Firmato digitalmente da

STEFANO SERATINI

CN = STEFANO SERATINI
O = Ordine Architetti P.P.C. - Provincia di La Spezia
C = IT

16/07/2025

Relazione LCA Life Cycle Assessment

di Magra Asfalti Srl

Magra Asfalti Srl, con il supporto della consulenza di Gesta Srl Società Benefit, ha svolto un'analisi LCA in relazione all'installazione di un nuovo impianto di selezione meccanica del fresato stradale (R13) al fine di trasformarlo in granulato per il processo di trasformazione in conglomerato bituminoso

Gesta Srl Società Benefit

Indice

Aspetti generali: il Life Cycle Assessment 2

La Metodologia LCA, strumenti e fonti 2

Durata del processo di analisi 2

Il progetto di Magra Asfalti 3

Obiettivo dello studio 3

Il campo di applicazione, i confini del sistema e l'unità funzionale 4

Analisi dell'inventario 4

Analisi degli impatti 7

Confronto tra scenari pre e post impianto 9

Ulteriori considerazioni socio-ambientali extra analisi 9

Interpretazione dei risultati 10

Conclusioni 10

Bibliografia 11

Aspetti generali: il Life Cycle Assessment

Il Life Cycle Assessment o Analisi del Ciclo di Vita (LCA) è una metodologia di analisi che valuta quantitativamente l'impatto ambientale di un prodotto o di un processo lungo tutto il suo ciclo di vita. Il processo viene analizzato in rapporto ad una sua funzione ben definita.

Il ciclo di vita è l'insieme delle fasi che un prodotto o processo attraversa durante la sua esistenza, dalla concezione fino alla fine della vita utile.

L'analisi del ciclo di vita qui descritta è stata condotta in conformità alle norme ISO 14040 e ISO 14044.

Gli elementi chiave di un LCA sono:

1. L'identificazione e la quantificazione dei carichi ambientali impiegati nel processo (materie prime ed energia consumata, emissioni in aria, acqua o suolo e rifiuti prodotti);
2. Valutazione degli impatti potenziali collegati ai carichi ambientali;
3. Valutazione dell'opzioni disponibili al fine di ridurre gli impatti individuati.

La Metodologia LCA, strumenti e fonti

Un'analisi LCA segue quattro fasi distinte:

1. Definizione degli **obiettivi** e del **perimetro dell'analisi**: in questa fase vengono determinati i confini del sistema di processo, la funzione del processo, l'unità funzionale.
2. Analisi dell'**inventario**: in questa fase si raccolgano, organizzano e quantificano i dati relativi ai flussi di materia ed energia del sistema in esame. I dati sono necessari per identificare i carichi ambientali associati a ciascuna fase del sistema di prodotto.
3. **Analisi** degli **impatti ambientali**: in questa fase avviene la valutazione e la quantificazione degli effetti ambientali associati ai flussi di materia e energia.
4. **Interpretazione dei risultati**: questa è la fase in cui si traggono conclusioni e raccomandazioni sulla base degli obiettivi e dello scopo definiti nella prima fase.

Al fine di svolgere l'analisi sono state utilizzate fonti aziendali interne (documentazione amministrativa) e fonti esterne. Ogni fonte esterna è riportata nella sezione Bibliografia del presente elaborato.

Sono entrate a fare parte della documentazione esterna anche i documenti derivanti dalle estrazioni dal software utilizzato. In particolare in questo testo faremo riferimento alla versione Excel dell'estrazione dell'analisi degli impatti, in entrambi gli scenari: "24.1368.C Scenario senza impianto OpenLCA" e "24.1368.C Senario con impianto OpenLCA".

Il software utilizzato per il processo di analisi degli impatti è stato OpenLCA 2.4.0.

Durata del processo di analisi

L'analisi è stata condotta tra aprile e luglio 2025.

Il progetto di Magra Asfalti

Magra Asfalti S.r.l. è una azienda specializzata nella produzione di conglomerato bituminoso, costituita nel 2020 da esperti nel settore della produzione di conglomerato con un'esperienza pluridecennale. L'azienda ha una platea di circa 150 clienti, generalmente grandi e piccole imprese locali. I lavori più consistenti vengono svolti nel territorio della Provincia di La Spezia e per le Autostrade.

L'azienda è dotata di un impianto innovativo per la produzione di conglomerato bituminoso. Per conglomerato bituminoso si intende la miscela di aggregati quali pietrisco, sabbia e filler che, mescolati con bitume (legante), diventano adatti a creare i vari strati delle pavimentazioni stradali e aeroportuali.

Tali conglomerati sono prodotti a caldo (140-180°C), soprattutto ove siano prescritte buone capacità di resistenza delle pavimentazioni. Nella miscela d'asfalto può essere aggiunto del fresato proveniente dal rifacimento delle pavimentazioni, che viene così efficacemente riciclato.

Gli impianti per la produzione di conglomerato bituminoso sono costituiti da diverse macchine, strumenti e sistemi di controllo che operano in un processo altamente automatizzato, gestito dall'operatore attraverso un computer. I parametri impostati propri di ogni macchina-fase sono mantenuti per mezzo di apparecchiature elettroniche ed elettromeccaniche ed appositi sistemi di allarme intervengono per modificare o arrestare, se necessario, l'impianto se i valori rilevati si discostano dai valori impostati oltre la tolleranza ammessa.

Il recente progetto di Magra Asfalti prevede l'acquisto e l'avvio di un processo interno per la produzione di granulato, anche noto come *reclaimed asphalt pavement* (in seguito RAP), a partire dalla selezione del fresato stradale, che è classificato come rifiuto R13. In questo modo l'azienda potrebbe controllare internamente il processo di produzione del granulato anziché acquistarlo esternamente, andando così a:

1. valorizzare un rifiuto come materia prima seconda, evitando l'acquisto di materiale dall'esterno e offrendo al contempo un servizio alle imprese del territorio o in esso operanti che oggi devono spostarsi verso gli impianti presenti fuori provincia della Spezia;
2. controllare internamente il processo di selezione del fresato in modo da poterne anche controllare il grado d'umidità, elemento determinante per il controllo dei consumi nelle fasi successive di produzione di conglomerato.

Obiettivo dello studio

L'obiettivo dello studio è la verifica degli impatti ambientali dell'acquisto del nuovo impianto per la selezione del fresato, in particolare attraverso il confronto tra lo scenario post impianto internalizzato e lo scenario precedente all'acquisto dell'impianto. Inoltre, la presente analisi è stata effettuata per ottemperare ad un requisito del Bando FILSE "Sostegno alla realizzazione di progetti volti alla conversione dell'attività di impresa da un approccio lineare a uno circolare".

Il campo di applicazione, i confini del sistema e l'unità funzionale

L'analisi include tutti i processi a monte necessari per ottenere 1 tonnellata di conglomerato bituminoso. L'unità funzionale di riferimento è 1 tonnellata di conglomerato bituminoso.

Per una rappresentazione schematica del campo di applicazione e dei confini di sistema nei due scenari (con e senza impianto), si rimanda ai diagrammi di flusso riportati nelle Figure 1 e 2.

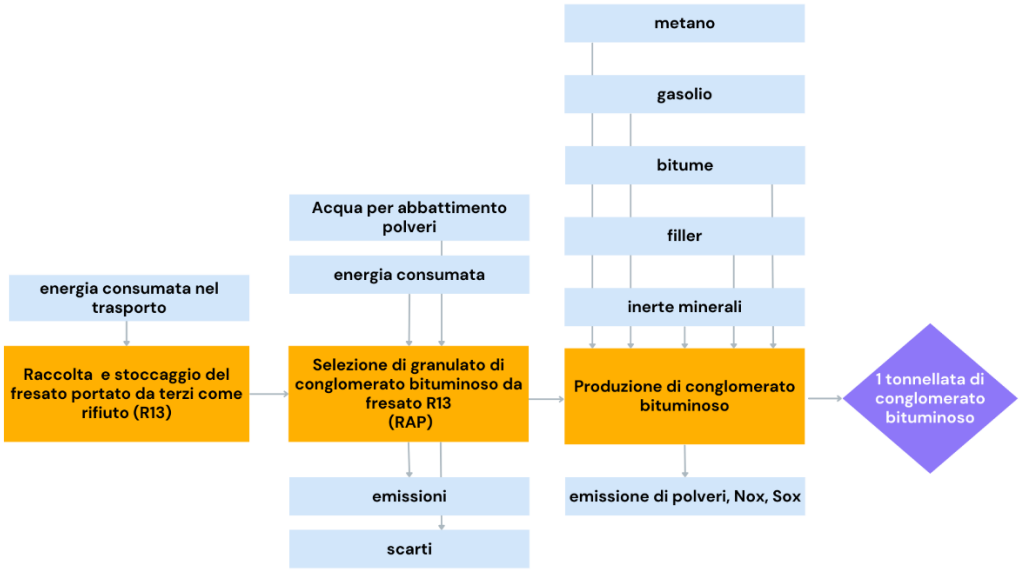


Figura 1 - Scenario con impianto

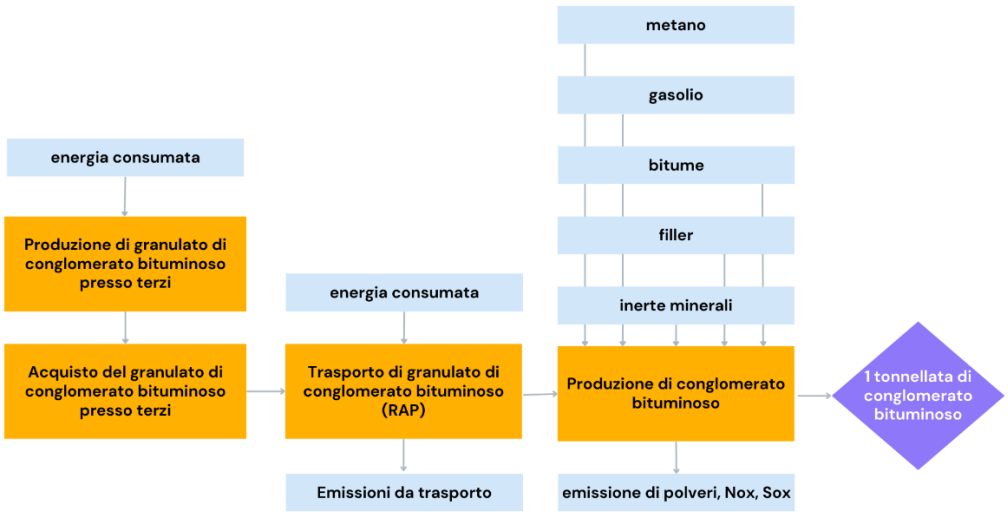


Figura 2 - Scenario senza impianto

Analisi dell'inventario

La fase di analisi dell'inventario ha previsto la raccolta e l'elaborazione dei dati relativi ai principali flussi in ingresso e in uscita associati al sistema analizzato.

In particolare, sono stati identificati gli input (materiali, energia, acqua) e gli output (emissioni atmosferiche, scarti e rifiuti) per ciascuna fase del processo.

I dati sono stati, ove possibile, raccolti direttamente dalle attività aziendali attraverso la documentazione tecnica disponibile (consumi di carburante, potenze dei mezzi, ecc.) ed attraverso interviste al personale informato sui processi. Sono stati analizzati i dati relativi al mese di marzo 2025 in quanto il mese riflette sia un periodo dove la temperatura esterna non è né troppo fredda né troppo calda, sia perché è stato valutato un mese rappresentativo.

Questi dati sono stati successivamente parametrati sull'unità funzionale, pari a 1 tonnellata di conglomerato bituminoso.

Per completare i flussi in ingresso e in uscita e modellare i processi, sono state utilizzate anche fonti esterne disponibili nei database open access del software OpenLCA, in particolare il database ELCD – European Life Cycle Assessment Database.

L'intero modello è stato sviluppato utilizzando il software OpenLCA, con cui è stata implementata la struttura del sistema, la definizione dei processi, l'associazione ai flussi di background e il successivo calcolo degli impatti ambientali.

La seguente tabella riporta la parametrizzazione su 1 tonnellata di conglomerato bituminoso (unità funzionale) dei dati raccolti dall'azienda e riferiti alle principali fasi del processo di produzione di conglomerato nello scenario pre e post impianto.

Scenario pre impianto			
Fase	**Input/ Output**	**Valore parametrato**	**Unità di misura**
Produzione di RAP pre impianto	**Gasolio da impianto mobile di trasformazione fresato (10%)**	**0,0106**	**litri**
	Energia elettrica (90%)	**8**	**MJ**
	Quantità di RAP	**0,325**	**ton**
Trasporto RAP	**Gasolio per autotrazione**	**0,179**	**litri**
Produzione conglomerato	**Bitume**	**0,0235**	**ton**

	Inerti	0,6108	ton
	Filler	0,0400	ton
	Metano	5,95	kg
	Elettricità impianto	17,2	kWh
	Acqua	0,168	mc
Scenario post impianto			
Fase	Input/ Output	Valore parametrato	Unità di misura
Trasporto in entrata di fresato	Quantità di fresato	0,81	ton
	Gasolio per trasporto	0,22	litri
Selezione RAP	RAP selezionato	0,405	ton
	Elettricità selezione	3,24	MJ
	Acqua abbattimento polveri	0,021	mc
Produzione conglomerato	Bitume	0,020	ton

	Inerti	0,54	ton
	Filler	0,035	ton
	Metano	7,87	mc
	Elettricità impianto	16,35	kWh
	Acqua	0,021	mc

Le **differenze principali tra i due scenari** sono:

1. Il **consumo di gasolio per il trasporto** di materiale dall'esterno di cui si stima una diminuzione del 50% in termini di km percorsi nello scenario post impianto;
2. Un incremento del **consumo di RAP** nello scenario post impianto, che di conseguenza riduce il ricorso agli altri elementi della produzione (filler, inerti vergini, bitume);
3. Una cauta previsione di un **consumo inferiore** (del 5%) **di metano** nello scenario post impianto dovuto alla possibilità di maggior controllo circa il contenuto di umidità del prodotto.

Analisi degli impatti

Una volta preparata una tabella di riparametrazione dei dati, sono stati creati su OpenLCA i sistemi di prodotto del primo scenario (senza impianto) e del secondo scenario (con impianto).

Per lo **scenario senza impianto** sono state identificate le seguenti fasi:

1. **Produzione di RAP presso terzi**: nel primo scenario la produzione di RAP avviene all'esterno del sito aziendale. Non sono conosciuti i dettagli della produzione esterna ma è stato ipotizzato che la maggior parte del RAP provenga da un processo di selezione del fresato simile a quello acquistato dall'azienda (il 90%). Il 10% invece che provenga da piccoli impianti mobili di selezione alimentati a gasolio.
2. **Trasporto del RAP verso il sito di Magra Asfalti**: in questa fase il RAP viene trasportato verso il sito di Magra Asfalti. I km che vengono percorsi per il trasporto sono maggiori sia per le imprese che fresano l'asfalto nel territorio e lo conferiscono al centro di raccolta (i primi centri analoghi al centro in esame si trovano a Pallerone o in Versilia), sia per chi, come Magra Asfalti, recupera il prodotto finito dal centro per trasportarlo presso il suo impianto.

3. **Produzione di conglomerato bituminoso**: in questa fase viene effettuata la mescola di inerti minerali e bitume, i componenti vengono riscaldati separatamente prima di essere mescolati ed in particolare il bitume viene riscaldato da serpentine elettriche mentre gli inerti da bruciatore alimentato a gas metano.

Per lo **scenario con impianto** sono state identificate le seguenti fasi:

1. **Trasporto in ingresso di fresato d'asfalto**: in questo scenario le ditte del territorio oppure in esso operanti trasportano il fresato verso il sito di Magra Asfalti, che farà la funzione di centro di raccolta di questo rifiuto (R13);
2. **Selezione del fresato e trasformazione** in RAP: in questa fase viene azionato il nuovo impianto elettrico per la trasformazione del fresato in RAP per la produzione di nuovo conglomerato;
3. **Produzione di conglomerato bituminoso**: in questa fase viene effettuata la mescola di inerti minerali e bitume, i componenti vengono riscaldati separatamente prima di essere mescolati ed in particolare il bitume viene riscaldato da serpentine elettriche mentre gli inerti da bruciatore alimentato a gas metano. Nello scenario post impianto gli inerti sono costituiti in misura maggiore da RAP derivante dal riciclo del fresato ed in misura minore dagli altri componenti. I consumi sono ridotti del 5% (stima prudenziale) poiché il maggior controllo sulla trasformazione del rifiuto R13 (fresato) consente di ottenere un RAP più secco.

Come metodo per l'analisi degli impatti è stato utilizzato **ReCiPe Midpoint (H)**, che valuta gli impatti ambientali su un orizzonte temporale di 100 anni. È stato scelto in quanto uno dei metodi di calcolo tra i più completi per l'intero ciclo di vita del processo.

Di seguito, è riportato un estratto della tabella riepilogativa degli impatti prodotti nel processo del primo scenario senza impianto di trasformazione del fresato. Sono stati selezionati i 5 impatti maggiori.

Impact category	*Reference unit*	*Result*
Global warming	*kg CO2 eq*	*102,1946*
Terrestrial ecotoxicity	*kg 1,4-DCB*	*55,61745*
Fossil resource scarcity	*kg oil eq*	*31,22518*
Human non-carcinogenic toxicity	*kg 1,4-DCB*	*9,422822*
Ionizing radiation	*kBq Co-60 eq*	*4,625215*

Di seguito, è riportato un estratto della tabella riepilogativa degli impatti prodotti nel processo del secondo scenario con impianto di trasformazione del fresato. Sono stati selezionati i 5 impatti maggiori.

Impact category	*Reference unit*	*Result*
Global warming	*kg CO2 eq*	*90,90429*
Terrestrial ecotoxicity	*kg 1,4-DCB*	*49,44044*
Fossil resource scarcity	*kg oil eq*	*28,12735*
Human non-carcinogenic toxicity	*kg 1,4-DCB*	*8,356857*
Ionizing radiation	*kBq Co-60 eq*	*3,691526*

Si può notare come le aree di impatto siano le medesime 5 e come tutte e 5 risultino mitigate nello scenario post impianto:

1. **Il contributo al riscaldamento globale** è dovuto principalmente alla combustione di gasolio per la movimentazione ed il trasporto e al consumo di metano. È l'area di impatto che si riduce maggiormente con l'introduzione della soluzione per la trasformazione del RAP.
2. **L'ecotossicità terrestre** è dovuta, oltre che al consumo di metano e di gasolio, anche alla produzione di bitume e aggregati vergini che implicano lavorazioni estrattive ad alto carico ambientale.
3. L'incisione sulla **scarsità di risorse fossili** è spiegata dall'utilizzo di fonti fossili nei processi.
4. Sulla **tossicità non cancerogena** per gli esseri umani incide il trasporto, ma soprattutto la produzione di bitume.
5. Le **radiazioni ionizzanti** contribuiscono a danni biologici e sono dovute principalmente alla produzione dell'energia elettrica da fonte nucleare che fa parte del mix energetico preso in considerazione dal database utilizzato.

Confronto tra scenari pre e post impianto

Una volta creati i due sistemi di prodotto, questi sono stati confrontati sempre attraverso il software, utilizzando come metodo ReCiPe Midpoint (H).

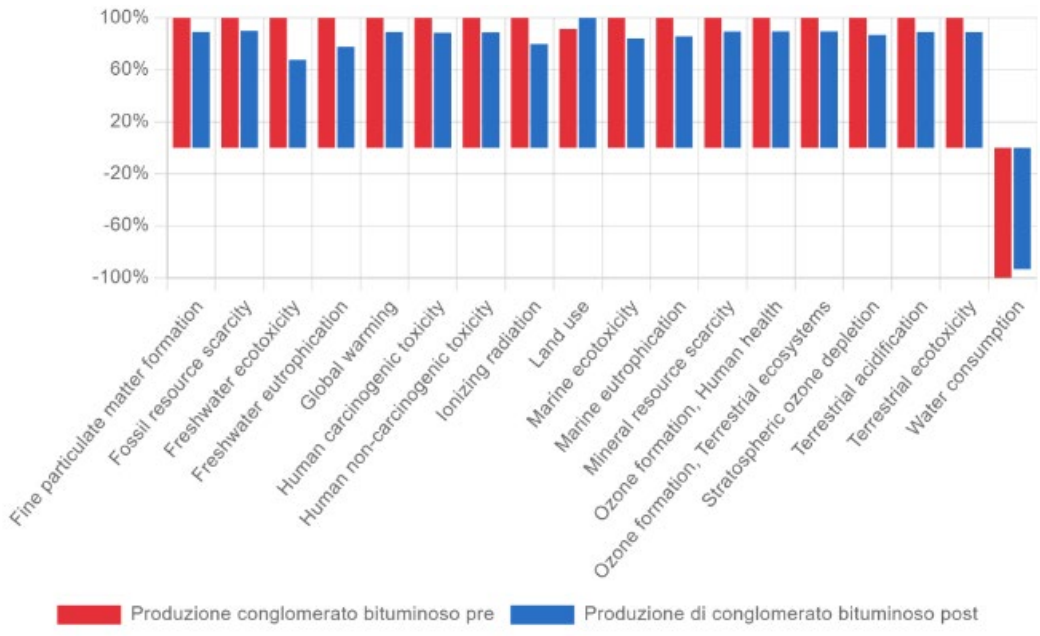


Figura 3 - Grafico prodotto dal report di confronto elaborato con OpenLCA

La soluzione post installazione dell'impianto emerge come la più conveniente dal punto di vista ambientale per la gran parte degli impatti considerati dal metodo.

Ulteriori considerazioni socio-ambientali extra analisi

La soluzione post-impianto, oltre ai benefici ambientali dimostrati dall'analisi LCA e alla maggiore circolarità della soluzione, può comportare ulteriori miglioramenti al contesto socio-ambientale locale:

1. Minore traffico stradale dovuto alla creazione di un ulteriore centro di raccolta del fresato per chi si trova ad effettuare operazioni di fresatura nei pressi dell'impianto;

2. Crescita del business di Magra Asfalti Srl che può comportare la crescita di opportunità di impiego per persone del territorio della provincia di La Spezia.

Interpretazione dei risultati

L'analisi dei due scenari mostra una riduzione generalizzata degli impatti ambientali associati alla produzione di 1 tonnellata di conglomerato bituminoso nella soluzione post impianto per la produzione di RAP da fresato d'asfalto.

L'indicatore più rilevante, il Global Warming Potential (GWP), registra una diminuzione dell'11% evidenziando l'efficacia dell'intervento nel contenimento delle emissioni climalteranti. Tale beneficio è imputabile soprattutto alla riduzione dei trasporti a lungo raggio e al miglior controllo dell'umidità del RAP, che consente di diminuire i consumi di metano.

Analogamente, si registrano riduzioni negli altri indicatori chiave:

1. Terrestrial ecotoxicity: da 55,62 a 49,44 kg 1,4-DCB eq (–12%);
2. Fossil resource scarcity: da 31,23 a 28,13 kg oil eq (–11%);
3. Human non-carcinogenic toxicity: da 9,42 a 8,36 kg 1,4-DCB eq (–13%);
4. Ionizing radiation: da 4,63 a 3,69 kBq Co-60 eq (–25%).

Questi dati confermano che la gestione interna del RAP consente una maggiore efficienza ambientale, sia per via dell'ottimizzazione dei trasporti, sia per la maggiore sostituzione di materiali vergini (inerti), filler e bitume con materiali riciclati. Inoltre, l'uso di un impianto alimentato elettricamente contribuisce alla riduzione del consumo diretto di combustibili fossili.

Va sottolineato che, nello scenario precedente, una buona parte del RAP acquistato (circa il 25%) non veniva utilizzato, configurando un potenziale impatto indiretto non mappato dall'LCA ma significativo sotto il profilo ambientale. L'introduzione dell'impianto, centralizzando e razionalizzando la gestione del fresato, contribuisce a mitigare questo rischio di sovrapproduzione e spreco di risorse.

Conclusioni

L'introduzione dell'impianto per la selezione del fresato comporta un miglioramento del profilo ambientale del processo produttivo di Magra Asfalti Srl, in coerenza con gli obiettivi di economia circolare promossi dal Bando FILSE.

I benefici osservati includono:

1. Riduzione complessiva degli impatti ambientali, in particolare del GWP (global warming potential) e dell'uso di risorse fossili;
2. Maggiore efficienza nell'uso del RAP, con conseguente diminuzione dell'uso di materie prime vergini;
3. Riduzione dei trasporti e dei relativi impatti ambientali e logistici;
4. Potenziali benefici sociali e occupazionali sul territorio.

Per garantire che i benefici ambientali si consolidino ed evolvano ulteriormente, si suggeriscono le seguenti azioni:

1. Proseguire il monitoraggio dei dati dopo l'introduzione del nuovo impianto in modo tale da poter confermare i vantaggi attesi a seguito dell'analisi;
2. Valutazione dell'impatto su base annuale o pluriennale estendendo l'analisi su periodi più lunghi in modo tale da mappare con precisione le variazioni stagionali dei consumi e degli impatti;
3. Divulgare internamente gli esiti dell'LCA come buona pratica aziendale di sostenibilità e strumento formativo per accrescere la consapevolezza del personale in materia ambientale.

Bibliografia

UNI EN ISO 14040:2021 - Gestione Ambientale — Valutazione del ciclo di vita — Requisiti e linee guida

UNI EN ISO 14044:2021- - Gestione Ambientale — Valutazione del ciclo di vita — Principi e quadro di riferimento

Comunicazione n.306/2023 della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni su un quadro di monitoraggio riveduto per l'economia circolare

OpenLCA Software, version 2.4.0, Disponibile su: https://www.openlca.org

ReCiPe 2016 Midpoint (H)

ELCD – European reference Life Cycle Database. European Commission – JRC. Disponibile su: https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/

Regione Liguria. Bando FILSE – Azione 2.6.1 Economia Circolare

Le tecnologie impiantistiche per il riutilizzo del materiale fresato dalle pavimentazioni – Marzio Ferrini. Rassegna del Bitume 86/17