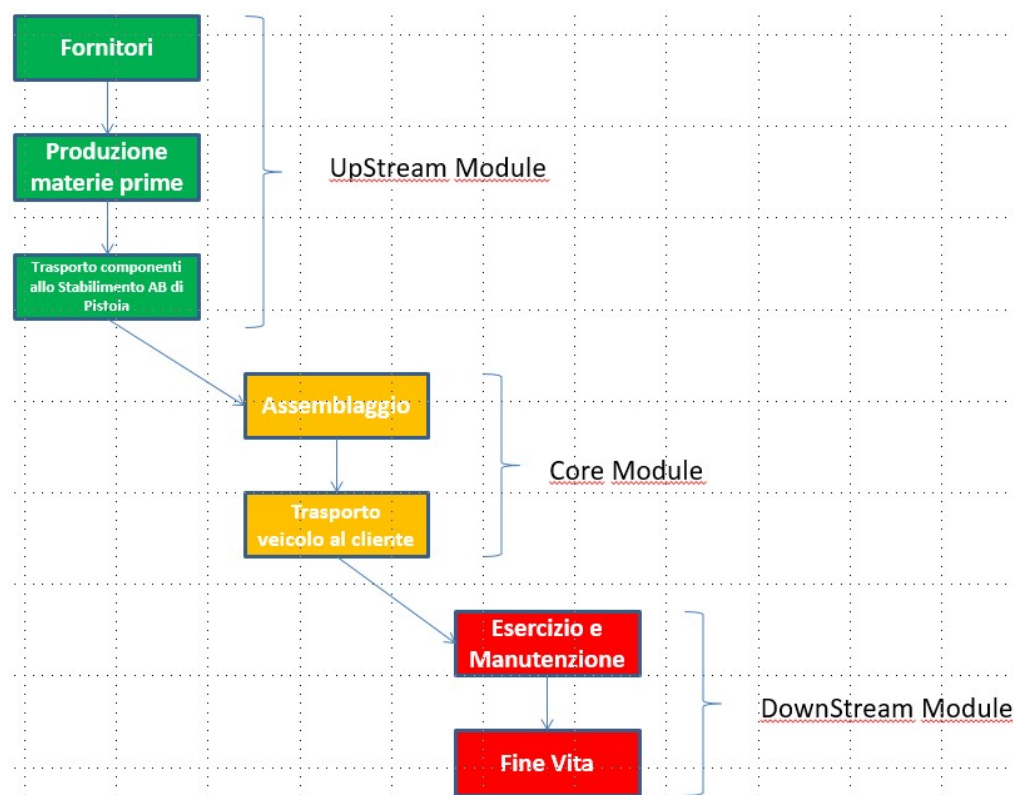
Esclusioni ???



Case Study

4 Descrizione generale dell'inventario del ciclo di vita

"L'analisi d'inventario comprende la raccolta dei dati ed i procedimenti di calcolo che consentono di quantificare i flussi in entrata ed in uscita di un sistema di prodotto" [Par. 5.2.1 UNI EN ISO 14040].





Case Study

4.1 Up Stream Module

Raccolta Dati – Schede Materiali

Scheda raccolta dati materiali				
AZIENDA / U.P.		Componente		
REFERENTE		Periodo di riferimento		
N. Componenti per U.F.		U.M	Quantità	Note
Metalli	Acciaio			
	Acciaio Inox			
	Ghisa			
	Alluminio			
	Rame			
	Zinco			
	Altro			
Inorganici	Ceramica			
	Mica			
	Sinterizzati metallici			
	Sinterizzati grafite			
	Vetro			
	Sabbia silicea			
Plastiche	Allumina			
	Laminati plastici (HPL)			
	Policarbonato			
	PVB per vetro stratificato			
	Resine epossidiche adesive			
	Polimeri per cavi elettrici			
	Polimeri tecnici			
Espanso melamina				



Case Study

Scheda Raccolta Dati Materiali				Scheda Raccolta Dati Materiali			
Azienda	YYY	Componente	Cassa	Azienda	YYY	Componente	Finestrini
n° Componenti	8	Periodo di riferimento	2020	n° Componenti	200	Periodo di riferimento	2020
		UM	Note			UM	Note
Metalli	Alluminio	7500 kg		Metalli	Alluminio	5 kg	
	Acciaio al Carbonio	100 kg		Inorganici	Vetro	30 kg	
Inorganici		kg					
Scheda Raccolta Dati Materiali				Scheda Raccolta Dati Materiali			
Azienda	YYY	Componente	Porte Interne	Azienda	YYY	Componente	ZZZ
n° Componenti	20	Periodo di riferimento	2020	n° Componenti	XXX	Periodo di riferimento	2020
		UM	Note			UM	Note
Metalli	Alluminio	20 kg		Metalli			
	Acciaio al Carbonio	5 kg					
Polimeri	Resina Epossidica	0,5 kg		Inorganici			
Trattamenti Sup.	Vernice	2 kg					

	METALLI		INORGANICI	POLIMERI	TRATT. SUP.	tot
	Alluminio	Acciaio al Carbonio	Vetro	Resina Epossidica	Vernice	
Cassa	60.000	800				60.800
Finestrini	1.000		6.000			7.000
Porte Interne	400	100		10	40	550
.....						
tot	61.400	900	6.000	10	40	68.350

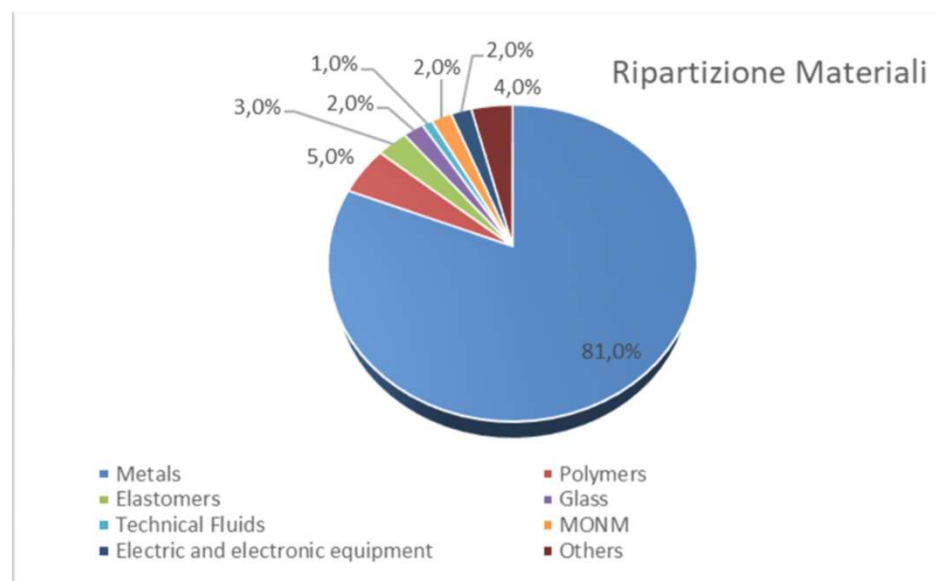


Case Study

4.1 Up Stream Module

Raccolta Dati – Schede Materiali

Product Group	Materials (kg) per veicolo								Total
	Metals	Polymers	Elastomers	Glass	Technical Fluids	MONM	Electric and electronic equipment	Others	
1- Carbody									
2- Interior, windows and doors									
3- Bogies and running gears									
4- Propulsion and electric equipment									
5- Comfort system									
Total									





Case Study

4.1 Up Stream Module

Raccolta Dati – Schede Trasporto

Scheda Raccolta Dati Materiali				Scheda Raccolta Dati Materiali			
Azienda	YYY	Componente	Cassa	Azienda	YYY	Componente	Finestrini
n° Componenti	8	Periodo di riferimento	2020	n° Componenti	200	Periodo di riferimento	2020
		UM	Note			UM	Note
Metalli	Alluminio	7500 kg		Metalli	Alluminio	5 kg	
	Acciaio al Carbonio	100 kg		Inorganici	Vetro	30 kg	
Inorganici		kg					

Scheda Raccolta Dati Trasporto			
Azienda	YYY	Componente	Cassa
n° Componenti	8	Periodo di riferimento	2020
Nazione	Italia	Città	Roma
Distanza	380	km	
Veicolo Utilizzato	Tir	kg	
	23.104	Ton-KM	
Scheda Raccolta Dati Trasporto			
Azienda	YYY	Componente	Finestrini
n° Componenti	200	Periodo di riferimento	2020
Nazione	Germania	Città	Colonia
Distanza	1000	km	
Veicolo Utilizzato	Tir	kg	
	7.000	Ton-KM	



Case Study

4.2 Core module

Le attività eseguite all'interno di uno stabilimento possono, in estrema sintesi, riassumersi in:

- Carpenteria;
- Verniciatura;
- Montaggio;

Infine il veicolo viene consegnato al cliente

Consumi Energetici

- Energia Elettrica
- Metano
- Gasolio

Consumi Materiali

- Oli
- Argon
- Adesivi e Sigillanti

Produzione Rifiuti

- Pericolosi
- Non Pericolosi
- A Recupero
- Non a Recupero

Altro

- Acqua uso industriale
- Acqua Uso civile
-



Case Study

4.2 Core module

Come posso ripartire i consumi di Stabilimento secondo la mia Unità Funzionale ?

Criterio delle ore lavorate

Ore lavorate Stabilimento @@@ nel 2020: 600.000

Ore lavorate per un singolo treno: 50.000

Consumi Energetici Stabilimento:



Consumi Energetici Ripartiti per treno

- Energia Elettrica: 9.000.000 kWh
- Metano: 2.000.000 m³
- Gasolio: 3.000 l

- Energia Elettrica: 750.000 kWh
- Metano: 166.666 m³
- Gasolio: 250 l



Case Study

4.2 Core module

Trasporto Interno tra Stabilimenti

Trasporto al cliente del prodotto

Scheda Raccolta Dati Trasporto			
Azienda	YYY	Componente	Treno
n° Componenti	1	Periodo di riferimento	2020
Nazione Cliente	Italia	Città	Milano
Distanza	200	km	
Veicolo Utilizzato	Tir		
Peso	500.000	kg	
	100.000	Ton-KM	



Case Study

4.3 Downstream module

Fase d'Uso Percorso: lunghezza media, dislivelli, velocità, utilizzo
assorbimento ausiliari (HVAC) ...

Paese in cui Veicolo lavorerà: mix energetico, normative
...

Manutenzione Manutenzione Correttiva

Manutenzione Preventiva

Fine Vita Percentuali di Recuperabilità

Percentuali di Riciclabilità

Modellazione del Fine vita



Case Study

4.3 Downstream module – fase d'uso

Tratta	Km/tratta	Consumo [kWh]	Rigenerazione [kWh]
Milano-Bari	870	16.000	1.000

Dato	Quantità	u.m.
Percorrenza annua	550.000	km
Ciclo di Vita	30	anni
Percorrenza Ciclo di Vita	16.500.000	km
<u>Consumo elettrico ciclo di Vita</u>	<u>284.482.759</u>	<u>kWh</u>
Consumo a km	17,24	kWh/km



Case Study

4.3 Downstream module - Manutenzione

Manutenzione Preventiva contempla interventi programmati, quali:

- rabbocchi di oli, ingrassaggio di componenti, revisione di componenti/impianti e sostituzione di materiali di consumo come, per esempio, dischi o pastiglie dei freni, etc;

Manutenzione Correttiva



Case Study

4.3 Downstream module – Fine Vita

I rifiuti derivanti dallo smantellamento a fine vita del veicolo e quelli dovuti alla sostituzione dei pezzi di ricambio durante le operazioni di manutenzione vengono in parte avviati ai circuiti di riciclo/recupero e in parte a smaltimento.

Le percentuali di riciclabilità e di recupero possono essere calcolate secondo quanto indicato dalla norma UNI-LCA-001.00 Rolling stock – Recyclability and Recoverability – Calculation method

- **Pre-treatment (mP)** dove mP è la massa ricavata dall'estrazione di fluidi e gas
- **Dismantling (mD)** ossia tutti quei componenti che possono essere individuati e rimossi dal veicolo
 - I calcoli vengono eseguiti tramite i coefficienti MRF (Material Recyclability Factor) ed ERF (Energy Recovery Factor)
- **Shredding (mS)** la parte del veicolo che rimane esclusa dai primi due processi



Case Study

4.3 Downstream module – Fine Vita

Railway Product Recycling Rate Calculation Fine Vita

Total Product Mass, MV	500.000	kg	Mass Reused	220	kg	Mass Processed	499.780	kg
Mass Recycled	450.000	kg	Mass Recovered as Energy	6.600	kg	Mass for Disposal	43.180	kg
Mass Material Recovered (Reuse + Recyc)	450.220	kg	Industrial Batteries	10.000	kg			
Reusability	0,04%		Recyclability Rate	90,00%		Recovery Rate	90,04%	



Case Study

5 Valutazione dell'impatto del ciclo di vita

In tale fase i risultati dell'inventario sono assegnati alle categorie d'impatto cioè ad effetti ambientali conosciuti (effetto serra, assottigliamento dello strato di ozono, etc.).

Per ciascuna categoria è stato scelto un indicatore ambientale con l'obiettivo di quantificare, attraverso opportuni metodi di standardizzazione, l'entità con cui il processo produttivo contribuisce agli effetti considerati.



Case Study

5.1 Scelta delle categorie d'impatto, classificazione e caratterizzazione

Categoria d'impatto	Indicatore ambientale
Consumo di risorse naturali	kg risorse naturali
Consumo di risorse energetiche	MJ risorse energetiche
Consumo di risorse idriche	l risorse idriche
Produzione di rifiuti	kg rifiuti prodotti
Potenziali impatti ambientali	
Effetto serra	kg CO2 eq.
Distruzione della fascia d'ozono stratosferico	kg CFC-11 eq.
Acidificazione	kg SO2 eq.
Eutrofizzazione	kg PO4 ³⁻ eq.
Formazione di ossidanti fotochimici	kg C2H4 eq.

Categorie d'impatto	Modello di caratterizzazione	Fattore di caratterizzazione
Effetto Serra	Modello IPCC 2007	kg CO2
Distruzione della fascia di Ozono Stratosferico	Modello WMO (world meteorological organization) 1999	kg CFC-11
Acidificazione	CML 2001	kg SO ₂
Eutrofizzazione	CML 2001	kg PO ₄ ³⁻
Formazione ossidanti fotochimici	CML 2001	kg C ₂ H ₄



Case Study

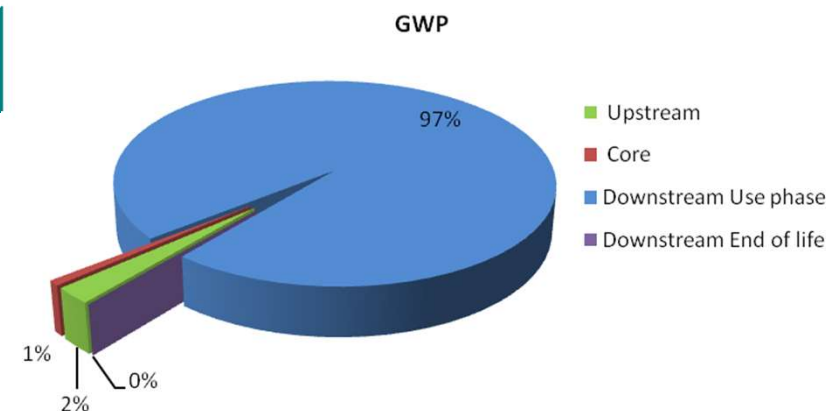
5.2 I Risultati

I risultati vengono ottenuti e riportati attraverso un processo di elaborazione e di successiva verifica dei procedimenti utilizzati.

Nelle tabelle riportati i risultati relativi alla valutazione del ciclo di vita del treno **XXX** suddivisi per fase del ciclo di vita medesimo: Upstream module, Core module, e Downstream module, quest'ultima scomposta in Use phase ed End of life.

ENVIRONMENTAL IMPACTS data for transport of 1 passenger for 1 km	Life Cycle Modules				Total life cycle
	Upstream	Core	Downstream		
			Use phase	End of life	
GWP (kg CO ₂ eq)					
ODP (kg CFC-11eq)					
AP (kg SO ₂ eq)					
EP (kg PO ₄ eq)					
POCP (kg C ₂ H ₄ eq)					

GWP	Treno AV	per u.f.
Kg CO ₂ eq	140.000.000	0,025





Case Study

5.3 Generic Data

Non devono eccedere il 10% del totale prodotto dal sistema

6 Performance Tecniche

Breve descrizione su caratteristiche di velocità, accelerazione, consumi al chilometro, rumore generato etc...



Case Study

7 Interpretazione dei Risultati e Conclusioni


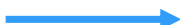
- Quale processo ha mostrato i maggiori impatti ?
- Quali sono le risorse maggiormente utilizzate ?
- Nella fase di Realizzazione del veicolo quali miglioramenti possono essere implementati ?



Case Study

8 Miglioramento

Esempio: sostituzione di pannellature in acciaio all'interno della Testata con pannellature in Alluminio

- Effetti su Up-Stream  Negativi
- Effetti su Down-Stream  Positivi



Grazie dell'attenzione

Grazie dell'attenzione

METTIAMOCI
IN RIGA

