CREIAMO
creiamo-circulareconomy.com

ECONOMIA CIRCOLARE DELLE FILIERE OLIVICOLA E VITIVINICOLA.
Valorizzazione dei sottoprodotti e degli scarti tramite processi innovativi e nuovi modelli di business

VALUTAZIONE AMBIENTALE DEL PROGETTO CREIAMO ATTRAVERSO LA METODOLOGIA LIFE CYCLE ASSESSMENT - LCA

Franco H. Gomez, Ph.D

Dipartimento DICATAM, Università di Brescia

Emanuela De Marco, Ph.D

Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali, ENEA

Università di Brescia, Aula Consiliare, 25 gennaio 2022

CREIAMO
creiamo-circulareconomy.com

WP2 - PRODUZIONE DI BIOSURFATTANTI DAI RESIDUI DEI SETTORI DELL'OLIO D'OLIVA E DEL VINO

Ottenere una soluzione di acqua grezza o parzialmente purificata contenente i biosurfattanti prodotti a partire dai residui della produzione di vino e olio d'oliva. I biosurfattanti dovrebbero essere prodotti con una resa sufficiente per le applicazioni ambientali a valle. Le soluzioni dovrebbero avere caratteristiche ecotossicologiche adatte al loro rilascio nell'ambiente.

WP3 - TRATTAMENTO DI TERRENI CONTAMINATI UTILIZZANDO BIO-SURFATTANTI PRODOTTI

Verificare l'efficacia dei biosurfattanti prodotti nel WP2 nel trattamento di suoli contaminati da idrocarburi petroliferi totali (TPH) e idrocarburi poliaromatici (IPA). A questo scopo, saranno effettuati test su scala di laboratorio con suoli specificamente contaminati.

VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

Substrate(s)	Pretreatments	Strain	Biosurfactant type	Biosurfactant production (mg/L)	References
Winery wastes					
Trimming wine shoots	Acid hydrolysis + detoxification	*Lactobacillus pentosus* CECT-4023^T	Bioemulsifier	6500	(Moldes et al. 2007)
Trimming wine shoots	Acid hydrolysis + detoxification	*Lactobacillus acidophilus* CECT-4179 and *Debaryomyces hansenii* Y-7426	Not characterized	NA	(Portilla et al. 2008)
Grape marcs	Acid hydrolysis	*Lactobacillus pentosus* CECT-4023^T	Bioemulsifier	4.8	(Portilla-Rivera et al. 2008)
Trimming wine shoots + wine lees	Acid hydrolysis + enzymatic hydrolysis (shoots) Recovery of tartaric acid (lees)	*Lactococcus lactis* ssp. lactis CECT-4434	Not characterized	1.5	(Rodríguez et al. 2010)
Wine lees	NO	*Lactococcus lactis* ssp. lactis CECT-4434	Glycolipopeptide	6.64	(Vera et al. 2018)
Grape marcs (nonfermented) (white)	**Raw broth 80% (v/v)**	***Burkholderia thailandensis* E264**	**Safe long-chain rhamnolipids**	**1070**	**Our study**
Olive oil wastes					
Olive oil Mill effluent (OOME)	Dilution + $NaNO_3$	*Pseudomonas* sp.JAMM	Rhamnolipid	1400 >	(Mercadé et al. 1993)
Olive mill waste (OMW)	NO	*B. subtili* N1 and *P. aeruginosa* PAO1	Surfactin and Rhamnolipid	3.12 (Surfactin) 191.46 (Rhamnolipid)	(Moya-Ramírez et al. 2015)
Olive mill waste (OMW)	i) acid hydrolysis ii) enzymatic hydrolysis iii) acid hydrolysis + enzymatic hydrolysis	*B. subtilis* N1 and *P. aeruginosa* PAO1	Surfactin and Rhamnolipid	26.5 (Surfactin) 299 (Rhamnolipid)	(Moya Ramírez et al. 2016)
Olive mill waste (OMW)	NO	*P. aeruginosa* #112	Rhamnolipid	5100	(Gudiña et al. 2016)
Olive mill pomace(OMP)	**Autoclaved in the culture medium 2% (w/v)**	***Burkholderia thailandensis* E264**	**Safe long-chain rhamnolipids**	**300**	**Our study**

VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

WP3 - TRATTAMENTO DI TERRENI CONTAMINATI UTILIZZANDO BIO-SURFATTANTI PRODOTTI DA RESIDUI DEI SETTORI DEL VINO

Confirm the biosurfactants' effectiveness in treating soils contaminated by petroleum hydrocarbons (TPHs) and (PAHs).
Lab-scale tests: Soils artificially contaminated

Soil washing technologies

Soil washing using various concentrations of biosurfactans produced on winery residues

Biosurfactants to enhance the soil bioremediation strategies

- **Mesocosm studies**
- **Bioslurry experiments**
- **Bioelectrochemical systems**

WP4 - VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

Verificare che i **biosurfattanti** prodotti da residui, abbiano una migliore valutazione dell'impatto ambientale rispetto ai prodotti che stanno sostituendo.

Task 4.1 - **Definizione degli scenari e identificazione dei confini del sistema**
Leader: ENEA Partner: UniBS

Al fine di eseguire valutazioni ambientali, i **confini del sistema** sono stati definiti attraverso il supporto dei partner coinvolti. Per le **analisi comparative** analisi dei processi convenzionali.

Task 4.2 - **Studi di valutazione del ciclo di vita (LCA)**
Leader: UniBS Partner: ENEA, UniMiB

Gli studi LCA attributivi saranno focalizzati sulla metodologia sperimentale sviluppata in laboratorio nel WP2 e WP3 e la loro scalabilità a scala pilota e posibile produzione commerciale.
Identificazione dei punti critici dei processi e i miglioramenti su di essi (raccomandazioni su metodi e soluzioni tecnologiche), i **potenziali benefici di soluzioni e scenari innovativi rispetto ai sistemi convenzionali**.

WP4 - VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

CREIAMO
creiamo-circulareconomy.com

LCA1

Gate to Gate, relativo alla valutazione del ciclo di vita della **produzione dei Ramnolipidi dagli scarti del vino e dell'olio di oliva**;

scenario

scenario

CONFRONTO E SCELTA

LCA2

Gate to Gate, relativo al processo di **decontaminazione di un terreno contaminato con idrocarburi**, mediante l'utilizzo del migliore ramnolipido RL prodotto nel WP2 e confrontare l'impatto con l'utilizzo del tensioattivo chimico Twin 80 utilizzando diverse tecniche per il trattamento

scenario

scenario

CONFRONTO E SCELTA

CREIAMO
creiamo-circulareconomy.com

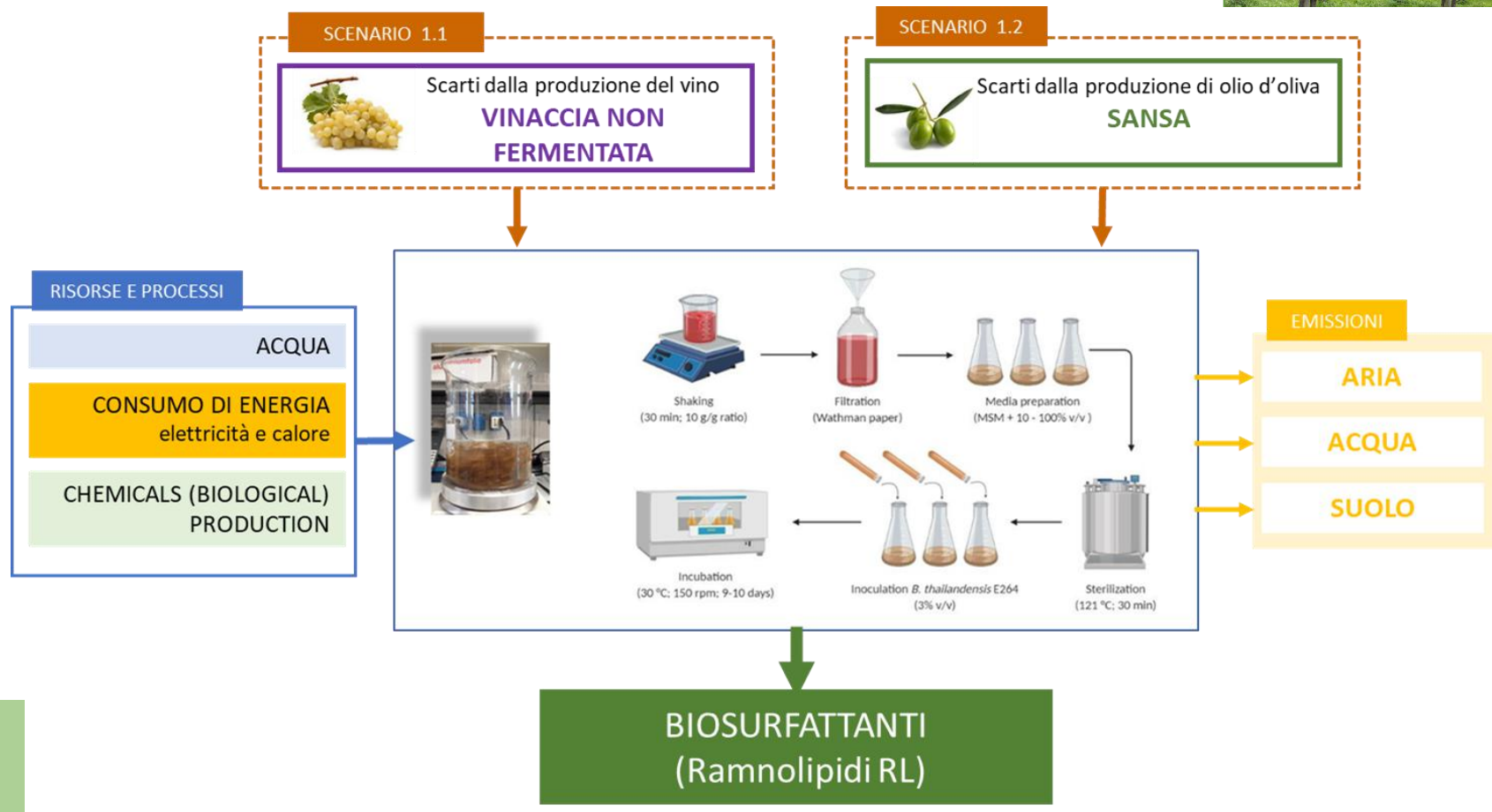
LCA 1 - Produzione di Biosurfattanti (Ramnolipidi) a scala di laboratorio: Gate to Gate

Obiettivo:

Determinare l'impatto ambientale per il processo di sintesi di biosurfattanti (Raminolipidi) su scala di laboratorio, dove sono stati utilizzati diversi tipi di substrati (scarti dal processo di produzione di olio d'oliva e vino) a cui sono stati inoculati diversi tipi di batteri non patogeni.

Sub Obiettivo:

Selezionare lo scenario di produzione dei RL con prestazioni migliori in termini di produzione, purezza e livello di emissioni in ambiente.



Unità funzionale: 1 grammo di Ramnolipido

VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

LCA 1 - Produzione di Biosurfattanti (Ramnolipidi) a scala di laboratorio: Gate to Gate

Confini del sistema:

Lo starting point è la raccolta in laboratorio della materia organica necessaria per la produzione dei biosurfattanti e termina con la produzione della soluzione. Non si terrà conto dell'aspetto relativo a "Construction and Material production", escludendo dal processo valutativo I flussi relativi ai processi di costruzione e dei materiali necessari per la costruzione delle attrezzature di laboratorio. Verranno invece considerati i flussi di energia necessari per il funzionamento degli stessi.

Metodologia:

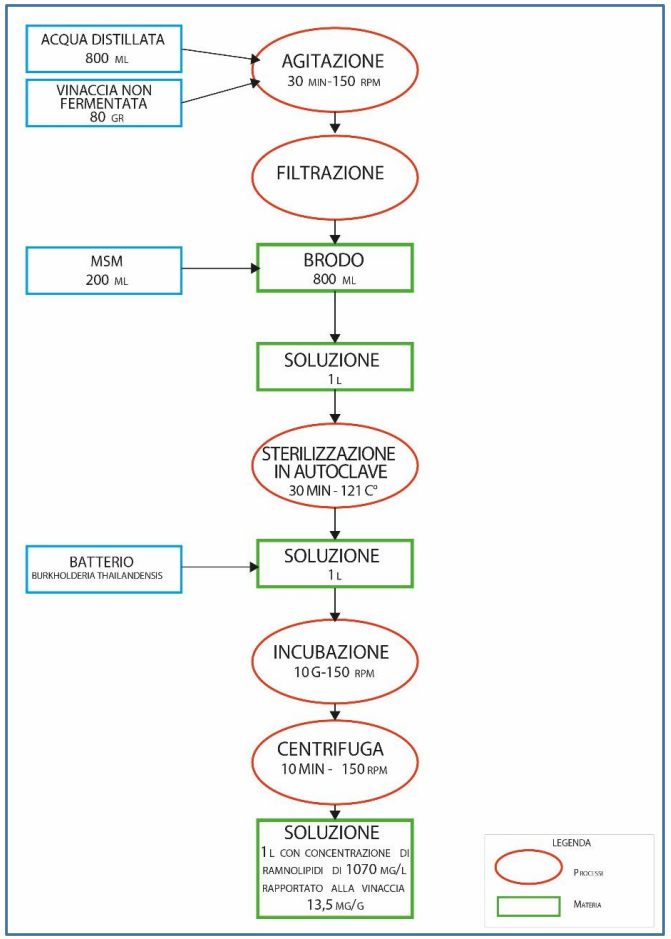
L'analisi è stata condotta seguendo lo standard per la metodologia LCA delineata nellla norma ISO 14040 e 14044. Lo studio LCA **Gate to Gate** esamina la sequenza di step nel ciclo di vita del sistema di prodotto e la produzione del prodotto stesso.

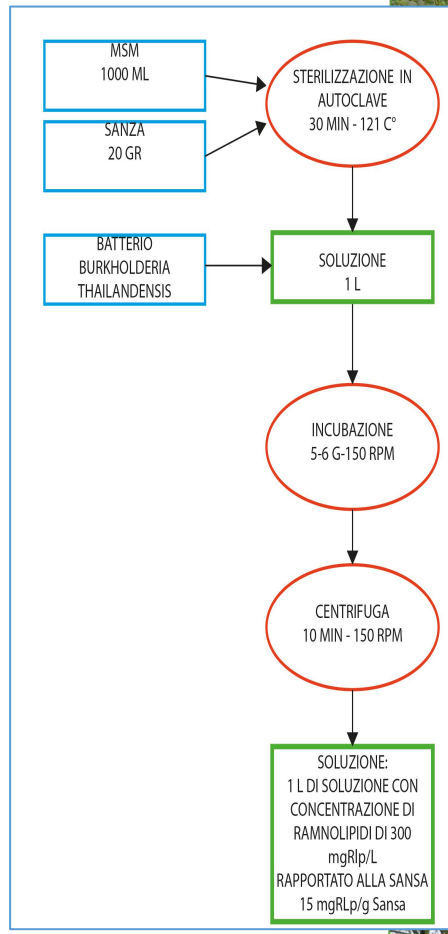
Valutazione d'impatto:

Metodi di valutazione degli impatti> Recipe midpint method (hierarchist A.) IPCC.
Sotfware SIMAPRO Academic Ph.D Versione 6.

Fonte dei dati:

L'inventario LCI è stato formulato su dati diretti raccolti in base alle prove di laboratorio e dati secondari da letteratura.





VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

LCA 1 - Produzione di Biosurfattanti (Ramnolipidi) a scala di laboratorio: Gate to Gate

		VINACCIA NON FERMENTATA / Non fermented grape marc NF				SANSA DI OLIO DI OLIVA / OLIVE OIL POMACE				RAMNOLIPIDO TRADIZIONALE - OLIVE WASTES (OLIVE MILL POMACE) - P.
CARATERISTICHE /	**Unitá**	**COMPOSIZIONE NELLO SCARTO**	**IN 80 g di Vinaccia NF**	**Con 74,8 gr di Vinaccia NF**	**Unitá**	**COMPOSIZIONE NELLO SCARTO**	**IN 20 gr di Sansa**	**Con 66,7 gr di Sansa**	**Unitá**	**IN gr**
Quantitá di scarto	gr		**80**	**74,8**	**gr**		**20**	**66,7**	**gr**	10
Pretratamiento con Acido sulfurico	ml		**48**							50
Umiditá	%	60	**48**			**57**	11,4			64,4
Total polyphenol TPC	(g/kg)	6,7	0,54	0,50	g	1,1	0,02	0,07	g	1,1
Malic Acid	(g/kg)	4,4	0,35	0,33	g	0	0,00	0,00	g	0
Tartaric acid	(g/kg)	14	1,12	1,05	g	0	0,00	0,00	g	0
Glycerin	(g/kg)	4,39	0,35	0,33	g	0,82	0,02	0,05	g	0,82
Fructose	(g/kg)	61,3	4,90	4,59	g	0	0,00	0,00	g	0
Galactose	(g/kg)	0,1	0,01	0,01	g	0,2	0,00	0,01	g	0,2
Glucose	(g/kg)	65,4	5,23	4,89	g	0,2	0,0040000	0,01	g	0,2
C/N (Raporto Carbonio/Azzoto)		**30,6**				**46,3**				46,3
ST (%tq)		30	24,00	**22,44**	g	31	6,20	**20,68**	g	31
Fibre (% ST)	% en peso	10	8,00	7,48	g	71,4	4,43	14,76	g	71,4
Proteine	(g/kg)	39	3,12	2,92	g	9	0,56	1,86	g	7,1
Oli e grassi (Lipidi)	% en peso	2	1,60	1,50	g	19,1	1,18	3,95	g	3,9
Totali zuccheri solubili in soluzione			12,50	11,69	gr		0,05	0,15	gr	9,5

Moya Ramírez et al. 2016

		Per VINACCIA		Per SANZA	
MINERAL SALT MEDIUM MSM		**200**	**ml**	1000	ml
NaNO3	g/l	2	0,4	2	gr
Na2HPO4	g/l	0,9	0,18	0,9	gr
KH2PO4	g/l	0,7	0,14	0,7	gr
MgSO47H2O	g/l	0,4	0,08	0,4	gr
CaCl2*H2O	g/l	0,1	0,02	0,1	gr
FeSO47H2O	g/l	0,001	0,0002	0,001	gr
H2O		200	ml	1000	ml

CREIAMO
creiamo-circulareconomy.com

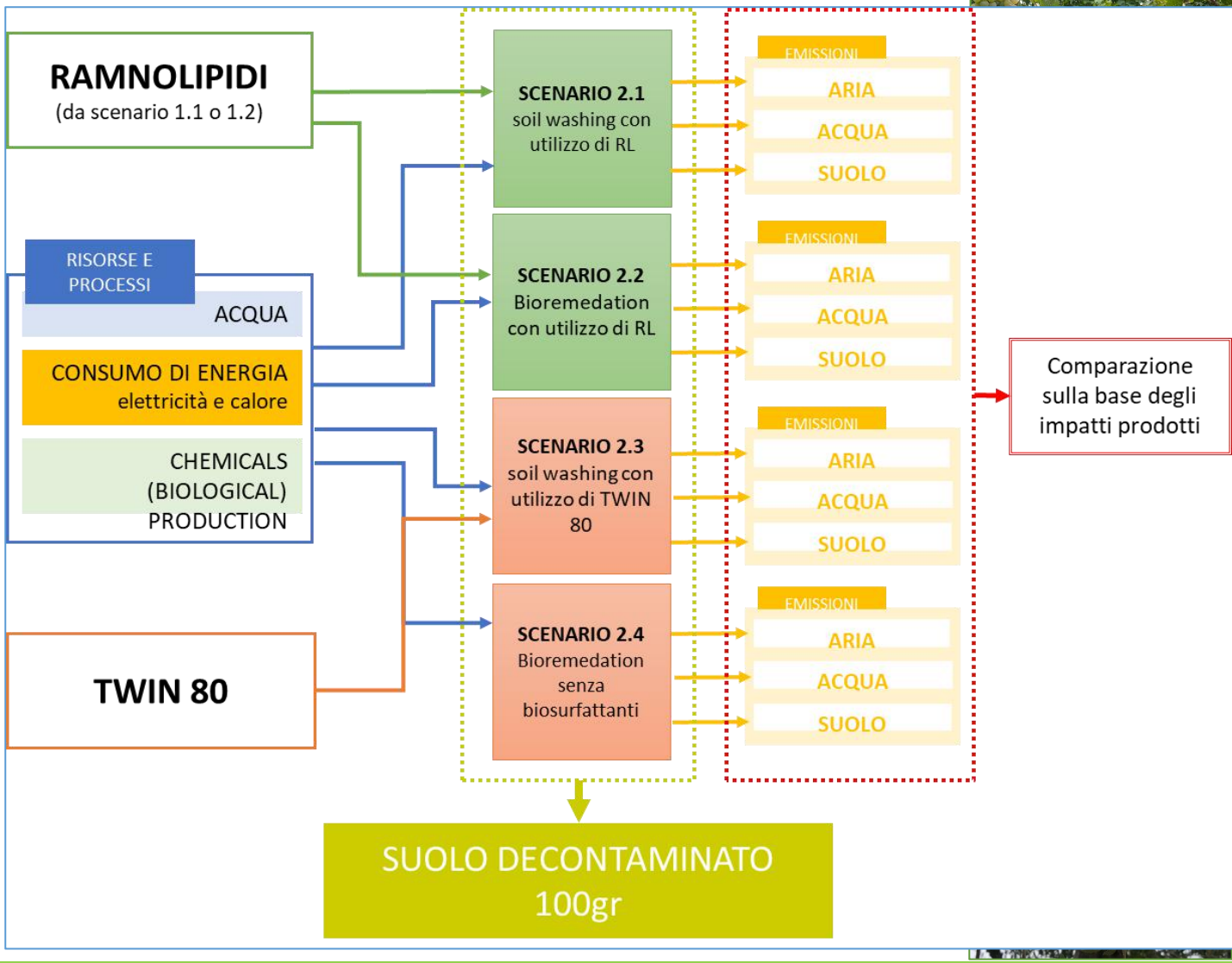
LCA 2 - Decontaminazione del suolo a scala di laboratorio: Gate to gate

Obiettivo:

Quantificare la riduzione dell'impatto ambientale dovuta alla decontaminazione di un terreno contaminato con idrocarburi, mediante l'utilizzo del migliore ramnolipido RL prodotto (SCENARIO 1.1 o SCENARIO 1.2) nel WP2 per sperimentare a scala di laboratorio mediante l'utilizzo di diverse tecniche di risanamento e confrontare l'impatto con l'utilizzo del tensioattivo chimico Twin 80 usato nel trattamento di terreni contaminati da idrocarburi.

Lo studio comparativo verrà condotto considerando 2 tecniche in particolare: SOIL WASHING, Biopile, Bioelectrochemical System-BES, BIOSLURRY

Unità funzionale: 1000 grammi di suolo decontaminato.



VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

LCA 2 - Decontaminazione del suolo a scala di laboratorio: Gate to gate

Confini del sistema:

Lo starting point è la raccolta in laboratorio della soluzione di raminolipidi con maggiore purezza e termina con l'ottenimento del terreno decontaminato. Non si terrà conto dell'aspetto relativo a "Construction and Material production", escludendo dal processo valutativo I flussi relativi ai processi di costruzione e dei materiali necessari per la costruzione delle attrezzature di laboratorio. Verranno invece considerati i flussi di energia necessari per il funzionamento degli stessi.

Metodologia:

L'analisi è stata condotta seguendo lo standard per la metodologia LCA delineata nellla norma ISO 14040 e 14044. Lo studio LCA **Gate to Gate** esamina la sequenza di step nel ciclo di vita del sistema di prodotto e la produzione del prodotto stesso.

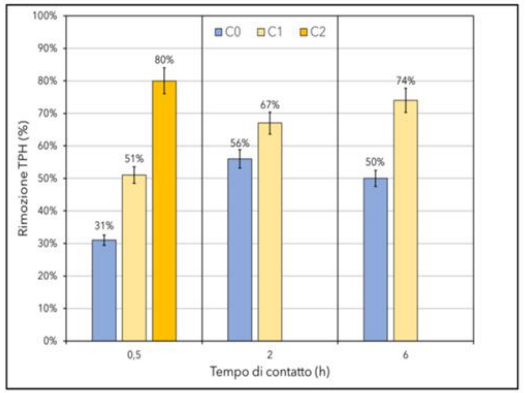
Valutazione d'impatto:

Metodi di valutazione degli impatti> Recipe midpint method (hierarchist A.) IPCC. Sotfware SIMAPRO Academic Ph.D Versione 6.

Requisisti dei dati:

L'inventario LCI è stato formulato su dati diretti raccolti in base alle prove di laboratorio e dati secondari da letteratura.

Terreno contaminato da diesel proveniente da sito reale (>6000 ppm)



Rimozione TPH dell'80% con 2CMC e 30 minuti

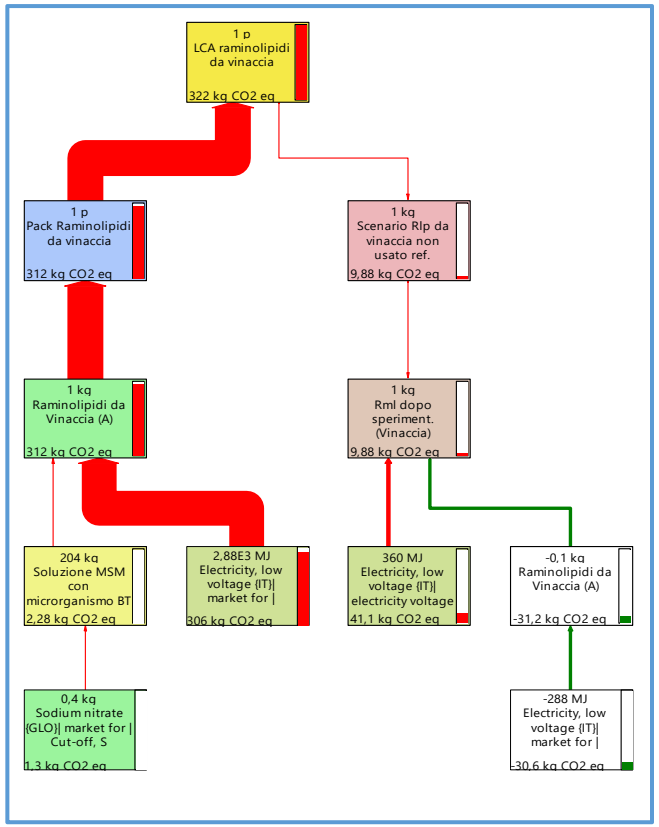
Passaggio a scala industriale

In corso studi ed analisi di LCA (Life Cycle Assessment) per comparare il ciclo di vita di questi nuovi ramnolipidi con quello dei tensioattivi sintetici

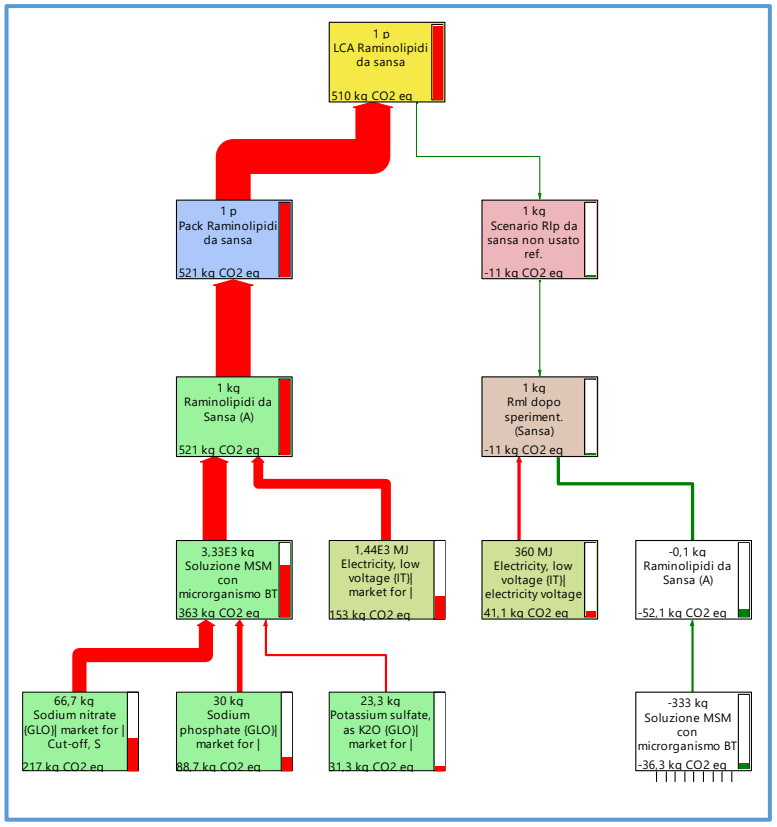
Soluzioni contenenti solo ramnolipidi a concentrazioni 1CMC=0,5 g/l e 2CMC=1 g/l

LCA produzione di Raminolipidi

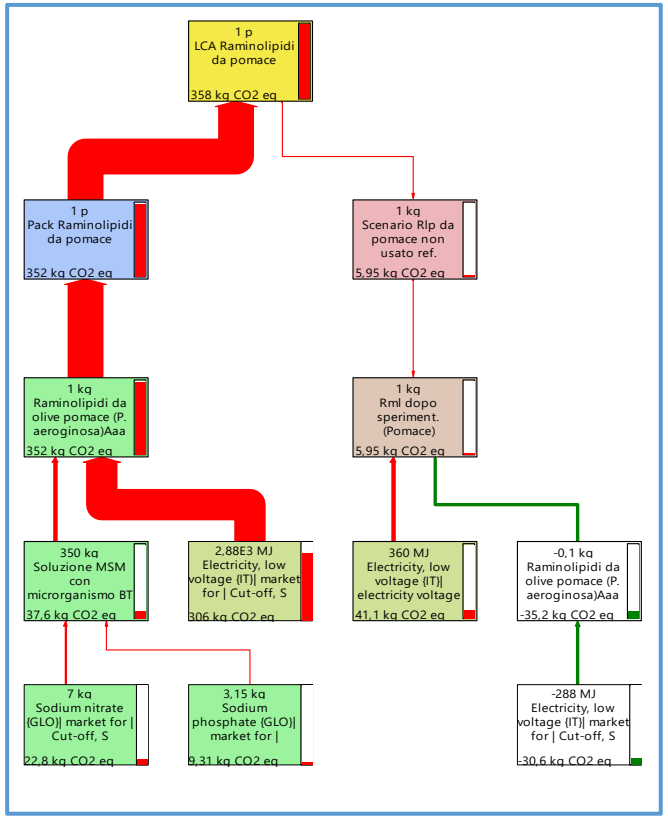
VINACCIA



SANSA



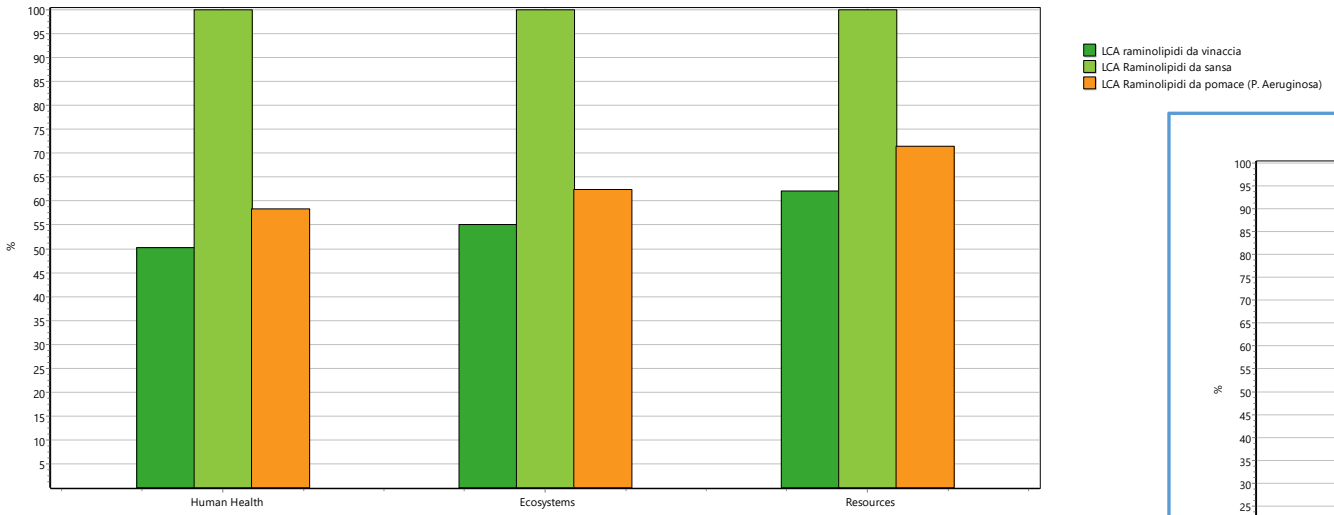
SANSA (P. AEROGINOSA)



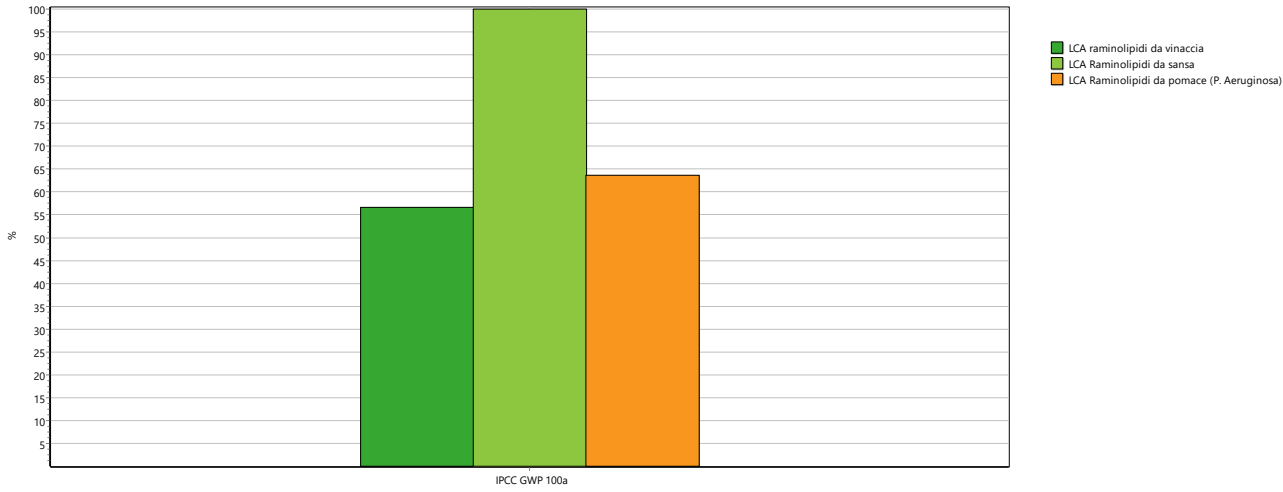
- ✓ Rapresentazione dello scarto e dell'inoculo con microorganismo non patogeno *(Burkholderia thailandensis E264* e patogeno *P. Aeroginosa);*
- ✓ Riduzione del consumo di reagenti chimici per sistesi del Raminolipido (MSM MINERAL SALT MEDIUM e nel NB (Nutrien broth Medium), Riduzione del consumo di acqua. Minimo uso di Acido solforico.
- ✓ Pureza della soluzione griggia prodotta (impatto nel scenario di smaltimento dei reedidio di proceso)
- ✓ Risultati della LCA a parità di: raminolipido prodotto; consumo electrico per la sintesi; scerario di smaltimento

VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

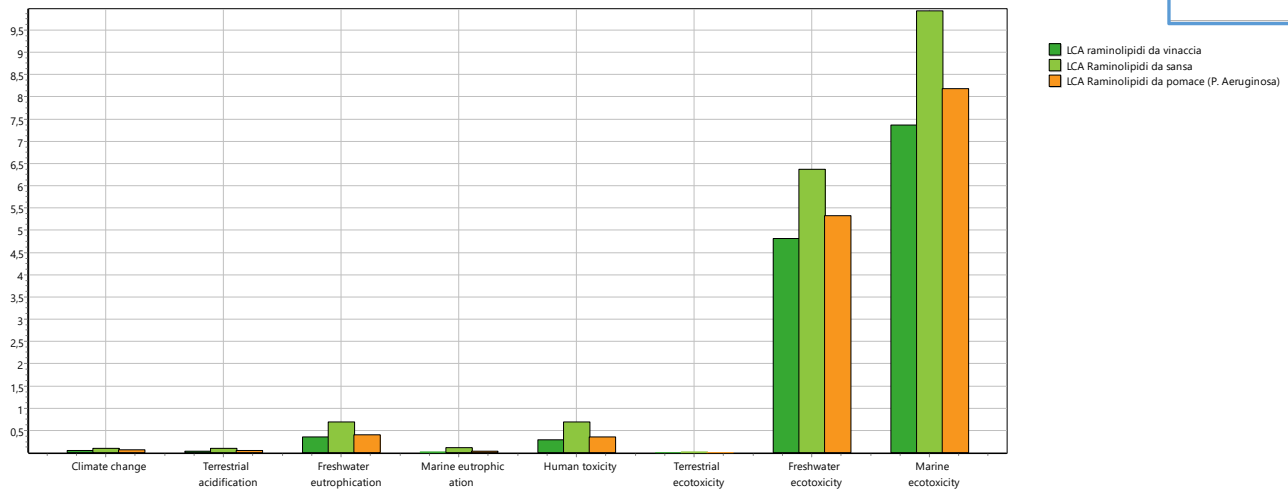
LCA produzione di Raminolipidi



Method: ReCiPe Endpoint (H) V1.13 / World ReCiPe H/A / Damage assessment
Comparing 1 p 'LCA raminolipidi da vinaccia', 1 p 'LCA Raminolipidi da sansa' and 1 p 'LCA Raminolipidi da pomace (P. Aeruginosa)';



Method: IPCC 2013 GWP 100a V1.03 / Characterisation
Comparing 1 p 'LCA raminolipidi da vinaccia', 1 p 'LCA Raminolipidi da sansa' and 1 p 'LCA Raminolipidi da pomace (P. Aeruginosa)';



Method: ReCiPe Midpoint (H) V1.13 / World Recipe H / Normalisation
Comparing 1 p 'LCA raminolipidi da vinaccia', 1 p 'LCA Raminolipidi da sansa' and 1 p 'LCA Raminolipidi da pomace (P. Aeruginosa)';

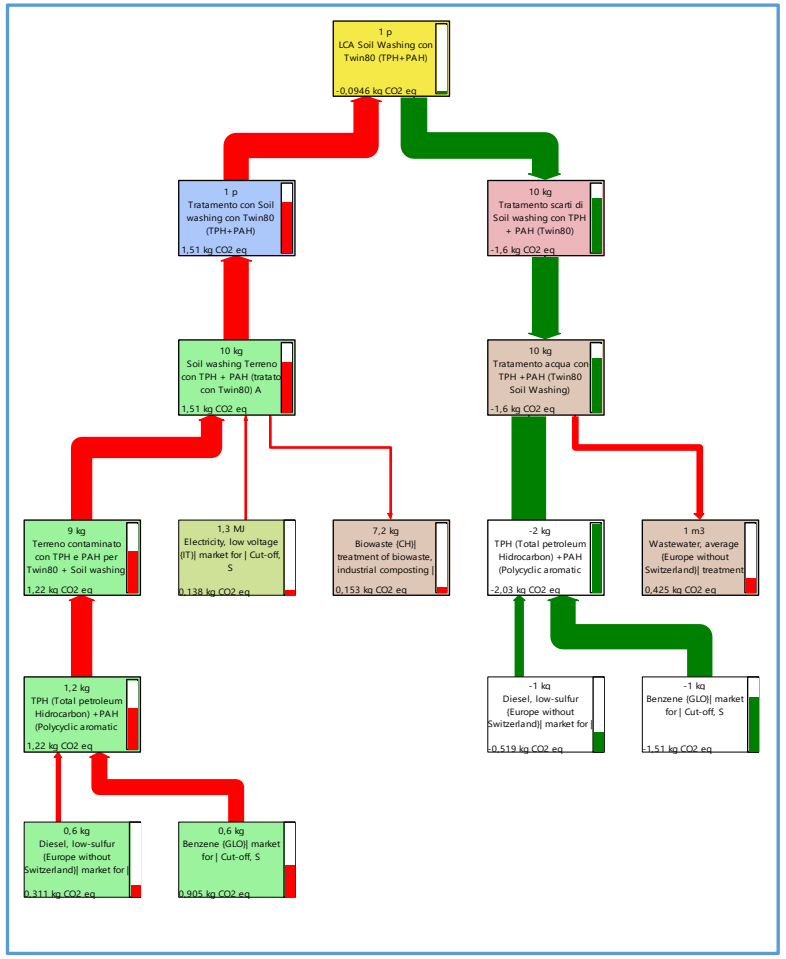
Valutazione d'impatto:

Software SIMAPRO Academic Ph.D Versione 6.
Metodi di valutazione degli impatti: Recipe midpoint (hierarchist A.), Recipe endpoint e IPCC.

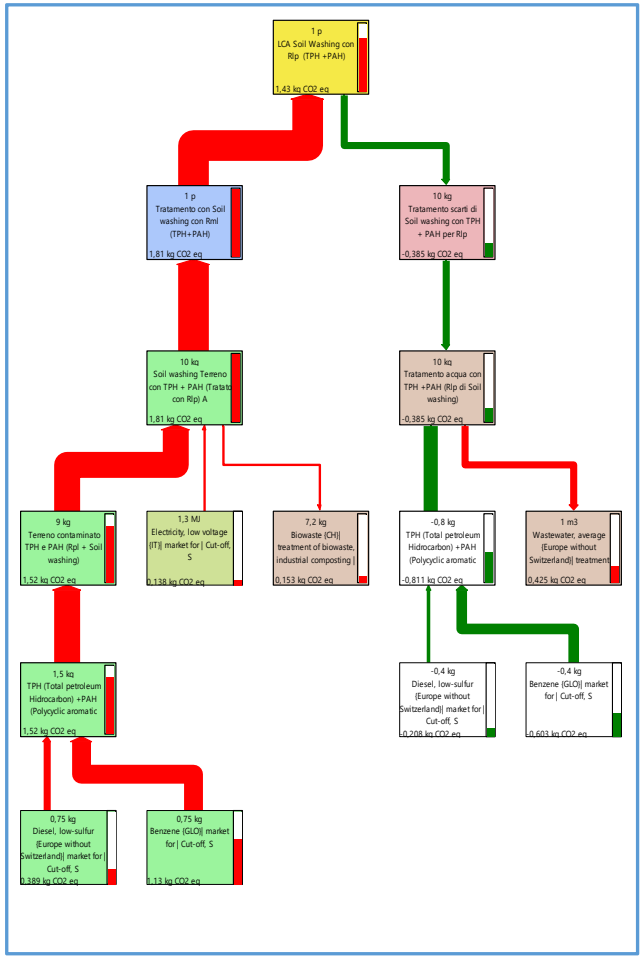
VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

Trattamento di Terreno contaminato con TPH + PAH

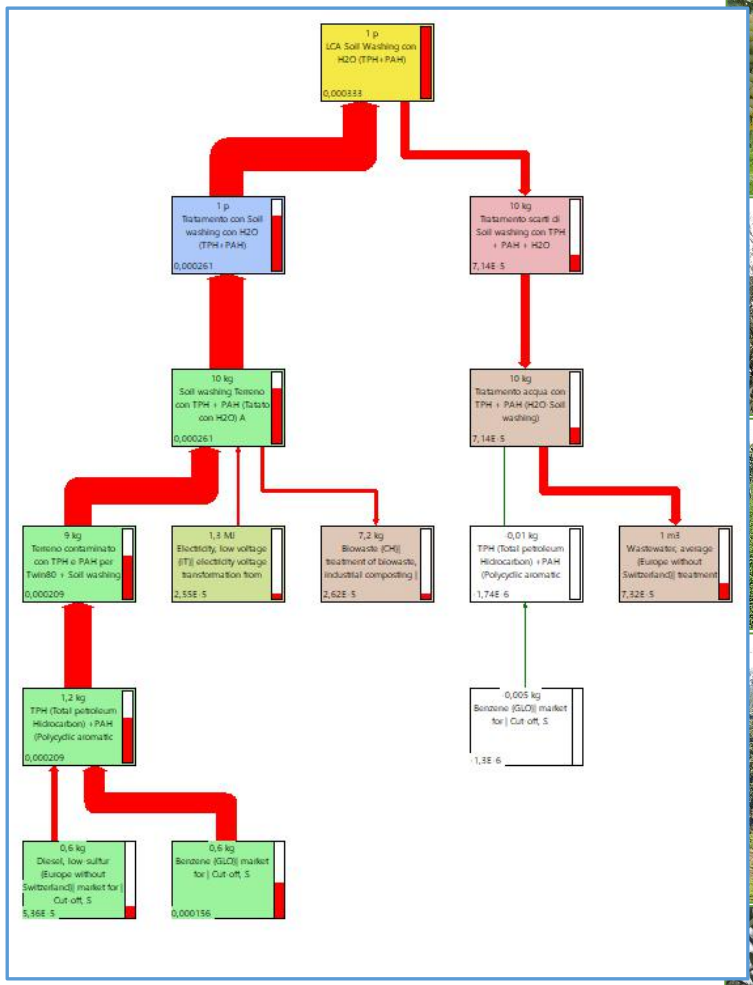
Soil washing con Twin 80



Soil washing con Rlp da vinaccia



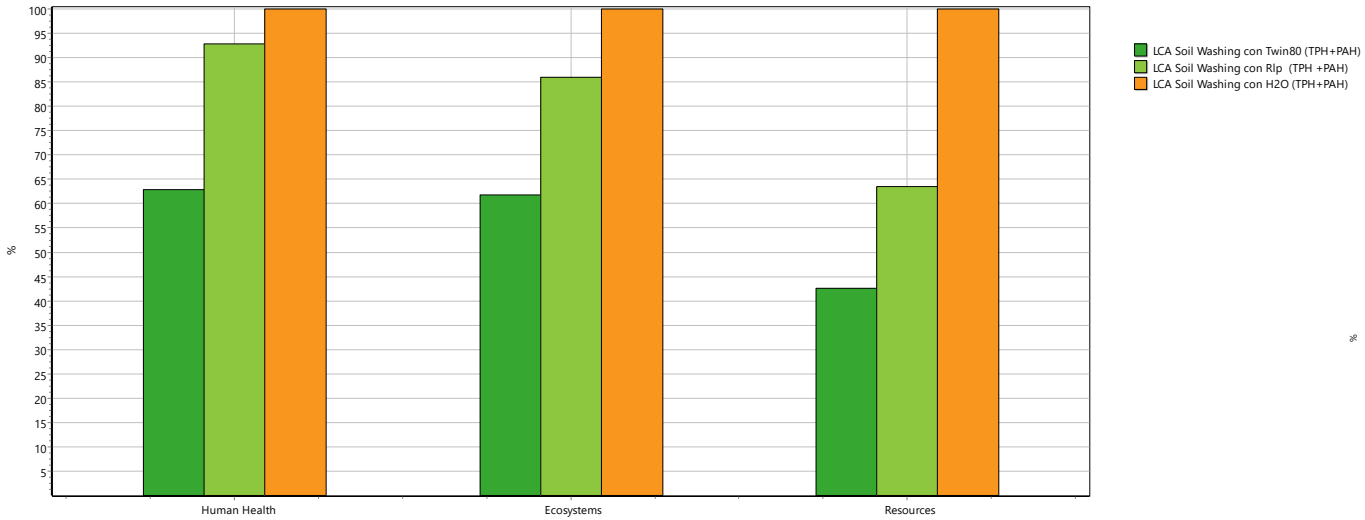
Soil washing con H_2O



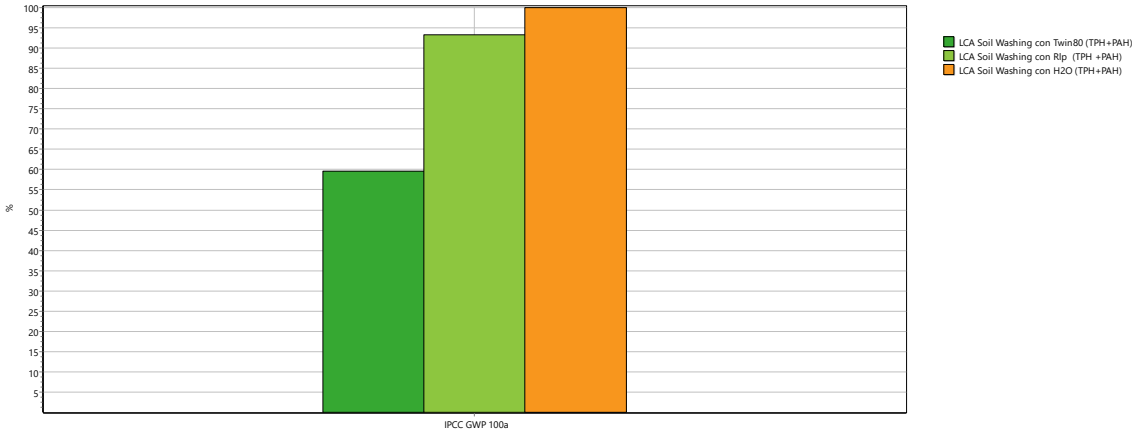
- ✓ Riduzione del consumo di reagenti chimici;
- ✓ Impatto nel scenario di smaltimento dei residui del proceso di tratamento: <u>Diferenza nella % di rimozione del contaminante</u> e Biodegrabilità del TWIN80 e del nostro Rlp;
- ✓ Risultati della LCA a parità di terreno tratato e scerario di smaltimento;

VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

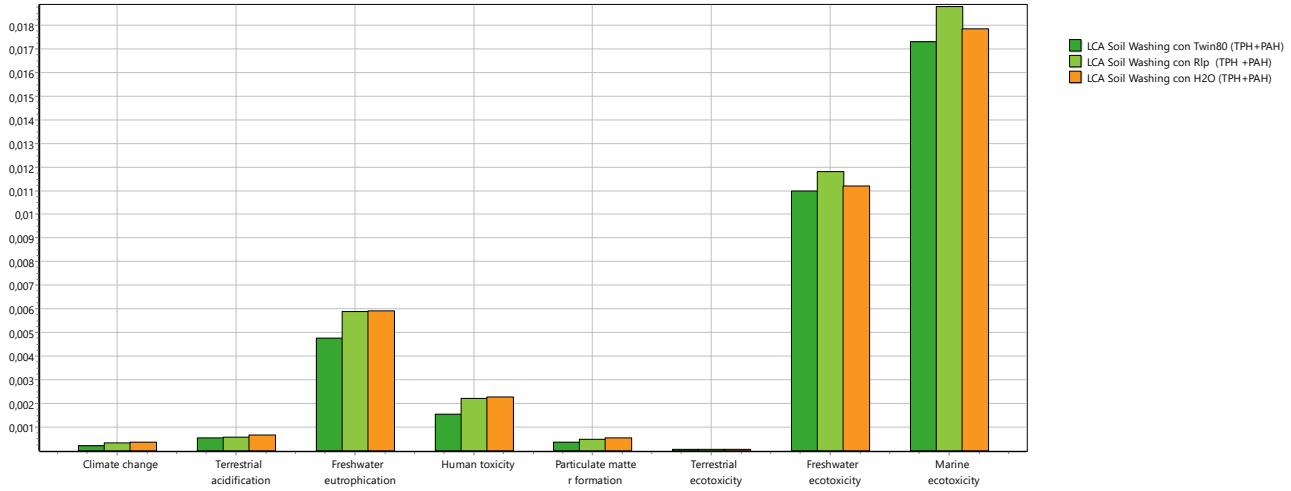
Trattamento di Terreno contaminato con TPH + PAH



Method: ReCiPe Endpoint (H) V1.13 / World ReCiPe H/A / Damage assessment
Comparing 1 p 'LCA Soil Washing con Twin80 (TPH+PAH)', 1 p 'LCA Soil Washing con Rlp (TPH +PAH)' and 1 p 'LCA Soil Washing con H2O (TPH+PAH)';



Method: IPCC 2013 GWP 100a V1.03 / Characterisation
Comparing 1 p 'LCA Soil Washing con Twin80 (TPH+PAH)', 1 p 'LCA Soil Washing con Rlp (TPH +PAH)' and 1 p 'LCA Soil Washing con H2O (TPH+PAH)';



Method: ReCiPe Midpoint (H) V1.13 / World Recipe H / Normalisation
Comparing 1 p 'LCA Soil Washing con Twin80 (TPH+PAH)', 1 p 'LCA Soil Washing con Rlp (TPH +PAH)' and 1 p 'LCA Soil Washing con H2O (TPH+PAH)';

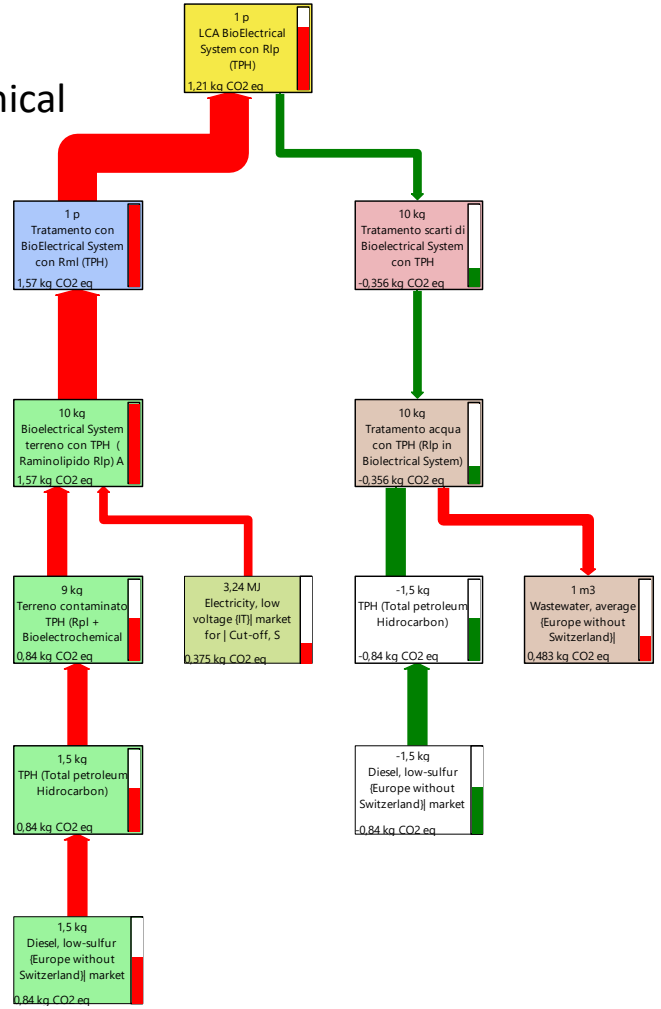
Valutazione d'impatto:

Software SIMAPRO Academic Ph.D Versione 6.
Metodi di valutazione degli impatti: Recipe midpoint (hierarchist), Recipe endpoint e IPCC.

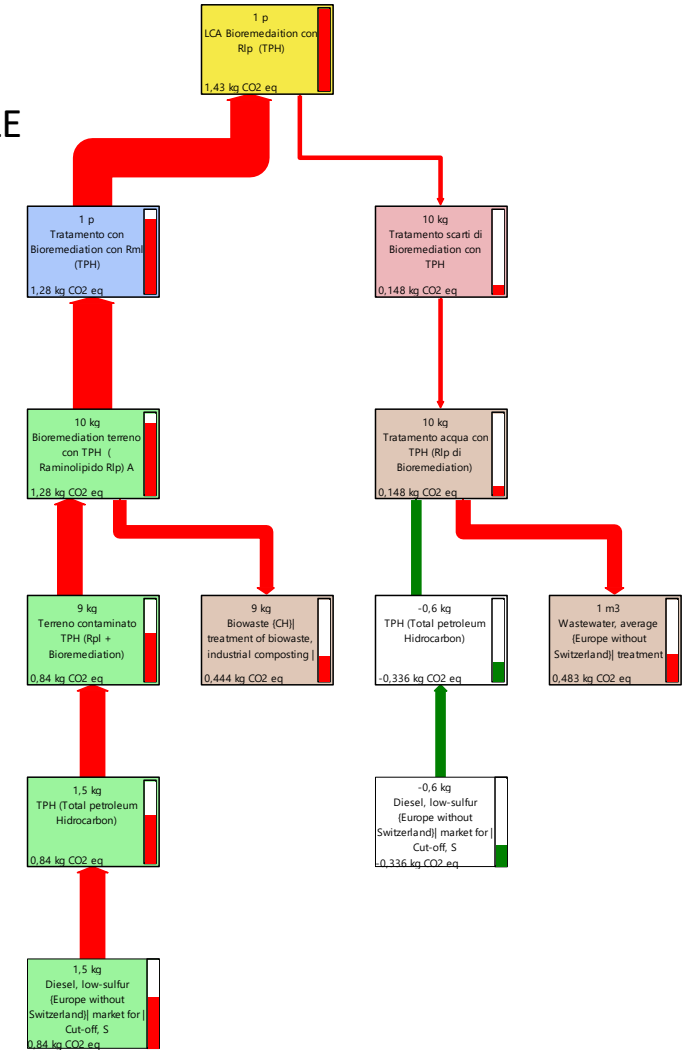
VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

Utilizo del Raminolipido prodotto in Trattamento di Terreno contaminato con TPH

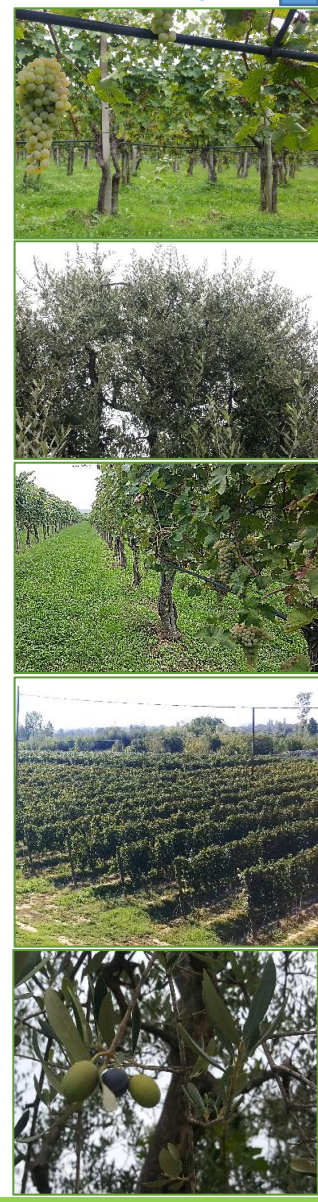
Bioelectrochemical System BES



BIOPILE



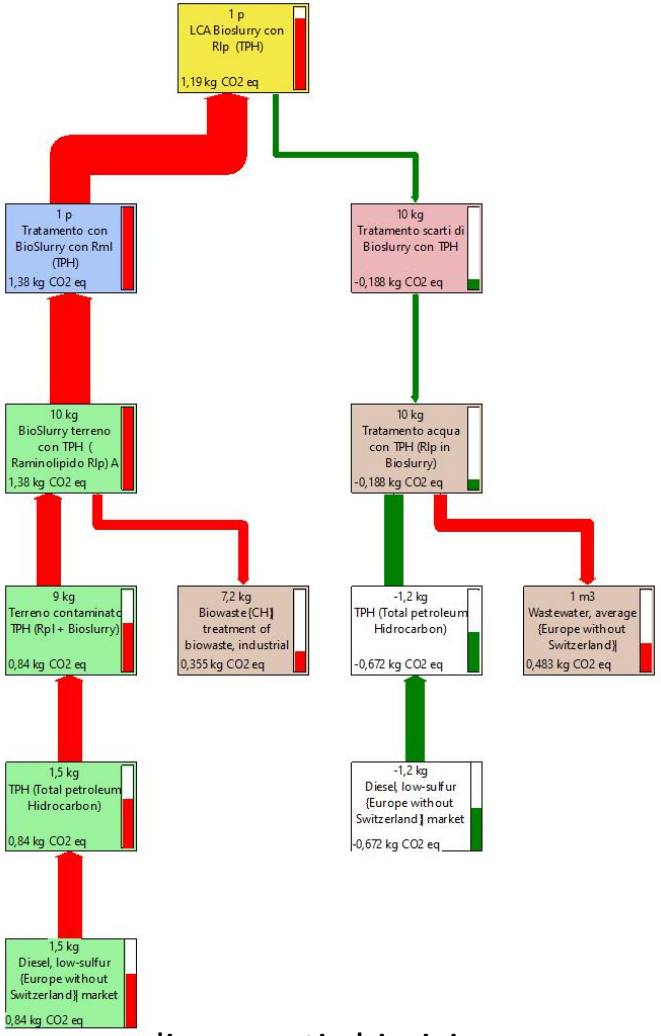
- ✓ Riduzione nel consumo di reagenti chimici;
- ✓ Impatto nel scenario di smaltimento dei residui del proceso di tratamento: <u>Diferenza nella % di rimozione del contaminante</u> e Biodegrabilità del Rpl;
- ✓ Risultati della LCA a parità di terreno tratato e scerario di smaltimento;



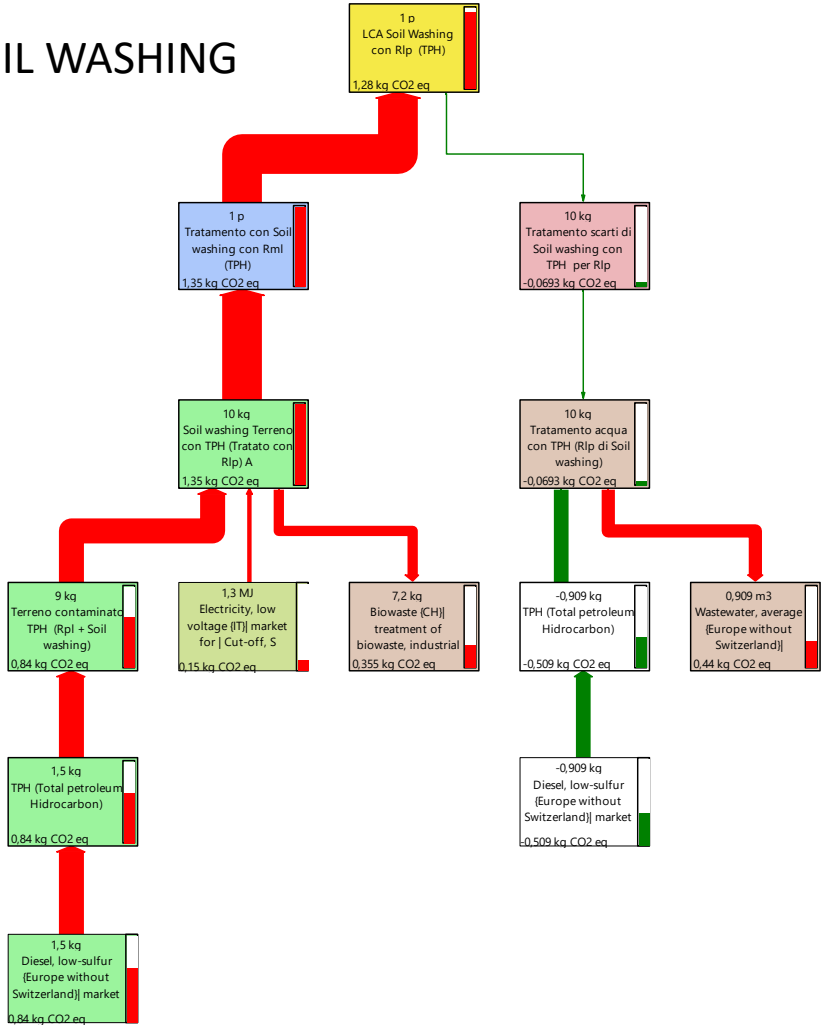
VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

Utilizo del Raminolipido prodotto in Trattamento di Terreno contaminato con TPH

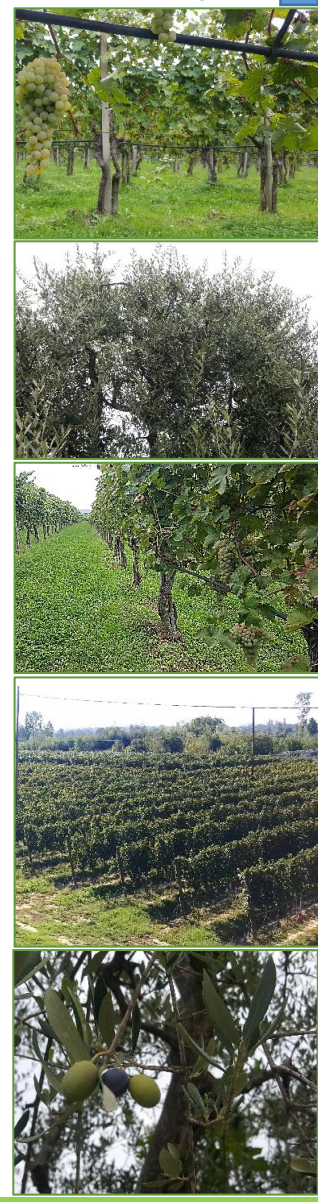
BIOSLURRY



SOIL WASHING

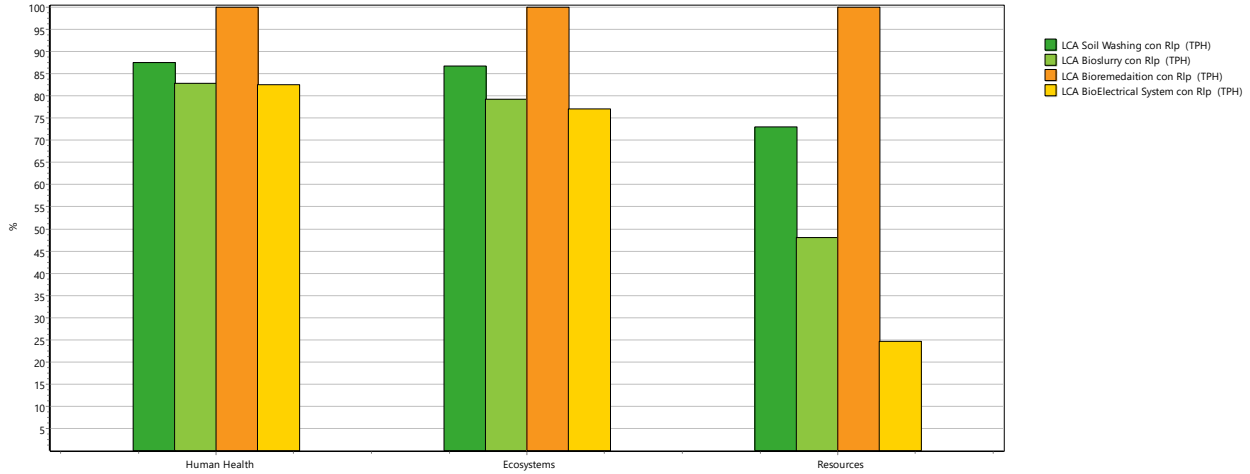


- ✓ Riduzione nel consumo di reagenti chimici;
- ✓ Impatto nel scenario di smaltimento dei residui del proceso di tratamento: <u>Diferenza nella % di rimozione del contaminante</u> e Biodegrabilità del Raminolipido;
- ✓ Risultati della LCA a parità di terreno tratato e scerario di smaltimento;

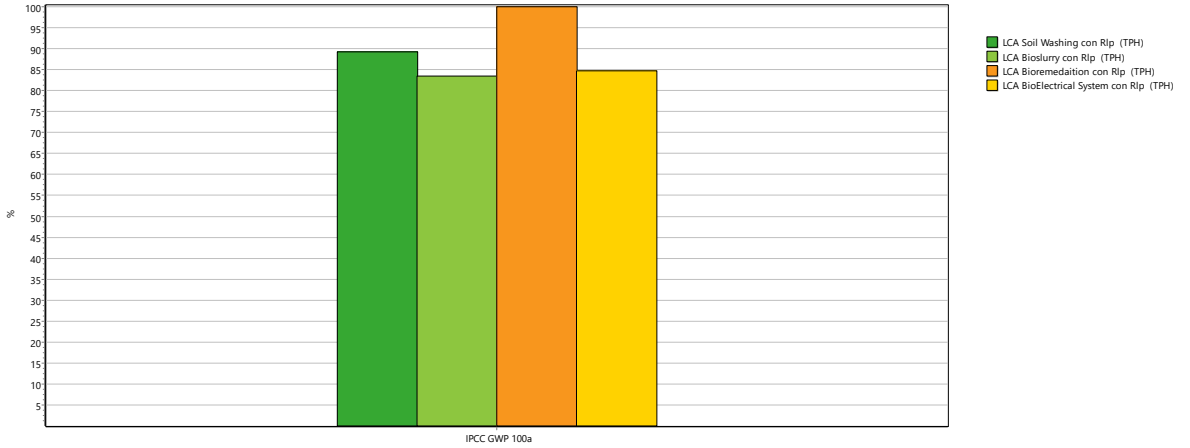


VALUTAZIONE AMBIENTALE ATTRAVERSO LA LIFE CYCLE ASSESSMENT

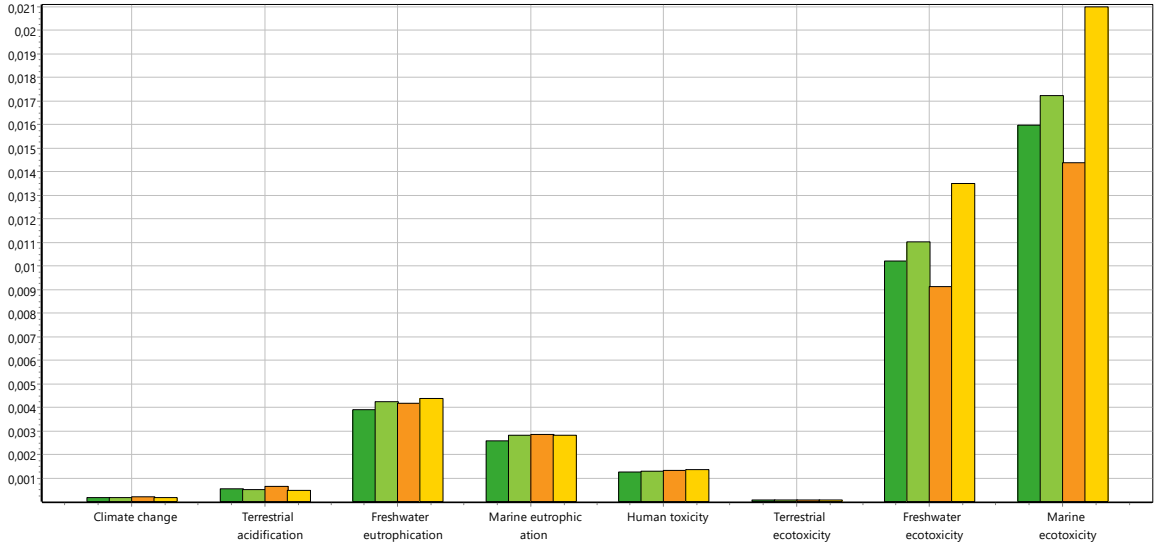
Utilizo del Raminolipido prodotto in Trattamento di Terreno contaminato con TPH



Method: ReCiPe Endpoint (H) V1.13 / World ReCiPe H/A / Damage assessment
Comparing 1 p 'LCA Soil Washing con Rlp (TPH)', 1 p 'LCA Bioslurry con Rlp (TPH)', 1 p 'LCA Bioremedaition con Rlp (TPH)' and 1 p 'LCA BioElectrical System con Rlp (TPH)';



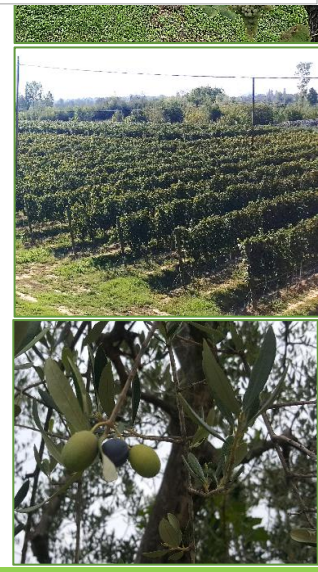
Method: IPCC 2013 GWP 100a V1.03 / Characterisation
Comparing 1 p 'LCA Soil Washing con Rlp (TPH)', 1 p 'LCA Bioslurry con Rlp (TPH)', 1 p 'LCA Bioremedaition con Rlp (TPH)' and 1 p 'LCA BioElectrical System con Rlp (TPH)';



Method: ReCiPe Midpoint (H) V1.13 / World Recipe H / Normalisation
Comparing 1 p 'LCA Soil Washing con Rlp (TPH)', 1 p 'LCA Bioslurry con Rlp (TPH)', 1 p 'LCA Bioremedaition con Rlp (TPH)' and 1 p 'LCA BioElectrical System con Rlp (TPH)';

Valutazione d'impatto:

Software SIMAPRO Academic Ph.D Versione 6.
Metodi di valutazione degli impatti: Recipe midpoint (hierarchist), Recipe endpoint e IPCC.



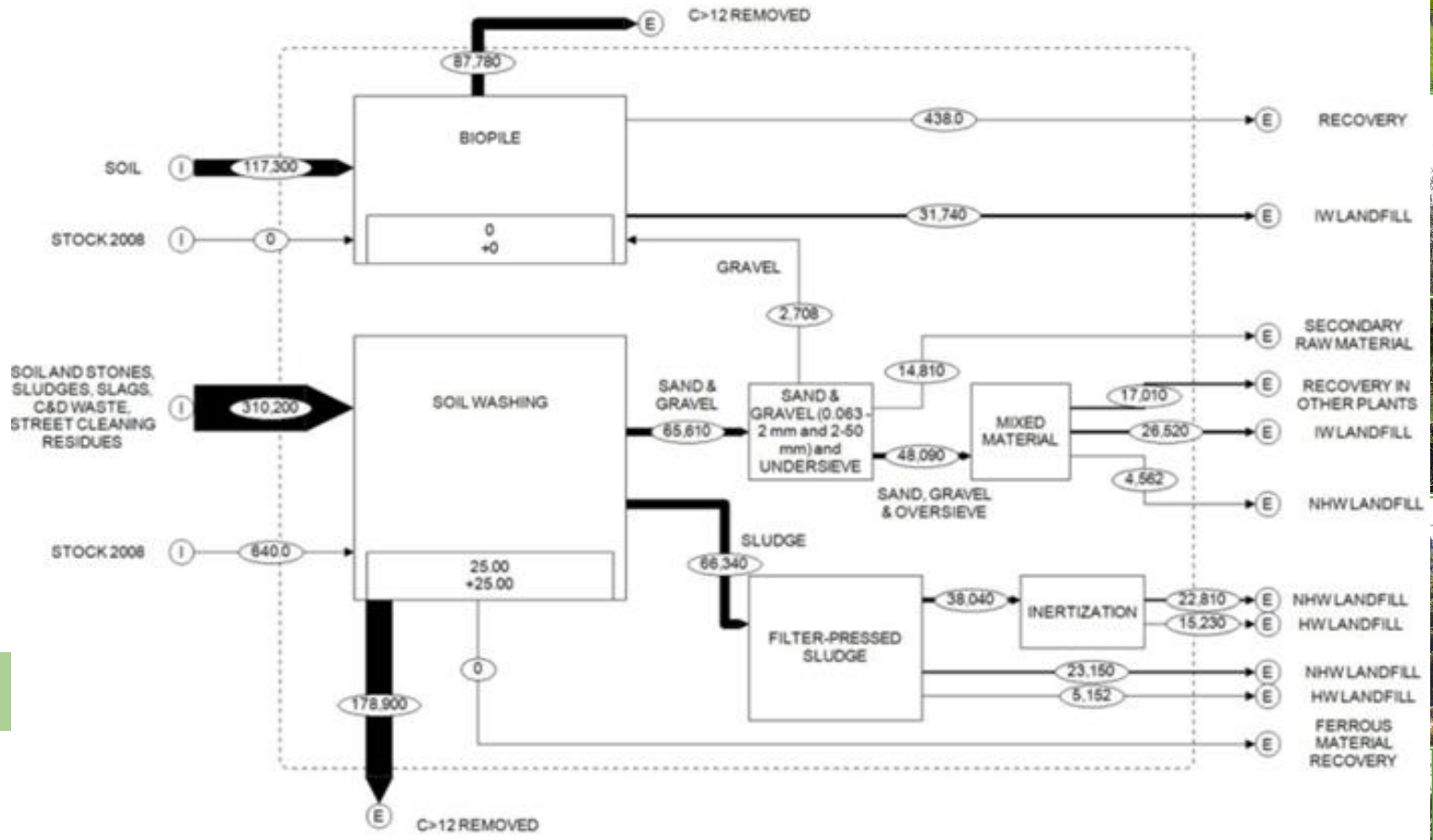
CREIAMO
creiamo-circulareconomy.com

Scenari futuri:
LCA - Applicazione su scala piloto e industriale:

Obiettivo:

Sulla base di dati gestionale si può applicare lo scenario LCA svolto, ovvero l'utilizzo dei biosurfattanti per il Soil washing e Bioremediation alla scala reale.

Unità funzionale: 1000 gr of decontaminated



Vaccari M, Castro FD, Stolfini M. Material flow analysis and heavy hydrocarbon removal in a full-scale biopile and soil washing plant in northern Italy. Waste Management & Research. 2020;38(9):966-977. doi:10.1177/0734242X20934176

CONCLUSIONI

- Dai risultati dell'analisi comparativa condotta tra i nuovi prodotti/processi e prodotti/processi convenzionali, è possibile affermare che i processi sviluppati in laboratorio per la sintesi di Raminolipidi e i processi di trattamento di terreni contaminati con TPH e PAH sono processi sostenibili;

- I risultati degli studi di LCA attributivi, focalizzati sulla metodologia sperimentale, hanno mostrato che il processo è sostenibile e dunque potenzialmente riconducibile alla scala di impianto pilota in prospettiva di una possibile produzione commerciale;

- Dallo studio LCA sono evidenti i potenziali benefici di soluzioni e scenari innovativi rispetto ai sistemi convenzionali, inoltre emergono i punti critici del processo di sintesi e del processo di trattamento dei terreni contaminat;

- Un successivo studio degli impatti ambientali a scala di impianto pilota permetterebbe di ottimizzare i vantaggi ambientali emersi in questa fase preliminare di studio relativamente al trattamento con bio surfattanti dei suoli contaminati.

Grazie per l’attenzione

Franco Gomez, Ph.D
Università degli Studi di Brescia

Emanuela De Marco, Ph.D
ENEA

contact@creiamo-circulareconomy.com

CREIAMO

creiamo-circulareconomy.com