

EVENTO FINALE DI PROGETTO

Tech4Lib

Analisi di fattibilità economica dello scale-up industriale del riciclo di black mass

Filippo Corsini · Fabio Iraldo · Martina Mariani · Costanza Usai

Scuola Superiore Sant'Anna · Interdisciplinary Center for Sustainability and Climate (CISC)

9 luglio 2026

Obiettivo

Valutare la **fattibilità economica** dello scale-up a livello industriale della tecnologia Tech4Lib.

In concreto, significa confrontare diversi scenari che differiscono per tre dimensioni:

- **Quantità di black mass trattata** da 7,5 a 30 t/anno
- **Numero di forni** 1 oppure 2 forni
- **Tipologia di black mass** LCO, NCM, MIX

Le quantità di black mass in ingresso adottate negli scenari derivano da uno studio sulla capacità di impianti a TRL 6 con altre tecnologie.

Assunzioni e scenari

Ipotesi 8 ore/giorno (ciclo discontinuo) • 250 giorni/anno

Scenario 1

7,5 t/anno

- 1 forno
- 0,5 kg/ciclo

Consumo input

- 3,75 kg/ora
- 30 kg/giorno
- 7,5 t/anno

Scenario 2

15 t/anno

- 1 forno
- 1 kg/ciclo

Consumo input

- 7,5 kg/ora
- 60 kg/giorno
- 15 t/anno

Scenario 3

30 t/anno

- 2 forni
- 1 kg/ciclo

Consumo input

- 15 kg/ora
- 120 kg/giorno
- 30 t/anno

Matrice degli scenari

Combinazioni di tipologia di black mass, carico per ciclo e numero di forni.

	Kg/ciclo		Forni
Tipo di Black Mass	0,5	1	N
LCO	scenario LCO-0,5-1	scenario LCO-1-1	1
	scenario LCO-0,5-2	scenario LCO-1-2	2
NCM-2	scenario NCM-0,5-1	scenario NCM-1-1	1
	scenario NCM-0,5-2	scenario NCM-1-2	2
MIX	scenario MIX-0,5-1	scenario MIX-1-1	1
	scenario MIX-0,5-2	scenario MIX-1-2	2

Metodologia

Gli scenari sono stati costruiti con un modello di business plan sviluppato in Excel, articolato in 11 fogli di calcolo collegati tra loro.

Salvaggio automatico

LCO_Itg_2F (1)

Home

Inserisci

Disegno

Layout di pagina

Formule

Dati

Revisione

Visualizza

Automatizza

Calibri (Corpo)

11

A

A

G

C

S

A

A

Testo a capo

Unisci e centra

Generale

Formattazione condizionale

Formatta come tabella

Sfidi cella

Inserisci

Elimina

Formato

Somma automatica

Riempimento

Cancella

Ordina e filtra

Trova e seleziona

Riservatezza

Componenti aggiuntivi

Commenti

Condividi

Aprire le cartelle di lavoro recuperate? Le modifiche recenti sono state salvate. Si vuole riprendere l'attività dal punto in cui è stata interrotta?

SI

<

Esempio: foglio 01_Assunzioni del modello di business plan.

I fogli del modello

- **01_Assunzioni** — parametri economici e finanziari
- **02_Volumi_Prezzi** — volumi e prezzi dei metalli
- **03_Costi_OPEX** — costi operativi variabili
- **04_CAPEX_Amm** — investimenti e ammortamenti
- **05_Personale** — costo del lavoro
- **06_Energia_Utility** — energia e utenze
- **07_Manut_Servizi** — manutenzione e servizi
- **08_Trasporti_Log** — trasporti e logistica
- **09_Smaltimenti** — smaltimento reflui e scarti
- **10_Ricavi** — vendita dei metalli recuperati
- **11_ContoEconomico** — conto economico e risultati

Risultati

Utile netto all'Anno 5 (2030). In verde l'unico scenario in utile.

	Kg/ciclo		Forni
Tipo di Black Mass	0,5	1	N
LCO	-52.406 €	-5.405 €	1
	n.d.	+41.743 €	2
NCM-2	n.d.	-110.567 €	1
	n.d.	-152.429 €	2
MIX	n.d.	-78.650 €	1
	n.d.	-88.595 €	2

Fattori chiave

Andamento dei ricavi

Ricavi a valori costanti nel tempo, mentre il costo del lavoro cresce per l'adeguamento dei salari.

Costo del lavoro elevato

Voce di costo critica, che condiziona la scalabilità del processo su due forni.

Cobalto nella black mass in ingresso

Impatta i costi di approvvigionamento della materia prima.

Quantità di cobalto estratta

Impatta i ricavi, soggetti alle oscillazioni dei prezzi di mercato.

Composizione delle diverse Black Mass

Resa di recupero (% sull'input) e prezzo dei metalli, per tipologia di black mass.

LCO

Output	Resa	USD/t
Cobalto	32,9%	56.000
Nichel	2,0%	17.000
Litio	4,3%	20.000
Manganese	0,6%	400

NCM

Output	Resa	USD/t
Cobalto	6,5%	56.000
Nichel	18,4%	17.000
Litio	4,3%	20.000
Manganese	7,3%	400

MIX

Output	Resa	USD/t
Cobalto	14,5%	56.000
Nichel	4,8%	17.000
Litio	3,9%	20.000
Manganese	4,4%	400

La black mass LCO è la più ricca di cobalto → maggiori ricavi unitari, ma anche maggiore esposizione alla volatilità del prezzo del cobalto.

Andamento del prezzo del cobalto



Implicazione: la forte volatilità del prezzo del cobalto è il principale fattore di rischio sui ricavi del progetto.

Conclusioni

- La chimica della black mass è il principale driver economico: il contenuto di cobalto determina sia i costi di approvvigionamento sia i ricavi.
- La black mass LCO, ricca di cobalto, offre i ricavi unitari più elevati tra gli scenari analizzati.
- Il costo del lavoro è una voce di costo critica e condiziona la scalabilità del processo su due forni.
- La volatilità del prezzo del cobalto è il principale fattore di rischio sui ricavi del progetto.