

Nuovi trattamenti della Black Mass

ING. ANGELO FORESTAN

Presidente di Spirit Srl

25 Febbraio 2025

**TECNOLOGIE CIRCOLARI
E SOSTENIBILI:**

Innovazione per il futuro delle batterie
e il recupero delle materie prime

Cos'è la BM?

In gergo si intendono le batterie Li-Ion a fine vita, processate meccanicamente sino ad ottenere miscele di polveri anodiche e catodiche.



Black Mass

Black Mass è un intermedio del processo di recupero delle batterie Libs e Ni-MH.

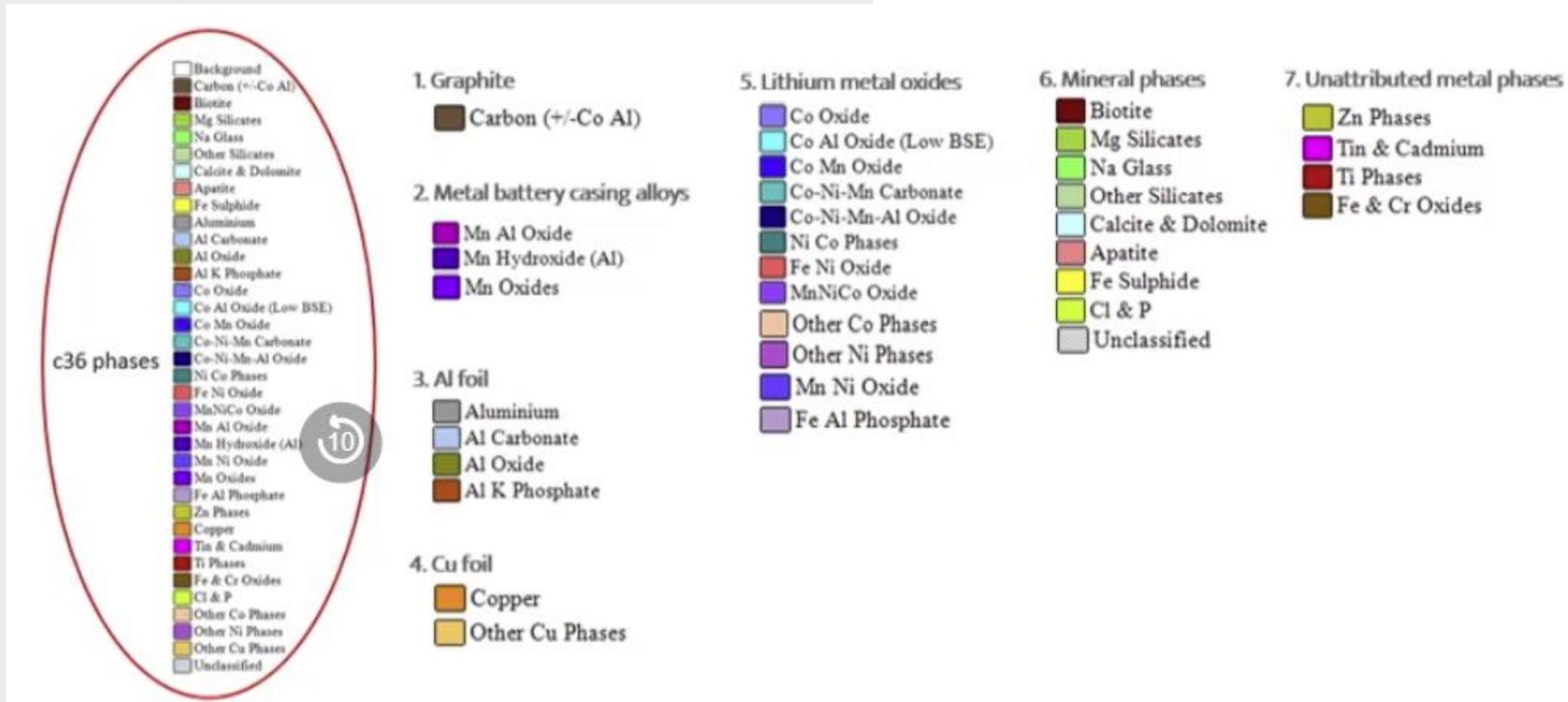
Black Mass è l'INPUT per processi di raffinazione metalli di tipo pirometallurgico o idrometallurgico.

E' al momento una definizione commerciale, più che di composizione.

La Black Mass varia

- in base alle batterie da cui viene originata: LCO, CNM, LFP,...
- a seconda del processo di recupero delle batterie.

Infatti, può contenere, oltre ai metalli: acqua, solvente, elettrolita, rame, alluminio, plastiche, ... in concentrazioni variabili.



Quindi: studi sul recupero di quanto contenuto nella BM devono partire da campioni industriali di BM!

IN EUROPA:

Non esiste una definizione tecnica di Black Mass.
Si sta ancora discutendo se è Rifiuto, prodotto o
“Rottame”.

E' importante definirla? Sì, perchè a seconda di dove rientra
le normative sono diverse.

Attualmente disomogeneità in Europa con obblighi diversi
e quindi economie diverse.

Anche per l'esportazione I costi e le procedure sono
diversi!

LA CINA/ASIA ha introdotto una prima classificazione/suddivisione della Black Mass.

- **Categoria 1:** Si riferisce a Black Mass prodotta da Li-Ion battery scrap, contenente nichel e/o cobalto.
- **Categoria 2:** si riferisce a Black Mass prodotta da Li-ion battery scrap contenente LiFePO_4
- **Classe A** si riferisce a Black Mass da recupero di soli catodi (industria batterie). Quindi senza C e Al.
- **Classe B** si riferisce a Black Mass prodotta da batterie a fine vita.

NB: Nell'import-export occorre considerare il contenuto di tutti i tipi di metalli, ai fini della definizione dei dazi doganali.

China's National Standard for Battery Black Mass (%by weight, dry basis)

	Category 1 (LCO/NCM,..)		Category 2 (LFP)	
	Class A	Class B	Class A	Class B
Lithium	≥6,00	≥3,50	≥4,00	≥2,00
Nickel & Cobalt combined	≥45,00	≥25,00	≤1,00	
Iron	-		≥28,00	≥18,00
Phosphate	≤0,8		≥15,00	≥10,00
Manganese	-		-	
Water soluble Fluoride	≤0,1	≤0,4	≤0,1	≤0,1

Specifiche cinesi di riferimento per il valore economico della Black Mass, classe A.

Assessment	Symbols	Current Quality Specification	New Quality Specification
Ni-Co black mass DDP China calculated price	NBMCD00		
Ni-Co black mass DDP China lithium payable	NBMCA00	Min. Li 4%, Co 10%, Ni 20%	Min. Li 3%, Co 5%, Ni 12%; Less than 3% combined Cu, Al, Fe
Ni-Co black mass DDP China cobalt payable	NBMCB00		
Ni-Co black mass DDP China nickel payable	NBMCC00		

SINTESI DEI PROCESSI INDUSTRIALI ATTUALMENTE APPLICATI ALLE BATTERIE PER PRODURRE BM:

► PROCESSO IDROMETALLURGICO:

Macinazione delle batterie tal quali in soluzione alcalina.

La soluzione acquosa viene filtrata, trattata per eliminare il solvente e recuperare il Litio.

Il filtrato è costituito da polveri catodiche+anodiche, plastiche, fili di rame, alluminio, rame, schede elettroniche,...

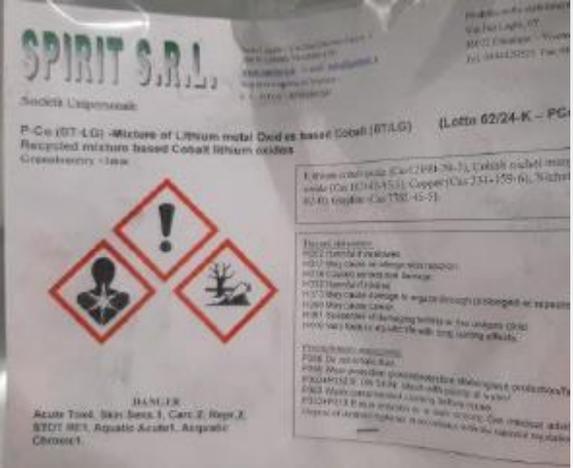
► PROCESSO PIROMETALLURGICO:

Le batterie sono introdotte in un forno verticale a plasma. Carbone, plastiche,.. L'organico vario è incenerito.

I metalli basso fondenti, come litio e zinco, evaporano;

I metalli pesanti sono raccolti nel fondo.

I metalli sono quindi lisciviati per la separazione dei diversi metalli.



Test	Unit	Result	Method
Li	%	4.50	0001
Al	%	4.70	0001
Fe	%	1.03	0001
Cd	%	0.01	0001
Cu	%	2.72	0001
Pb	%	0.01	0001
Co	%	21.20	0002
Ni	%	12.95	0002
Mn	%	5.15	0002
Hq	%	<0.0005	0002

Riproduzione vietata

► PROCESSO SPIRIT SRL

Si distingue dai precedenti perché le batterie sono scaricate e smontate in celle.

► Nella BM non entra plastica, fili di rame, schede elettroniche....

► Le singole celle sono inertizzate, liberate da elettrolita e solvente, ad una temperatura massima di 380° C. Questa temperatura non distrugge del tutto le fasi cristalline.

► Per successiva macinazione e raffinazione meccanico/magnetica una frazione è recuperata come NCAM. Altre frazioni possono essere usate direttamente nel comparto dei pigmenti. EoW validati ed autorizzati.

PROCESSI DI TRATTAMENTO DELLA BLACK MASS:

La Black Mass in genere viene raffinata per separare i diversi metalli di valore (Li, Co, Ni o FePO₄).

L'obiettivo è ottenere:

- Precursori per materiali per la produzione di nuove celle;
- Concentrati di metalli come cobalto, nichel, litio, a maggior valore aggiunto, da destinare ai vari settori di utilizzo.

Tutti i processi di trattamento della Black Mass prevedono una fase di Lisciviazione, in genere acida.

L'acido viene scelto in base all'obiettivo (lisciviazione totale o parziale?) e al metallo di maggior interesse.

Soluzioni di liscivia con:

- Acidi organici: ossalico, citrico, acetico,...
- Acidi inorganici: solforico, cloridrico, nitrico, sodio persolfato, miscele di acidi forti,...
- Solventi Eutettici: processi di scarsa applicazione industriale per l'elevato costo dei solventi.

► **Esempio: Liscivia con acido solforico:**

Soluzione si acido solforico 1M; Temperatura a 90° C; aggiunta di acqua ossigenata; tempo 5 h.

Rapporto Polvere/Soluzione= 1/10, meglio 1/20

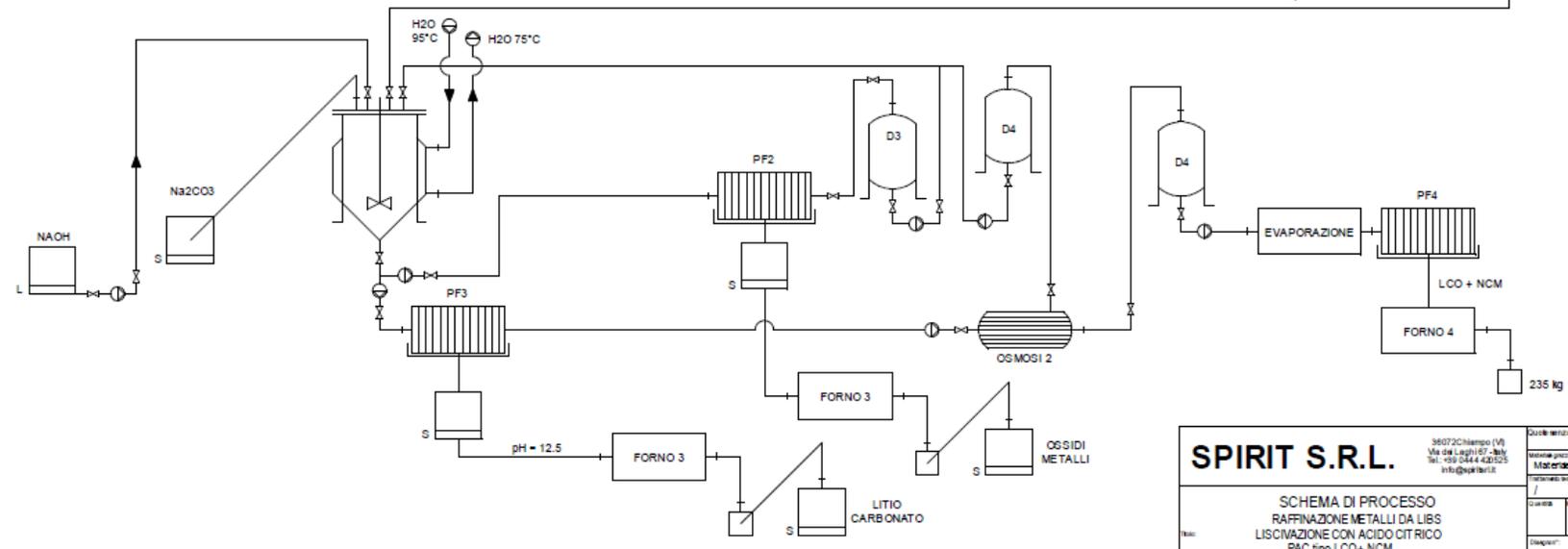
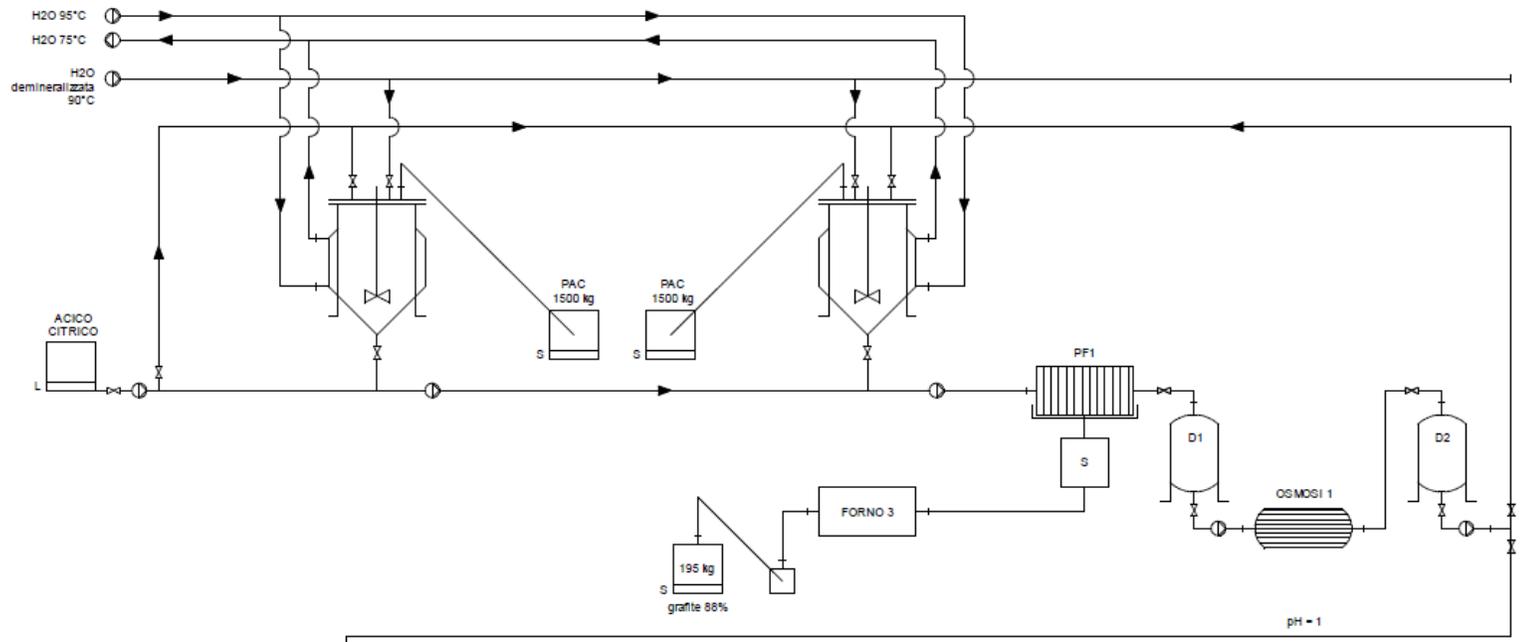
► **Esempio: Liscivia con acido citrico:**

Soluzione si acido citrico 0,5M; Temperatura a 90° C; aggiunta di acqua ossigenata; tempo 2 h.

In qualsiasi caso, dalla BM si ottengono:

- Liquor con metalli disciolti;
- Pannello di grafite+frazioni di ossidi indisciolti (soprattutto ossido di manganese).

La scelta dell'acido è subordinata all'obiettivo di una liscivia totale o parziale dei metalli. Ossia: si vogliono i singoli metalli separati? si possono volere miscele di ossidi metallici? È sufficiente il recupero del solo litio?



SPIRIT S.R.L.		38072 Champov (VI) Via dei Lupini 67 - 044 Tel. +39 0444 426225 info@spiritsrl.it		Qualità senza compromessi ISO 2788-m											
SCHEMA DI PROCESSO RAFFINAZIONE METALLI DA LIBS LISCIVIAZIONE CON ACIDO CITRICO PAC tipo LCO + NCM				Materiale: <non specificato> Criterio: senza specificare											
NON INTERPRETATE I DISegni - SE AVETE DUBBIE CHE DETE		Il presente disegno è proprietà di SPIRIT S.R.L. La Società tutela i propri diritti ai termini di legge.		<table border="1"> <tr> <th>Quantità</th> <th>Meas. kg</th> <th>Scale</th> <th>Formato</th> <th>Metodo proiezione</th> </tr> <tr> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>A2</td> <td>1</td> </tr> </table>		Quantità	Meas. kg	Scale	Formato	Metodo proiezione	/	/	/	A2	1
Quantità	Meas. kg	Scale	Formato	Metodo proiezione											
/	/	/	A2	1											
Disegni: LSV-DGR-002		REV01		Data: 15/01/2025											

DOPO LISCIVIA

Dal liquor di liscivia occorre separare i diversi metalli contenuti.

- **Estrazione con chelanti e solventi organici dei metalli di interesse. (Solvent Extraction).**

Tecnologia applicata normalmente, anche per la raffinazione metalli da miniera.

Criticità: Impianti di grandi dimensioni; grandi volumi di acqua di processo.

A favore: Sali di nichel e cobalto a grado elevato.

- **Separazione metalli con membrane:**

Tecnologia piuttosto «giovane», ancora in impianti pilota.

Criticità:

-uso di grandi volumi di acqua;

-tecnologia «nuova», con membrane ancora poco performanti;

DOPO LISCIVIA

Dal liquor di liscivia occorre separare i diversi metalli contenuti.

- **Precipitazione selettiva di metalli, agendo su pH e anione.**

Tecnologia applicata, che porta a concentrati metallici misti. E' gestibile per prodotti non ad alto titolo, adatti ad alcuni comparti industriali.

Criticità: Non porta a prodotti molto puri;

Discreti volume di acqua.

A favore: Tecnologia semplice.

- **Separazione metalli per via elettrochimica.**

Criticità:

- Di difficile applicazione per miscele molto variabili;
- grande consumo di corrente;
- discreti volumi di acqua.

Thank you

Ing. Angelo Forestan
forestan.a@spiritsrl.it
www.spiritsrl.it