



Stabilimento di Portovesme Comune di Portoscuso (SU)	
PROGETTO <u>Progettazione e realizzazione del nuovo impianto dimostrativo per la produzione di Carbonato di Litio e Ossidi di Metalli Misti dal trattamento della Back Mass</u>	REV.: 0 Data 09/05/2023
Impianto	Lithium Treatment Demonstration Plant (Li-Demo)

RELAZIONE GENERALE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO	3
1.2	Cos'è LA BLACK MASS?	4
2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	5
2.1	UBICAZIONE	5
2.2	LAYOUT.....	7
2.3	PRINCIPALI MACCHINARI E ATTREZZATURE	8
3	GESTIONE DEI MATERIALI.....	9
3.1	APPROVVIGIONAMENTO DELLA MATERIA PRIMA (BLACK MASS)	9
3.2	STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	10
3.2.1	<i>Aree di stoccaggio.....</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Percorsi e sistemi di movimentazione</i>	<i>14</i>
4	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	15
4.1	SEZIONE 1 - LISCIVIAZIONE E FILTRAGGIO	16
4.1.1	<i>Descrizione del Processo:.....</i>	<i>16</i>
4.1.2	<i>Filosofia generale di controllo.....</i>	<i>17</i>
4.1.3	<i>Chimica del processo</i>	<i>19</i>
4.2	SEZIONE 2 - PRECIPITAZIONE METALLI MISTI	20
4.2.1	<i>Descrizione del processo.....</i>	<i>20</i>
4.2.2	<i>Filosofia generale di controllo.....</i>	<i>21</i>
4.2.3	<i>Chimica del processo</i>	<i>21</i>
4.3	SEZIONE 3 - PRECIPITAZIONE CARBONATO DI LITIO	22
4.3.1	<i>Descrizione del processo.....</i>	<i>22</i>
4.3.2	<i>Filosofia generale di controllo.....</i>	<i>22</i>
4.3.3	<i>Chimica del processo</i>	<i>23</i>
5	FLUSSI AUSILIARI, REAGENTI E FLUSSI IN USCITA (OUTPUT)	24
6	GESTIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA	25
6.1	TORRE DI LAVAGGIO (SCRUBBER) DELLA SEZIONE DI LISCIVIAZIONE	26
6.1.1	<i>Emissioni: sezione di Lisciviazione e Filtraggio.....</i>	<i>27</i>
6.2	TORRE DI LAVAGGIO (SCRUBBER) DELLE SEZIONI DI PRECIPITAZIONE.....	29
6.2.1	<i>Emissioni: sezione di Precipitazione dei Metalli Misti.....</i>	<i>29</i>
6.2.2	<i>Emissioni: sezione di Precipitazione del Carbonato di Litio.....</i>	<i>31</i>
6.3	RUMORE	32
7	GESTIONE DEI FLUIDI IN USCITA.....	33
7.1	IMPIEGO DEL LIQUIDO FILTRATO DELLA SEZIONE DI CARBONATO DI LITIO	34
7.2	ACQUE DI LAVAGGIO E METEORICHE	37
8	SPERIMENTAZIONE E SVILUPPI FUTURI.....	40

1 INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento generale del progetto

Si stima che la domanda globale di batterie agli ioni di litio salirà a 2 TWh/anno entro il 2030 (oltre il +900% rispetto al 2021) poiché le vendite di veicoli elettrici accelereranno drasticamente, spinte dalle attuali politiche ambientali ed economiche mondiali sempre più focalizzate sull'abbandono dei combustibili fossili per l'autotrazione, la realizzazione di un'economia circolare e il riciclo.

I materiali base delle batterie svolgono quindi un ruolo fondamentale nella ricerca di soluzioni alternative agli attuali sistemi di accumulo di energia. A fronte di una domanda tanto elevata è coerente prevedere una carenza nella disponibilità di questi minerali che si tradurrà in una maggiore spinta al loro recupero tramite processi di riciclo.

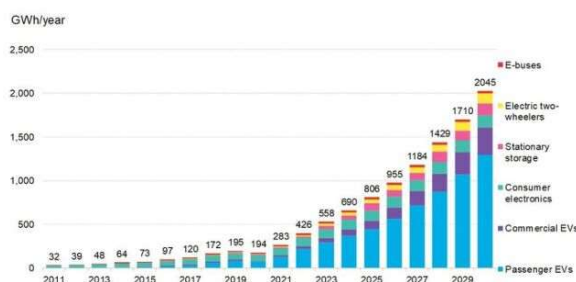


Figura 1 Previsione della domanda di batterie (source: Bloomberg Law)

La ricerca e il progresso tecnologico stanno fornendo sempre più varie e sofisticate alternative per la produzione delle batterie agli ioni di litio, incrementandone la capacità di immagazzinamento di energia, riducendone i tempi di ricarica e garantendone una vita utile via via crescente. Inoltre, aspetto fondamentale, anche se queste batterie raggiungono la fine della loro vita utile, i nuovi processi di riciclo consentono il recupero e il riutilizzo dei loro componenti principali.

Le batterie agli ioni di litio sono composte da metalli tra i quali **litio, manganese, cobalto e nichel**. Una batteria "esausta" viene raccolta ed inserita in un processo di riciclo, composto da due fasi distinte: la demolizione e il recupero vero e proprio dei suoi componenti principali. Nella fase di demolizione la batteria viene disassemblata e tritata. Il materiale tritato subisce quindi un processo di lavorazione che ha come prodotto finale la cosiddetta "Black Mass". La Black Mass a sua volta viene inserita in un processo idrometallurgico atto a recuperare i sopracitati metalli in essa contenuti in elevate quantità. Attualmente il monopolio di queste attività produttive risiede nell'Est asiatico, essenzialmente in Cina. La capacità di recuperare questi metalli e "chiudere il ciclo" oltre all'ovvio vantaggio di recuperare delle materie prime da dei rifiuti, ha un impatto diretto sulla necessità di materiali vergini (estratti da miniera), contribuendo positivamente alla riduzione dell'impronta di carbonio generata dalle nuove attività minerarie. Davanti al quadro economico-ambientale attuale, le tecnologie di riciclo sostenibili dal punto di vista ambientale stanno diventando un'area di interesse fondamentale per i maggiori attori coinvolti nel mercato mondiale delle materie prime.

L'obiettivo della Glencore, come attore chiave del mercato, è quello di "chiudere il ciclo" fornendo materie prime geologiche tradizionali ai produttori di batterie e re-immettendo sul mercato i minerali recuperati attraverso il trattamento della Black Mass.

Lo scopo di questo progetto è la progettazione, costruzione e gestione di un impianto dimostrativo che permetta di produrre Carbonato di Litio dal trattamento della Black Mass. L'impianto avrebbe una rilevanza strategica, non solo per la Glencore, ma più in generale a livello nazionale, in quanto costituirebbe, seppur in scala ridotta, il primo impianto di trattamento della Black Mass nel mondo occidentale.

1.2 Cos'è la Black Mass?

La “Black Mass” è ciò che si ottiene una volta che una batteria è stata riciclata ed è la materia di partenza del nuovo processo che si vuole realizzare alla Portovesme srl. Le batterie sono composte da metalli tra cui litio, manganese, cobalto e nichel. Una volta che una batteria raggiunge la fine della sua vita utile, viene raccolta, smontata e triturata. Il materiale triturato viene quindi lavorato per produrre una Black Mass che contiene elevate quantità di questi metalli. Questi materiali critici possono quindi essere estratti dalla massa nera e riutilizzati nella produzione di nuove batterie o in nuovi prodotti e/o applicazioni.



Figura 2 Black Mass

Il processo di produzione della Black Mass segue questi passaggi: le batterie esauste vengono raccolte, smistate, scaricate, smontate e successivamente subiscono i processi di frantumazione meccanica, essiccazione, setacciatura e la pirolisi a 700°C per rimuovere qualsiasi elettrolita residuo e componenti potenzialmente pericolosi per la salute contenenti fluoro.

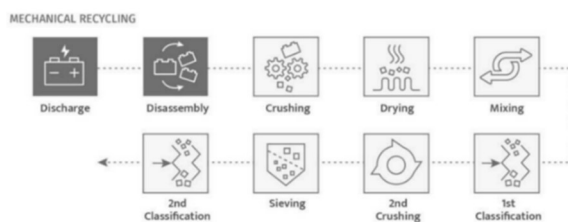


Figura 3 Processo di produzione della Black Mass (source: AHK Group)

Il contenuto della Black Mass varia sensibilmente a seconda della “ricetta” seguita dal ciclo di smaltimento della batteria, pertanto, non è possibile definirne una composizione chimica univoca. A titolo di esempio si riporta in figura 4 una composizione tipo.


Composizione chimica della Black Mass <u>Estratto dalla scheda di sicurezza (SDS)</u>			
Nome chimico	Numero CAS Chemical Abstracts Service	Numero EC Enzyme Commission	% in peso
Grafite	7782-42-5	231-955-3	<40%
Ossido di Litio	12057-24-8	235-019-5	<5%
Ossido di Cobalto	1308-06-1	215-157-2	5%-25%
Ossido di Nichel	1313-99-1	215-215-7	2%-20%
Ossido di Manganese	1313-99-1	215-202-6	<10%
Alluminio	7429-90-5	N/A	<10%
Polivinilidenfluoruro	24937-79-9	N/A	<1%
Acqua	7732-18-5	N/A	12%-40%

Figura 4 Composizione tipo della Black Mass (source: Li-Cycle)

2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

2.1 Ubicazione

La costruzione del nuovo impianto pilota è prevista su un'area, sotto la gestione del reparto Lisciviazione, attualmente occupata da un piccolo impianto di lavaggio degli ossidi KSS.

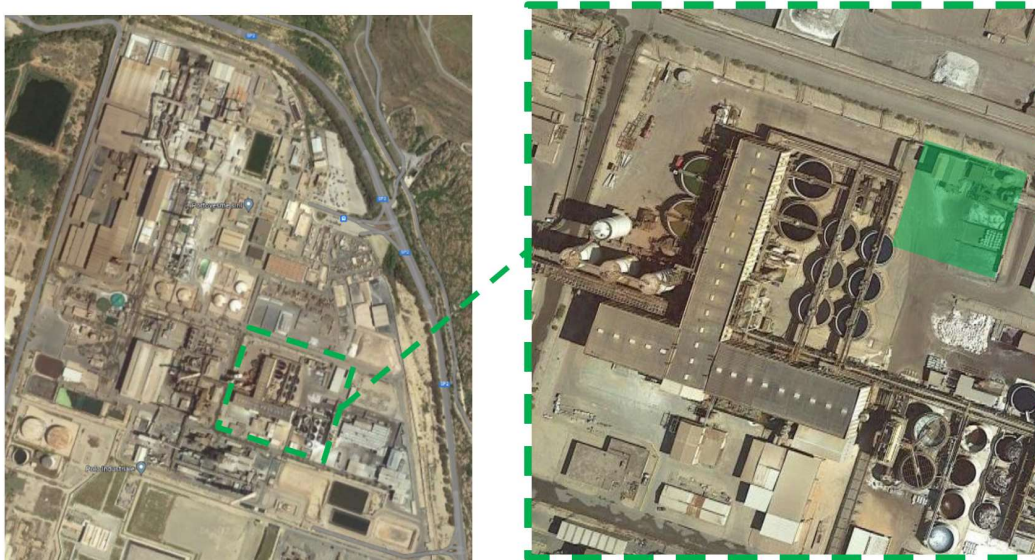


Figura 5 Posizionamento dell'impianto

L'area interessata dall'intervento (evidenziata in verde in figura 4) misura circa 400 m², è completamente pavimentata ed è dotata di tre vie di accesso/uscita sfruttabili per la gestione del traffico dei mezzi di movimentazione.

Il nuovo impianto sarà una soluzione a sé stante ("standalone"), opererà quindi in autonomia rispetto agli altri impianti, non condividendo alcuna apparecchiatura chiave del processo, a meno chiaramente degli impianti di servizio ed ausiliari (energia elettrica, acqua industriale...) e sarà connesso ai due serbatoi di soda caustica e acido solforico presenti nel reparto Lisciviazione (in giallo nell'immagine 6). La corrente liquida in uscita dall'ultima sezione dell'impianto sarà impiegata come fluido ausiliario per altri processi presenti in stabilimento (vedi capitolo 8 dedicato).

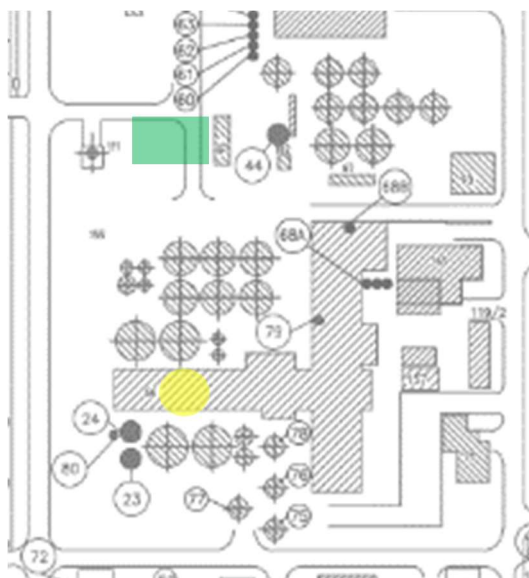


Figura 6 Posizionamento relativo impianto, reagenti



Figura 7 Posizionamento LiDemo plant su planimetria generale

2.2 Layout

In figura 8 è mostrato uno stralcio del layout 3D dell'impianto.

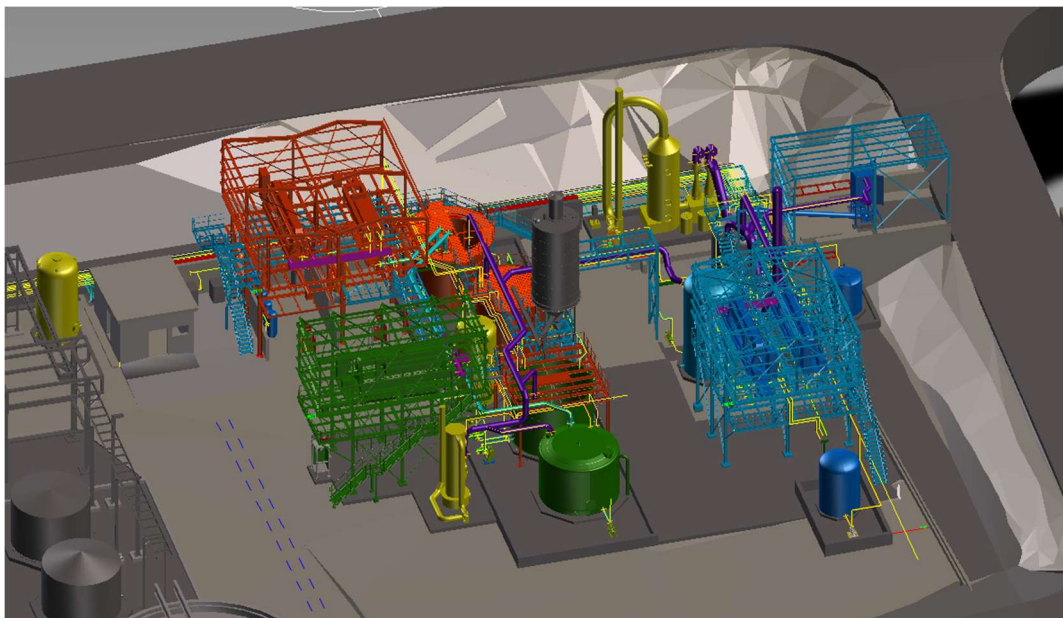


Figura 8 Layout 3D di impianto

L'impianto sarà composto da tre sezioni principali:

- Caricamento, lisciviazione e filtrazione (area **blu**);
- Precipitazione metalli misti (area **rossa**);
- Precipitazione carbonato di litio (area **verde**).

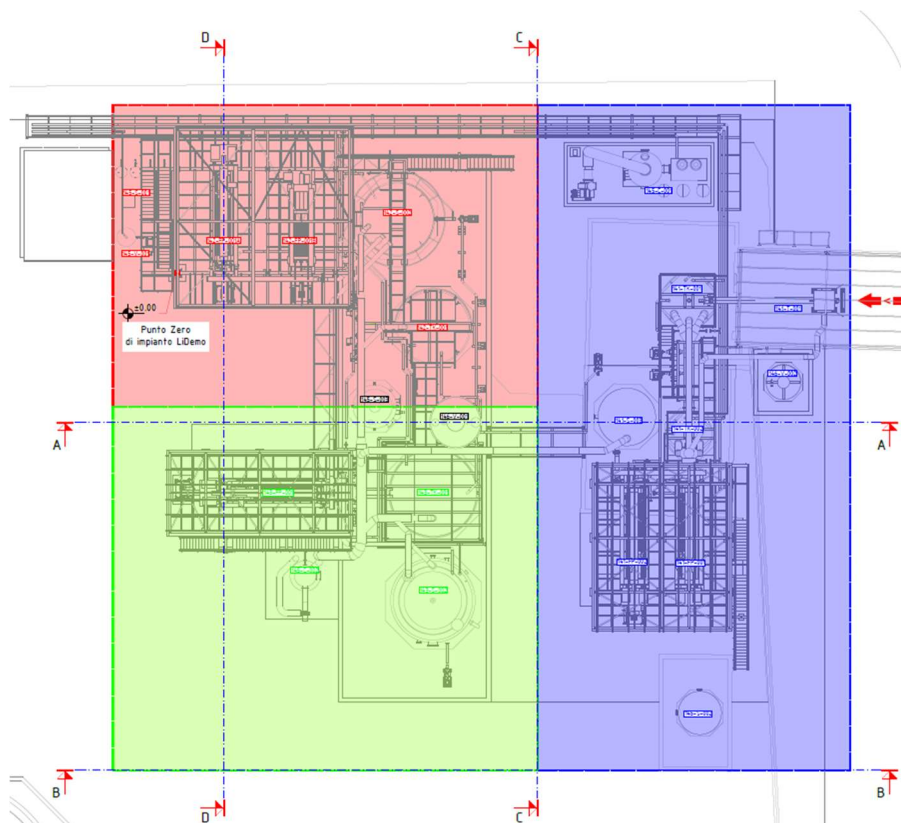


Figura 9 Planimetria di impianto

2.3 Principali macchinari e attrezzature

Si elencano di seguito le principali tipologie di attrezzature necessarie per l'esecuzione del processo con relativa lista preliminare delle macchine.

- Reattori (serbatoi dotati di relativo sistema di agitazione)

WBS	WBS Description	WBS2	WBS2 Description	Item	Prelimi nary Item	Discipline	Code	Bill description	Design Capacity	Status
300	Crude Lithium Carbonate precipitation	300	Crude Lithium Carbonate precipitation	143-S-002	300-TK-002	Mechanical	TANK/REACTOR	LITHIUM CARBONATE FILTRATE TANK	100mc ID4.1 H7.5 110°C ATM	Relocated
100	2-stage leach	110	First stage leaching	141-TK-001	100-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	FIRST STAGE LEACH TANK	36mc ID3.2 H4.5 110°C ATM	New
100	2-stage leach	120	Second stage leaching	141-TK-002	100-TK-002	Mechanical	TANK/REACTOR	SECOND STAGE LEACH TANK	20mc ID2.5 H4.0 110°C ATM	New
100	2-stage leach	130	Pregnant leach solution	141-S-003	100-TK-003	Mechanical	TANK/REACTOR	PREGNANT LEACH SOLUTION STORAGE TANK	50mc ID3.2 H5.6 100°C ATM	Relocated
200	Metal precipitation	200	Metal precipitation	142-S-002	200-TK-002	Mechanical	TANK/REACTOR	MIXED METALS FILTRATE TANK	86mc ID4.0 H7.0 65°C ATM	Relocated
200	Metal precipitation	200	Metal precipitation	142-TK-001	200-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	METAL PRECIPITATION REACTOR TANK	86mc ID4.0 H7.0 65°C ATM	Relocated
300	Crude Lithium Carbonate precipitation	300	Crude Lithium Carbonate precipitation	143-TK-001	300-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	LITHIUM CARBONATE REACTOR TANK	100mc ID4.1 H7.5 110°C ATM	Relocated
600	Reagents & auxiliary facilities	610	Calcium Hydroxide	Item PV	Item PV	Mechanical	TANK/REACTOR	10% CALCIUM HYDROXIDE STORAGE TANK		Reused
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-TK-001	600-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	SODIUM CARBONATE MAKE-UP AND STORAGE TANK		Reused
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-TK-001	600-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	SODIUM CARBONATE MAKE-UP AND STORAGE TANK		Reused
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-TK-001	600-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	SODIUM CARBONATE MAKE-UP AND STORAGE TANK		Reused
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-TK-001	600-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	SODIUM CARBONATE MAKE-UP AND STORAGE TANK		Reused
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-TK-001	600-TK-001	Mechanical	TANK/REACTOR	SODIUM CARBONATE MAKE-UP AND STORAGE TANK		Reused

- Filtripressa

WBS	WBS Description	WBS2	WBS2 Description	Item	Prelimi nary Item	Discipline	Code	Bill description	Design Capacity	Status
100	2-stage leach	110	First stage leaching	141-FP-001	100-FP-001	Mechanical	FILTER PRESS	FIRST STAGE LEACH FILTER PRESS	15 mc/h 100°C	Relocated
100	2-stage leach	120	Second stage leaching	141-FP-002	100-FP-002	Mechanical	FILTER PRESS	SECOND STAGE LEACH FILTER PRESS	7 mc/h 80°C	Relocated
200	Metal precipitation	200	Metal precipitation	142-FP-001	200-FP-001	Mechanical	FILTER PRESS	MIXED METALS PRODUCT FILTER PRESS	35 mc/h 80°C	Reused
300	Crude Lithium Carbonate precipitation	300	Crude Lithium Carbonate precipitation	143-FP-001	300-FP-001	Mechanical	FILTER PRESS	LITHIUM CARBONATE FILTER PRESS	43 mc/h 100°C	Reused

- Sistemi di pompaggio per il trasferimento dei fluidi (liquidi/fanghi)

WBS	WBS Description	WBS2	WBS2 Description	Item	Prelimi nary Item	Discipline	Code	Bill description	Design Capacity	Status
100	2-stage leach	110	First stage leaching	141-P-001	100-PP-001	Mechanical	PUMP	FIRST STAGE LEACH DISCHARGE PUMP	40 mc/h	Relocated
100	2-stage leach	120	Second stage leaching	141-P-002	100-PP-002	Mechanical	PUMP	SECOND STAGE LEACH DISCHARGE PUMP	40 mc/h	Relocated
300	Crude Lithium Carbonate precipitation	300	Crude Lithium Carbonate precipitation	143-P-001	300-PP-001	Mechanical	PUMP	LITHIUM CARBONATE REACTOR DISCHARGE PUMP	55 mc/h	Relocated
200	Metal precipitation	200	Metal precipitation	142-P-001	200-PP-001	Mechanical	PUMP	METAL PRECIPITATION REACTOR DISCHARGE PUMP	45 mc/h	Relocated
500	Utilities	510	Leach area	145-PK-001	500-PK-001	Mechanical	COMPRESSOR	METAL RECOVERY AREA AIR COMPRESSOR		New
500	Utilities	520	Metal recovery area	145-PK-002	500-PK-002	Mechanical	COMPRESSOR	METAL RECOVERY AREA AIR COMPRESSOR		New
100	2-stage leach	130	Pregnant leach solution	141-P-003	100-PP-003	Mechanical	PUMP	PREGNANT LEACH SOLUTION DISTRIBUTION PUMP	22 mc/h	Relocated
200	Metal precipitation	200	Metal precipitation	142-P-002	200-PP-002	Mechanical	PUMP	MIXED METALS FILTRATE DISCHARGE PUMP	45 mc/h	Relocated
300	Crude Lithium Carbonate precipitation	300	Crude Lithium Carbonate precipitation	143-P-002	300-PP-002	Mechanical	PUMP	LITHIUM CARBONATE FILTRATE DISCHARGE PUMP	55 mc/h	Relocated
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-P-001	600-PP-001	Mechanical	PUMP	SODIUM CARBONATE DISTRIBUTION PUMP		Reused
600	Reagents & auxiliary facilities	610	Calcium Hydroxide	Item PV	Item PV	Mechanical	PUMP	10% CALCIUM HYDROXIDE DISTRIBUTION PUMP		Reused

- Sistemi di insaccamento (big bags)

WBS	WBS Description	WBS2	WBS2 Description	Item	Prelimi nary Item	Discipline	Code	Bill description	Design Capacity	Status
100	2-stage leach	105	Feeding	141-PK-001	100-PK-001	Mechanical	MATERIAL HANDLING	BIG BAG BREAKER/LUMP BRAKER		New
100	2-stage leach	120	Second stage leaching	141-PK-003	100-PK-003	Mechanical	MATERIAL HANDLING	GRAPHITE BIG BAG LOADING		New
200	Metal precipitation	200	Metal precipitation	142-PK-002	200-PK-002	Mechanical	MATERIAL HANDLING	MIXED METALS BIG BAG LOADING		New
300	Crude Lithium Carbonate precipitation	300	Crude Lithium Carbonate precipitation	143-PK-002	300-PK-002	Mechanical	MATERIAL HANDLING	LITHIUM CARBONATE BIG BAG LOADING		New
600	Reagents & auxiliary facilities	620	Sodium Carbonate	146-PK-001	600-PK-001	Mechanical	MATERIAL HANDLING	BIG BAG BREAKER		Reused

- Due scrubber per captazione di idrogeno, vapori e polveri

Al fine di minimizzare l'impatto economico e ambientale del progetto e procedere con una realizzazione quanto più spedita possibile, si è optato per il riutilizzo di apparecchiature esistenti (previa adeguata manutenzione) e/o prelevate dal magazzino ricambi (es. pompe), laddove chiaramente le specifiche tecniche di progettazione richieste sono soddisfatte. Le attività di revisione e la loro verifica ed accettazione saranno eseguite in accordo alla vigente procedura interna di manutenzione di apparecchiature, macchinari, impianti PGI18 "Gestione della manutenzione delle apparecchiature a rischio incidente rilevante".

Fanno eccezione i due serbatoi della sezione di lisciviazione, questi saranno acquistati nuovi in quanto identificati come critici a causa delle temperature e acidità di processo previste in quella specifica sezione di impianto.

3 GESTIONE DEI MATERIALI

3.1 Approvvigionamento della materia prima (Black Mass)

La capacità di trattamento massima dell'impianto è pari a **11.318 T/a**. L'approvvigionamento della materia prima, suddivisa in **6 arrivi/anno**, e la spedizione dei prodotti finiti avverranno via nave attraverso il porto industriale di Cagliari. Tutti gli spostamenti di materiale, sia esterni che interni allo stabilimento, avverranno in Big Bag chiusi dotati di liner protettivo interno (marcatura ONU UN – 13H3Y). Nella seguente tabella si riassumono i percorsi e le modalità di spostamento della Black Mass.

Percorso	Distanza	Mezzo di Trasporto	Mezzo di carico/scarico	Imballo
Arrivo al molo del porto industriale di Cagliari	/	Nave	Gru	Big Bag con doppio liner immagazzinati in container marittimi.
Da molo di porto ind. di Cagliari A Ingresso Portovesme srl	73 km	Camion	Gru/Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner immagazzinati in container marittimi.
Da Ingresso Portovesme srl A Capannone apertura container	1050 m	Camion	Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner immagazzinati in container marittimi.
Da Capannone apertura container A Deposito di stoccaggio	1680 m	Camion	Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner
Da Deposito di stoccaggio A Impianto LiDemo (apert. sacconi)	140 m	Carrello elevatore	Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner

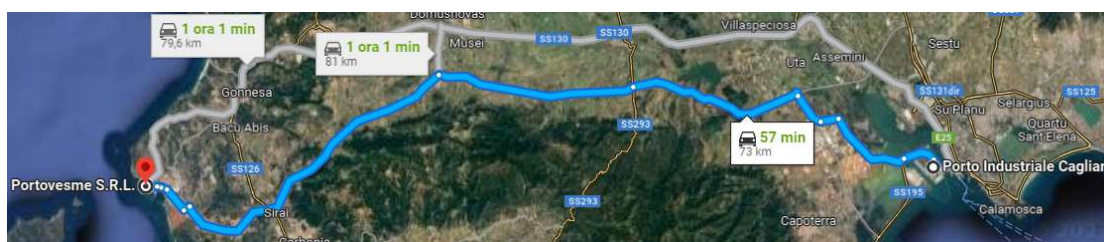


Figura 10 Percorso esterno della Black Mass

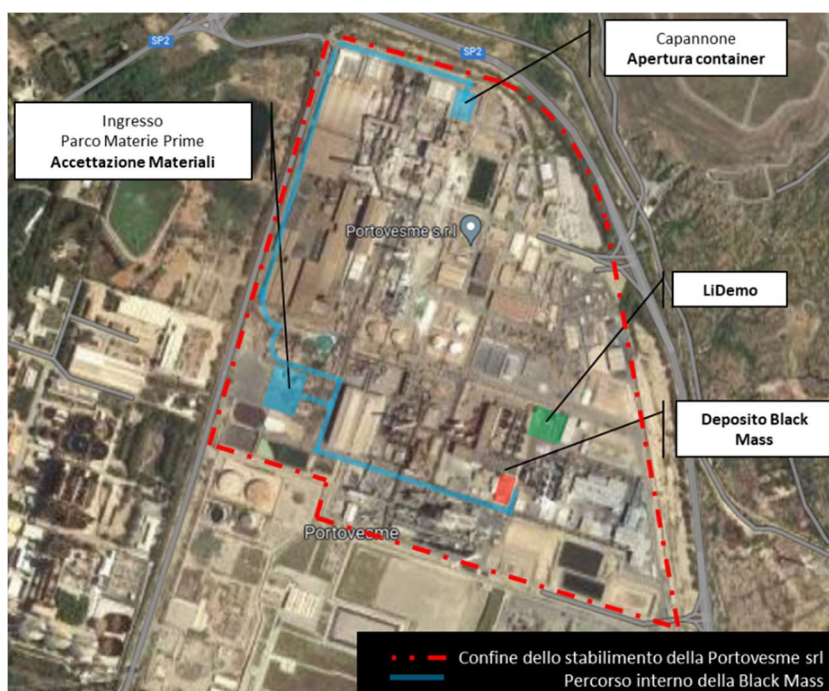


Figura 11 Percorso interno della Black Mass

3.2 Stoccaggio e movimentazione dei materiali

3.2.1 Aree di stoccaggio

Nella tabella seguente sono identificate le aree destinate allo stoccaggio della materia prima e dei prodotti del processo. Le strutture, tutte esistenti, saranno opportunamente modificate al fine di accogliere la nuova tipologia di prodotti. Nello specifico per ognuno di questi ricoveri sono previsti i seguenti interventi:

- Chiusura completa delle pareti perimetrali (laddove ci sia discontinuità tra pareti e tetto)
- Ripristino della pavimentazione (laddove necessario)

Materiale	Produzione mensile [T/mese]	Area di Stoccaggio richiesta [m2]	Area di stoccaggio designata	Imballo
Black Mass	981	1.000	Capannone Jarosite	Big Bag con doppio liner
Grafite	487	/	/	Cassone scarrabile chiuso
Ossidi di Metalli Misti	1323	1.350	Stallo 38K, scorie KSS	Big Bag con doppio liner
Carbonato di Litio	140	150	Biossido di Mn	Big Bag con doppio liner

Si illustra in figura 12 il posizionamento relativo delle aree di stoccaggio rispetto all'impianto LiDemo.



Figura 12 Posizionamento relativo aree di stoccaggio materiali

Si riportano di seguito a titolo illustrativo delle immagini degli stalli designati.

Area di stoccaggio della Black Mass (“Capannone Jarosite”)

Come visibile in foto 13 gli stalli per lo stoccaggio della Black Mass sono coperti. Il perimetro sarà chiuso per mezzo di pannelli a tutta altezza. In occasione dell’ampliamento della copertura eseguito nel 2020 (struttura frontale in metallo) è stata isolata la pavimentazione su tutta l’area coperta. Sarà eseguita una verifica dell’isolamento nei punti di discontinuità (muri divisorii, plinti, ecc) per un’eventuale ripresa dello strato isolante laddove necessario.



Figura 13 Foto attuale del capannone Jarosite

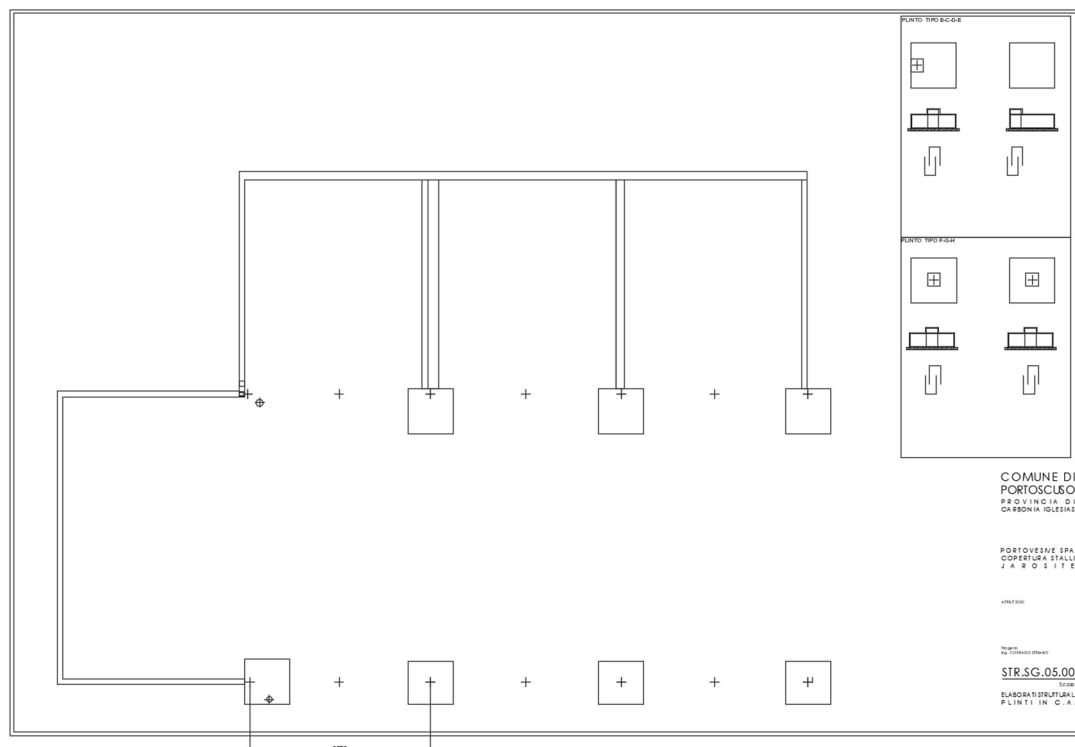


Figura 14 Planimetria attuale del capannone Jarosite

Area di stoccaggio degli ossidi di metalli misti ("Stallo 38K")

Come per gli stalli della Black Mass, anche per l'area di stoccaggio degli ossidi di metalli misti, in occasione di recenti interventi manutentivi, è stata realizzata la completa impermeabilizzazione della pavimentazione. Come visibile in pianta la struttura presenta accessi su tre lati per permettere il riempimento dei singoli stalli in cui è suddivisa l'area. Non si prevedono interventi di modifica, una verifica ulteriore della continuità dell'impermeabilizzazione sarà effettuata in prossimità degli appoggi perimetrali prima della messa in esercizio.

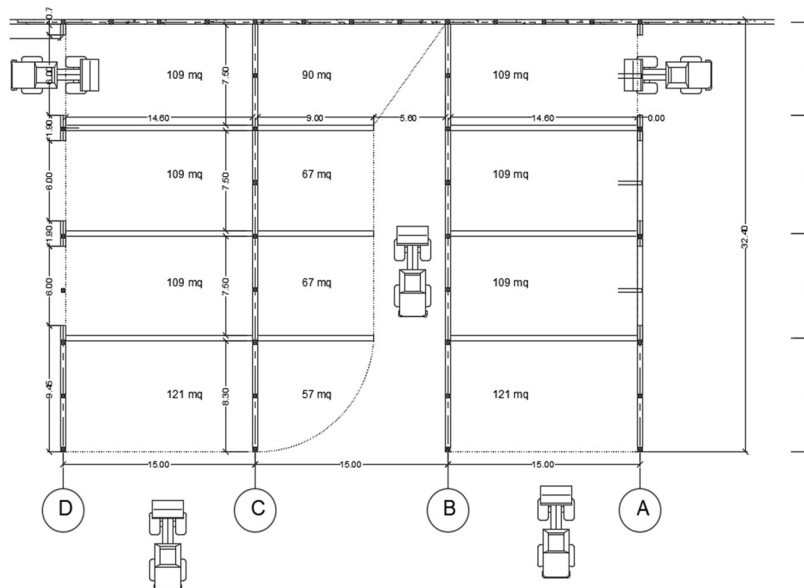


Figura 15 Pianta stallo 38K

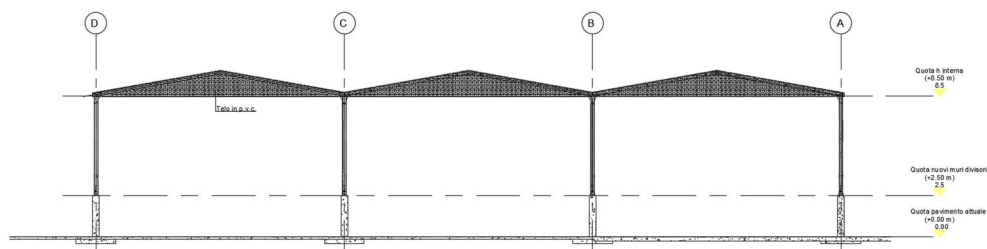


Figura 16 Prospetto frontale stallo 38K

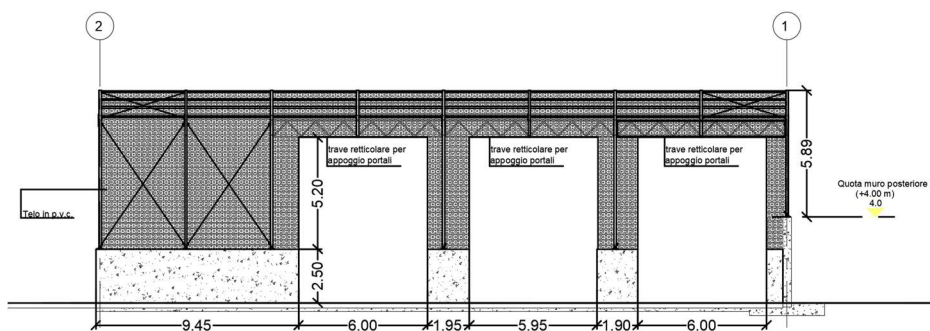
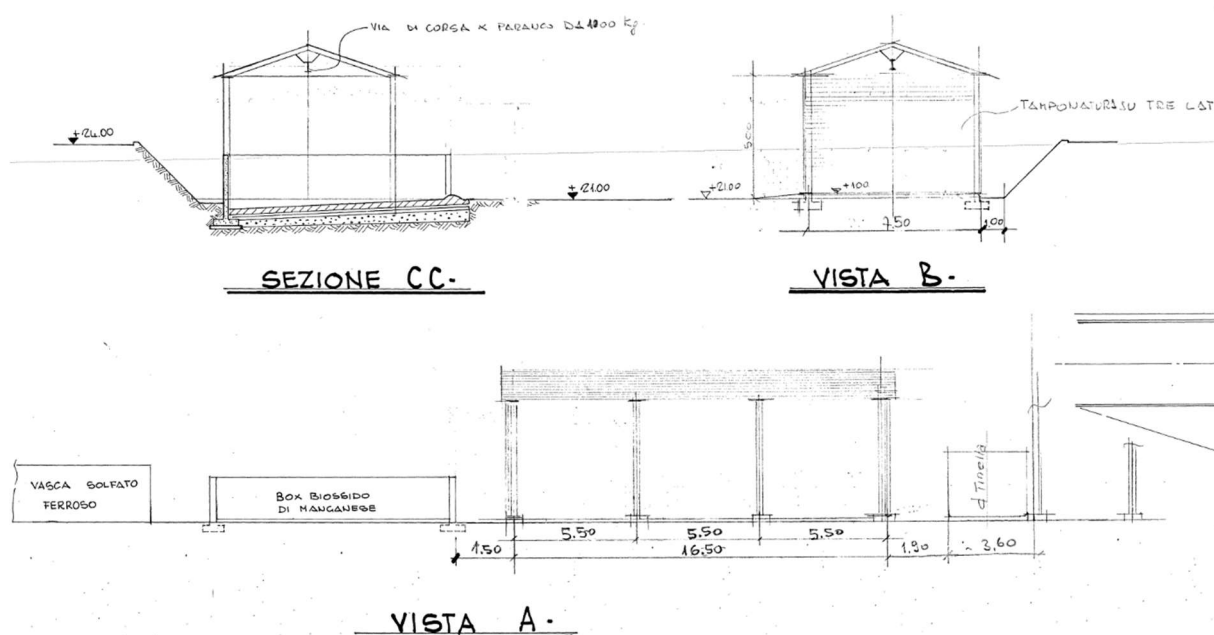


Figura 17 Prospetto laterale stallo 38K

Area di stoccaggio del carbonato di litio

Per lo stoccaggio del carbonato di litio è stato scelto l'attuale capannone del biossido di manganese. Questo capannone è dotato di coperture e tamponature su 3 lati con il solo ingresso lato strada. Anche in questo caso si effettuerà l'impermeabilizzazione della pavimentazione.



Si riassumono di seguito in formato tabellare le caratteristiche delle aree di stoccaggio sopra descritte e i relativi interventi di manutenzione e adeguamento previsti.

Stallo	Dimensioni LungXLarg [m]	Area [m ²]	Impermeabilizzazione pavimento	Lavori coperture laterali
Stalli Jarosite	31x27 + 15,5x10,5	1000	Presente	SI, lato nord
Stallo 38K	45x30	1350	Presente	NO
Capannone Biossido Manganese	16*7	110	Da eseguire	NO

3.2.2 Percorsi e sistemi di movimentazione

Si riassumono di seguito in forma tabellare quantità e modalità di trasporto dei materiali dell'impianto.

Materiale	Percorso	Lunghezza	Big Bag/giorno	Mezzo di Trasporto	Imballo
Black Mass	Da LiDemo A (ex)Jarosite	150 m	33 (11x3)	Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner
Ossidi di Metalli Misti	Da LiDemo A (ex)Stallo 38K	435 m	45 (15x3)	Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner
Carbonato di Litio	Da LiDemo A (ex)Capannone Biossido di Mn	110 m	6 (2x3)	Carrello elevatore	Big Bag con doppio liner
Grafite	Da LiDemo A forni Waelz	900 m	1 invio/giorno	Cassone scarrabile chiuso	

I percorsi e le modalità di trasporto dei big bag saranno oggetto di studio approfondito durante le fasi di ingegneria di dettaglio e definizione delle procedure operative, non è da escludere la possibilità che venga introdotto l'utilizzo di un pianale di carico con motrice al fine di razionalizzare i trasporti.

4 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il processo generale è riassunto nello schema a blocchi riportato in figura 20.

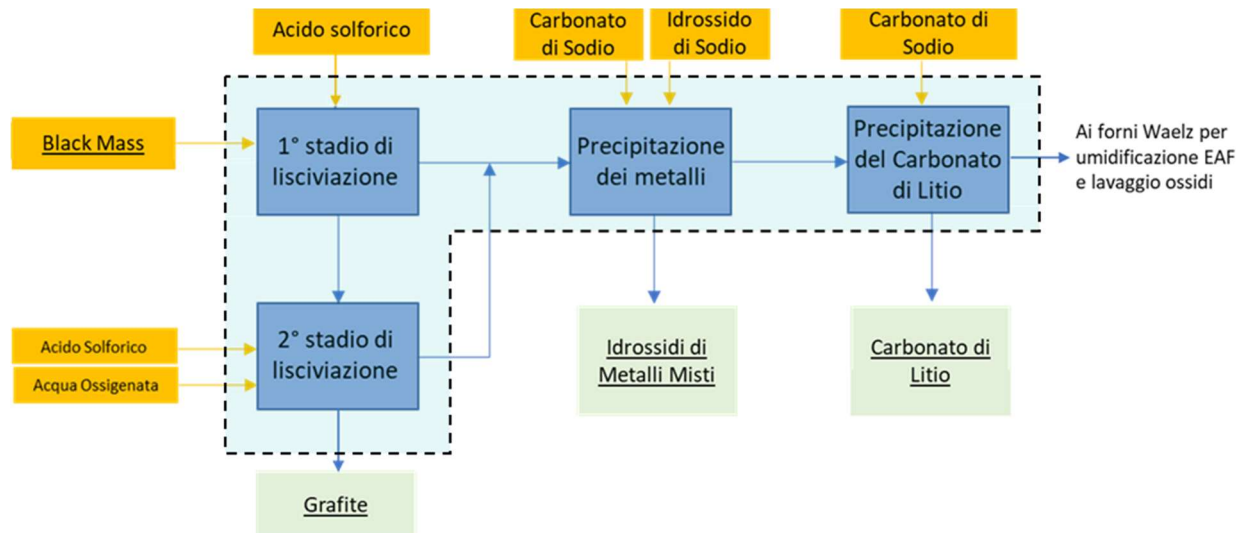


Figura 18 Schema a blocchi del processo

La prima sezione vede come prodotto di carica la Black Mass e restituisce come prodotti intermedi in uscita la PLS (Pregnant Leach Solution), che viene trattata nella sezione successiva, e come sottoprodotto la Grafite.

La seconda sezione vede in ingresso la PLS e come sottoprodotti in uscita il liquido filtrato dai metalli misti, che entrerà nella sezione successiva, e come solido gli ossidi di metalli misti (chiamati Black Mass MHP), sottoprodotto in uscita.

La terza e ultima sezione vede in ingresso il liquido filtrato della sezione precedente e in uscita come solido il Carbonato di Litio, prodotto finale dell'impianto, e come liquido il filtrato finale, da utilizzare come fluido di processo per il servizio di umidificazione dell'impianto Waelz.

Nell'immagine sotto si riportano i valori di consumi attesi di Black Mass e i valori attesi in uscita per i vari sottoprodotti e prodotti.

Valori	UM	ALIMENTAZIONE	SOTTOPRODOTTI		PRODOTTO FINALE
		Black Mass	Grafite	Solidi Metalli Misti	Carbonato di litio
Portata annua	[t/a]	11318	5631	15339	1612
Composizione solidi					
Al	w/w%	3,95	1,15	4,05	375 ppm
C	w/w%	31,9	71,17	8,66	16,18
Ca	w/w%	-	-	-	-
Cd	w/w%	0,47	0,83	0,12	11 ppm
Cl	w/w%	-	-	-	-
Co	w/w%	6,45	0,72	7,19	0,0666
Cu	w/w%	3,87	0,19	4,46	413 ppm
F	w/w%	0,79	0,44	2 ppm	-
Fe	w/w%	1,42	0,41	1,45	135 ppm
K	w/w%	0,74	1,63	9 ppm	-
Li	w/w%	3,56	0,42	6 ppm	18,61
Mg	w/w%	-	-	-	-
Mn	w/w%	3,96	0,24	4,52	419 ppm
Na	w/w%	-	-	3,45	319 ppm
Ni	w/w%	19,33	2,68	21,35	0,2
S	w/w%	-	-	-	-
Zn	w/w%	0,79	-	0,94	87 ppm

Figura 19 Bilancio annuale e relativa composizione di carica e prodotti

Nei successivi paragrafi vengono descritte le tre sezioni d'impianto e la relativa filosofia di gestione.

4.1 Sezione 1 - Lisciviazione e Filtraggio

4.1.1 Descrizione del Processo:

L'alimentazione del ciclo produttivo avviene per mezzo di un sistema integrato di apertura sacconi (big bags) e trasporto mezzo coclea (sez. azzurra).

La lisciviazione della Black Mass avviene in 2 stadi. Nel primo stadio (sez. arancione) la carica è miscelata con acqua di processo e lisciviata usando acido solforico. Alla conclusione del primo stadio, lo slurry viene filtrato per mezzo di un filtro pressa. Il solido residuo dal filtraggio viene inviato al secondo stadio di lisciviazione (sez. viola). Il liquido filtrato viene inviato al serbatoio delle soluzioni di lisciviazione cariche (sez. gialla).

Il solido residuo del filtraggio del primo stadio di lisciviazione viene miscelato con acqua e ri-lisciviato con acido solforico, acqua ossigenata e aria nel serbatoio di lisciviazione per solubilizzare i metalli rimanenti, principalmente il Cobalto. Alla conclusione della lisciviazione, lo slurry è filtrato tramite un filtro pressa (sez. viola). Il solido residuo, composto per lo più da Grafite, è scaricato in un cassone scarrabile a cielo chiuso per l'invio giornaliero ai forni Waelz. Il liquido filtrato infine viene inviato al serbatoio delle soluzioni di lisciviazione cariche e miscelato con quello del primo stadio (sez. gialla).

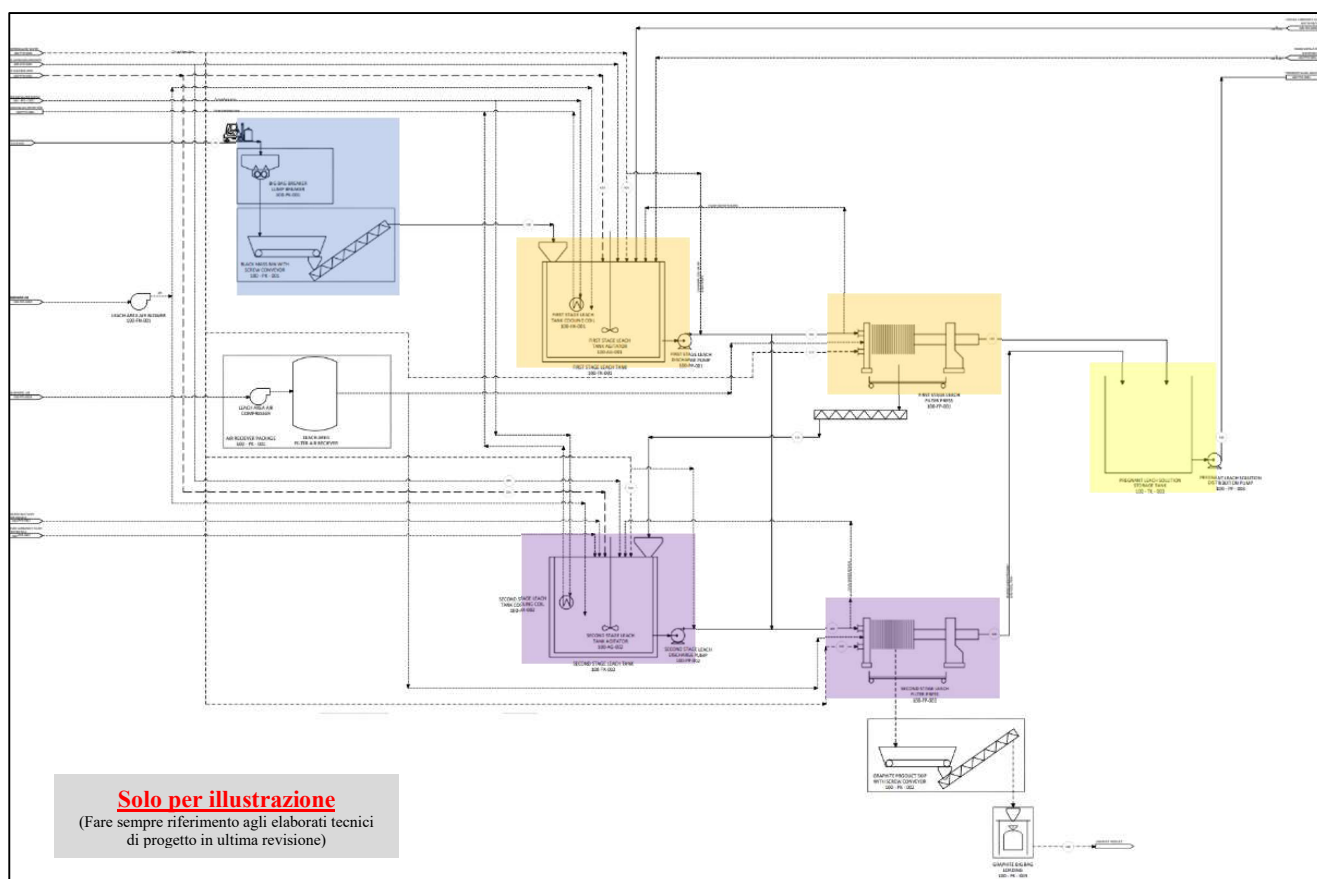


Figura 20 Estratto del PFD - Sezione 1: lisciviazione e filtraggio

4.1.2 Filosofia generale di controllo

La lisciviazione della Black Mass utilizza un sistema di produzione a lotti, quindi non in continuo. L'**alimentazione** è preparata come segue:

1. I sacchi di Black Mass sono analizzati e catalogati in funzione del contenuto di metalli.
2. La metallurgia di stabilimento determina una ricetta di miscele data dalla combinazione dei diversi sacchi di black mass che gli operatori in campo utilizzeranno per la preparazione della carica.
3. I sacchi selezionati vengono scaricati nel serbatoio di lisciviazione di primo stadio gradualmente in un arco di tempo pari a 3 ore, al fine di prevenire la formazione di picchi di produzione di Idrogeno.
4. Ciascun serbatoio di lisciviazione viene riempito nel seguente modo:
l'acqua viene aggiunta in funzione di un misuratore di portata e una valvola attuata (N.B. il misuratore di livello sarà usato come conferma). Una volta raggiunto il livello minimo, l'agitatore del serbatoio del primo stadio di lisciviazione viene messo in marcia. La quantità complessiva di acqua è calcolata dal sistema di controllo sulla base della massa di carica inviata al serbatoio per ogni batch.

Valori di carico base per Black Mass		
Black Mass	11318	(t/a)
Black Mass	32,67	(t/g)
Black Mass	10,89	(t/batch)
Black Mass	3,63	(t/h)
Assunzioni		
- 3 batch/gg		
- caricamento sulle 3 hrs		

Dopo l'iniziale carico della Black Mass (primo sacco) e un successivo tempo di pre-miscelazione (nominalmente 1-5 min), inizia il dosaggio di acido solforico per il **primo stadio di lisciviazione**. Il processo potrebbe richiedere l'aggiunta di calore, che sarà fornito principalmente dal calore di diluizione dell'acido solforico in acqua e, in aggiunta, dal vapore.

Una prima quantità di acido solforico è aggiunta in fase iniziale, la restante parte è utilizzata per mantenere sotto controllo il pH. La portata di acido e il volume totale sono registrati per ogni batch. La richiesta di acido è calcolata in funzione della quantità di Black Mass caricata sul serbatoio e degli aggiustamenti necessari durante la marcia.

Alla conclusione del batch del primo stadio di lisciviazione, avviene il trasferimento dello slurry verso il filtro del primo stadio tramite la pompa dedicata. Dopo il trasferimento di ogni batch, la pompa viene flussata con acqua usando una valvola attuata per prevenire il bloccaggio di pompa/tubazione a causa dei residui solidi. L'acqua viene poi riciclata nel serbatoio di lisciviazione e usata per la preparazione dello slurry del batch successivo.

Il ciclo di **filtraggio** segue la sequenza operativa riportata di seguito:

Assicurarsi che il filtro sia chiuso e pronto a partire.

Aprire la valvola di riciclo del filtrato verso il secondo stadio di lisciviazione e chiudere la valvola attuata verso il serbatoio di soluzione di lisciviazione carica (Pregnant Leach Solution tank o PLS tank)

Aprire/chiudere le valvole attuate del filtro secondo le indicazioni del costruttore.

Mettere in marcia la pompa di alimentazione con una velocità del 50% rispetto alla nominale, se la portata non viene registrata sulla mandata della pompa entro 10 secondi si bloccherà. Una volta registrata la pressione alla mandata della pompa parte un timer. Il filtrato viene mandato in ricircolo per un tempo impostato allo scadere del quale la valvola del filtrato al serbatoio del PLS viene aperta e quella di ricircolo viene chiusa.

La pressione (e la portata) di alimentazione del filtro è controllata da dei valori impostati preliminarmente. La portata di alimentazione andrà a decrescere durante le operazioni di filtraggio. Una bassa portata o un basso livello impostato del serbatoio potrà essere impostato come limite per passare al successivo punto della procedura oppure si potrà utilizzare il completo svuotamento del serbatoio.

La linea di alimentazione del filtro viene flussata con acqua usando una valvola attuata.

La pompa di compressione a membrana viene messa in marcia in funzione delle specifiche del fornitore (da valutare in funzione del filtro pressa disponibile)

Una soffiatura e asciugatura viene eseguita tramite le valvole attuate dell'aria di impianto.

Completato il primo stadio di filtrazione viene aperto il filtro pressa per lo scarico del solido. Le maniche vengono pulite e il filtro pressa chiuso per il ciclo successivo.

Prima dello scarico del filtro di primo stadio di lisciviazione, il serbatoio del secondo stadio di lisciviazione deve essere parzialmente riempito con acqua usando un misuratore di portata e una valvola attuata per raggiungere il volume richiesto.

Quando il filtro ha finito il suo ciclo automatico, i solidi vengono inviati al serbatoio del secondo stadio di lisciviazione. La densità dello slurry deve essere monitorata, questa può essere ripristinata variando il volume di acqua o comunque mantenendo un rapporto impostato.

Il **secondo stadio di lisciviazione** opera in maniera simile al primo stadio in funzione dell'aggiunta di acido solforico sul controllo del pH. L'immissione di acqua ossigenata e aria vengono definite da valori impostati di portata e sono dosate lungo l'intera durata del processo di lisciviazione. Quando un batch ha concluso la lisciviazione (tempo impostato), il sistema di controllo inizia l'alimentazione del filtro. Il filtraggio avviene in automatico in maniera analoga a quella descritta per il primo stadio. La soluzione filtrata del primo stadio e del secondo stadio di lisciviazione vengono combinate e stoccate al serbatoio di PLS. Il solido filtrato nel secondo stadio viene insaccato.

Gli operatori monitoreranno il serbatoio del PLS tramite un trasmettitore di livello e varieranno la frequenza della lisciviazione come richiesto. Il PLS verrà pompato nel serbatoio di precipitazione metalli. L'indicazione di livello è inclusa su tutti i serbatoi nel circuito ed è costantemente monitorata dagli operatori.

4.1.3 Chimica del processo

A seconda della specifica tipologia di batterie da cui viene prodotta la Black Mass, la composizione del materiale e la forma in cui i componenti si presentano combinati tra loro può variare in modo significativo. In generale nelle batterie a ione di litio i principali metalli si presentano sotto forma di ossidi complessi, ad esempio:

- Catodo tipo LCO: LiCoO_2
- Catodo tipo NMC-111: $\text{LiNi}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.33}\text{O}_2$
- Catodo tipo LMO: LiMn_2O_4

La Black Mass conterrà inoltre in generale:

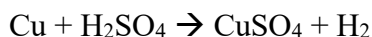
- Grafite e rame metallico provenienti dal substrato dell'anodo
- Alluminio metallico proveniente dal substrato del catodo

Nel processo Li-Cycle (partner Glencore nello studio dell'impianto), i due stadi di Lisciviazione hanno l'obiettivo di solubilizzare i metalli di interesse tramite reazione con acido solforico H_2SO_4 . L'aggiunta di H_2O_2 in particolare nel 2° stadio ha lo scopo di ridurre i metalli alla loro forma divalente (ad es. da Co(III) a Co(II)) che ne migliora la solubilità nelle soluzioni acide. Questo ha un effetto particolarmente marcato sul recupero di Co e Mn.

A titolo di esempio, si veda la seguente reazione rappresentativa di una black mass derivata da batterie di tipo NMC-111:



I componenti già presenti nella Black Mass allo stato metallico verranno a loro volta solubilizzati dall'acido solforico. Questo avrà come conseguenza una produzione di idrogeno, come ad es. nel caso del rame:



Il residuo dei due stadi di lisciviazione sarà costituito essenzialmente da grafite, inerte alla reazione con l'acido solforico.

4.2 Sezione 2 - Precipitazione Metalli Misti

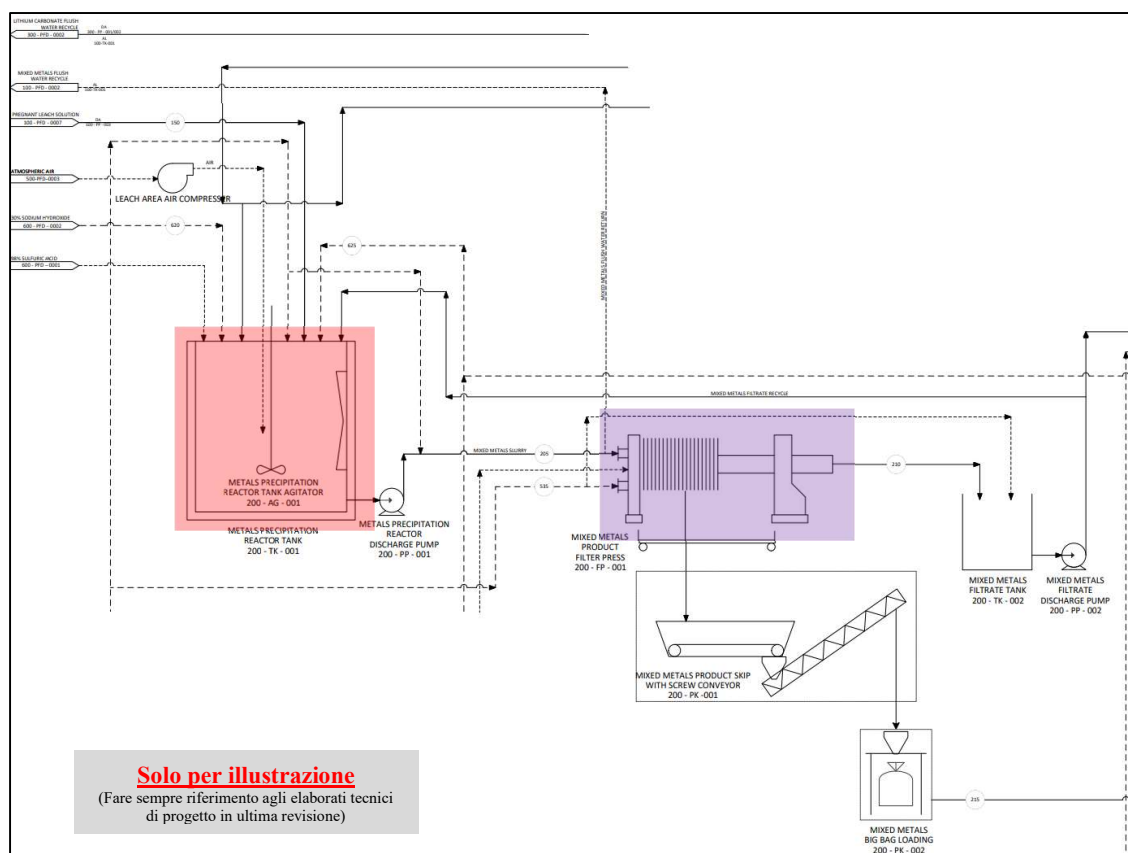


Figura 21 Estratto del PFD - Sezione 2: precipitazione metalli misti

4.2.1 Descrizione del processo

Il circuito di precipitazione dei metalli misti recupera metalli inclusi rame, alluminio, ferro, nichel e cobalto, producendo così un PLS relativamente pulito per il recupero del litio. Questo avviene grazie alla variazione del pH generata dall'immissione di idrossido di sodio (soda caustica), seguita da una variazione del pH ottenuta per mezzo del carbonato di sodio.

Il primo stadio del processo di precipitazione dei metalli include l'aggiunta di soda caustica per raggiungere un pH di circa 5.2, neutralizzare l'acido e far precipitare principalmente alluminio e ferro. Il secondo stadio del processo di precipitazione dei metalli prevede l'aggiunta di carbonato di sodio sino al raggiungimento di un pH di 8.5 per neutralizzare il rimanente acido e permettere la precipitazione degli altri metalli. L'aumento del pH causa la precipitazione di qualsiasi metallo in soluzione dal PLS come carbonati. Al termine della reazione di precipitazione (sez. rossa), lo slurry viene filtrato da un filtro pressa (sez. viola). Il filtrato contenente i solidi (Black Mass MHP), che contengono i metalli misti, viene insaccato per la vendita. Il liquido filtrato viene inviato al reattore del carbonato di litio.

4.2.2 Filosofia generale di controllo

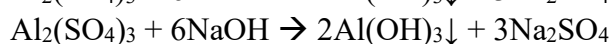
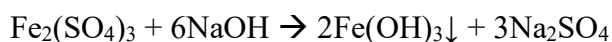
Il PLS viene pompato nel serbatoio del PLS. L'aggiunta di soda caustica e carbonato di sodio è controllata dal pH, come viene misurato sul serbatoio. Una volta che la reazione è completa, lo slurry viene pompato al filtro pressa dei metalli misti. Le operazioni di filtraggio avvengono in automatico come per i filtri della lisciviazione. Il liquido filtrato è diretto al reattore del carbonato di litio. I solidi residui vengono insaccati.

4.2.3 Chimica del processo

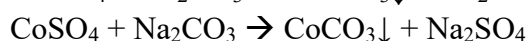
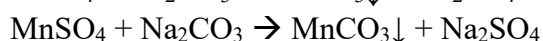
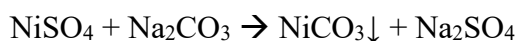
L'obiettivo di questa sezione è la precipitazione della maggior parte dei metalli di interesse nella soluzione PLS, precedentemente estratti durante i due stadi di Lisciviazione; fa eccezione il Litio, che sarà fatto precipitare nella sezione finale dell'impianto, a temperature e pH più elevati.

Il processo si svolge in 2 fasi:

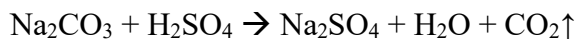
- $\text{pH} < 5$: in questa fase l'acidità residua nella soluzione PLS viene neutralizzata utilizzando come reagente soda caustica NaOH. Questo porta principalmente alla precipitazione di Fe e Al sotto forma di idrossidi, secondo le reazioni di seguito.



- $5 < \text{pH} < 8.5$: in questa fase il pH viene ulteriormente incrementato utilizzando come reagente il carbonato di sodio Na_2CO_3 . Questo porta alla precipitazione di Ni, Mn, Co sotto forma di carbonati, secondo le reazioni di seguito.



In minima quantità, l'acidità residua dalla fase precedente può inoltre reagire con il carbonato di sodio Na_2CO_3 , portando alla produzione di CO_2 gassoso. In questa sezione dell'impianto ci si attende quindi la formazione di schiuma.



4.3 Sezione 3 - Precipitazione Carbonato di Litio

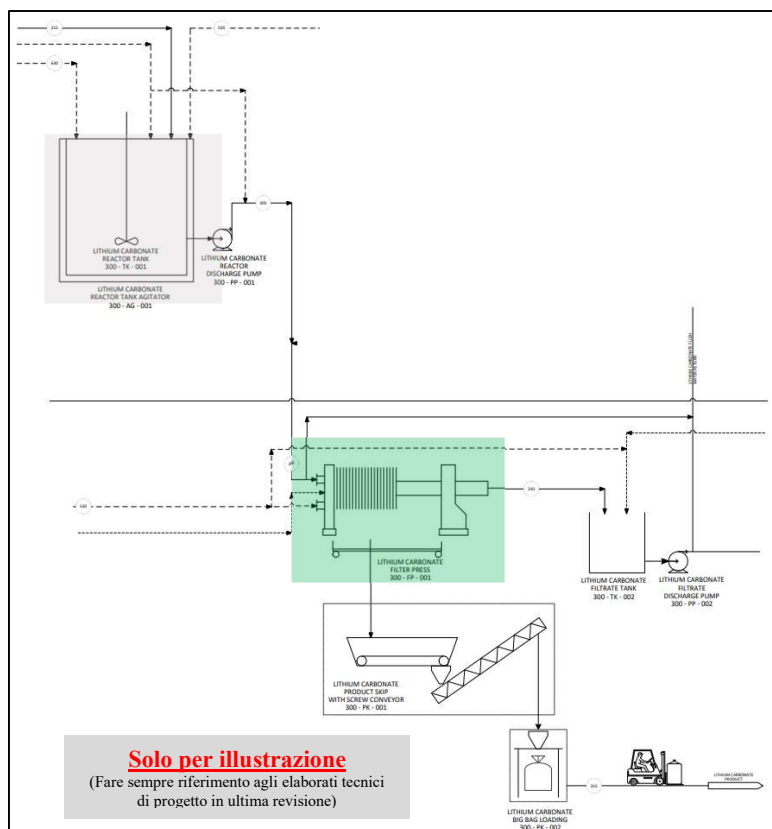


Figura 22 Estratto del PFD - Sezione 3: precipitazione Carbonato di Litio

4.3.1 Descrizione del processo

Nell'ultimo circuito, il litio è recuperato dal PLS. Il carbonato di sodio in eccesso viene dosato nel serbatoio per far precipitare il carbonato di litio dalla soluzione (sez. grigia). Il vapore è immesso direttamente nel serbatoio in modo da operare a temperature di 90°C o superiore, con le temperature maggiori si favorisce la minore solubilità del litio. Lo slurry con il carbonato di litio precipitato è filtrato tramite un filtro pressa (sez. verde). Il solido residuo (Carbonato di Litio) viene insaccato per la vendita. Il liquido filtrato viene infine riutilizzato in altri processi di stabilimento come flusso ausiliario.

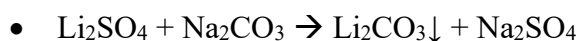
4.3.2 Filosofia generale di controllo

Il filtrato dal filtro della precipitazione dei metalli misti è pompato nel reattore del carbonato di litio. Il carbonato di sodio è aggiunto con un rapporto controllato all'alimentazione al serbatoio. L'aggiunta di vapore è controllata in base alla temperatura del serbatoio. Una volta che la reazione è completata, lo slurry viene inviato al filtro pressa della precipitazione del carbonato di litio. Il filtraggio avviene in automatico come per i filtri della lisciviazione. Il filtrato viene inviato all'impianto di trattamento acque reflue. Il solido residuo viene insaccato.

In uscita dall'impianto ci sarà una quota di soluzione filtrata dai metalli presenti che dovrà essere trattata al reparto trattamento acque di stabilimento.

4.3.3 Chimica del processo

L'obiettivo di questa sezione è la precipitazione selettiva del litio. A questo scopo, il pH della soluzione in uscita dalla Precipitazione metalli misti viene incrementato sino a 10 utilizzando come reagente il carbonato di sodio Na_2CO_3 . Questo porta alla formazione di carbonato di litio secondo la reazione di seguito.



Perché il carbonato di litio prodotto precipiti in forma solida, è necessario dosare Na_2CO_3 in eccesso e svolgere la reazione ad una minima temperatura di 90 °C, ottenuta tramite iniezione di vapore vivo nel reattore. Il controllo della temperatura in questa sezione del processo è particolarmente cruciale, dato che la solubilità del Li_2CO_3 aumenta al diminuire della temperatura e comporterebbe un aumento della frazione di litio non recuperata, che andrebbe persa nella corrente inviata al trattamento acque.

5 FLUSSI AUSILIARI, REAGENTI E FLUSSI IN USCITA (OUTPUT)

Come descritto nel capitolo 3, la Black Mass è l'unica portata di alimentazione del sistema; gli altri ingressi esterni al sistema sono:

i reagenti utilizzati nelle tre sezioni di impianto:

Flusso	Approvvigionamento	Portata annua [T/a]
Acqua ossigenata 30%	Fornitore esterno	854
Acido solforico 98%	Autoproduzione/Fornitore esterno	10.015
Carbonato di sodio	Fornitore esterno	8.300
Soda caustica	Fornitore esterno	9.150

e gli ausiliari:

Flusso	Approvvigionamento	Portata annua [T/a]
Acqua demineralizzata	Autoproduzione	51.823
Vapore	Autoproduzione	3.889
Aria Compressa	Autoproduzione	5.372

I flussi in uscita (OUTPUT) sono:

Flusso	Destinazione	Stato	Portata annua [T/a]	Arrivi/spedizioni
Aria contenente vapori, polveri e Idrogeno	Torre Scrubber 1 (sezione di lisciviazione)	Gassoso	250.000	/
Aria contenente vapori, polveri e Idrogeno	Torre Scrubber 2 (sezione di precipitazione metalli)	Gassoso	67.000	/
Carbonato di Litio	Prodotto finale destinato alla vendita	Solido (insaccato)	1.612	6 spedizioni/anno (268 T l'una)
Idrossidi di Metalli Misti (MHP)	Prodotto finale destinato alla vendita	Solido (insaccato)	15.339	6 spedizioni/anno (2.556 T l'una)
Grafite	Prodotto intermedio	Solido (accumulato in cassone)	5.631	Utilizzo interno: invio giornaliero in alimentazione al forno Waelz
Filtrato della precipitazione del Carbonato di Litio	Impiego come fluido ausiliario per altri processi presenti nello stabilimento (vedi capitolo 8)	Liquido	55.089	/
Scarico acque meteoriche	Impianto trattamento effluenti di stabilimento	Liquido	/	/

6 GESTIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

L'impianto genera i seguenti flussi di emissione in atmosfera:

- Idrogeno (H_2), che, come visto nel paragrafo 4.1.3, si origina all'interno del primo reattore di lisciviazione a seguito della reazione tra Black Mass e Acido Solforico
- Vapori acidi che si sviluppano nei reattori dei due stadi di lisciviazione
- Polveri di Black Mass, generati in fase di apertura dei sacconi
- Rumore

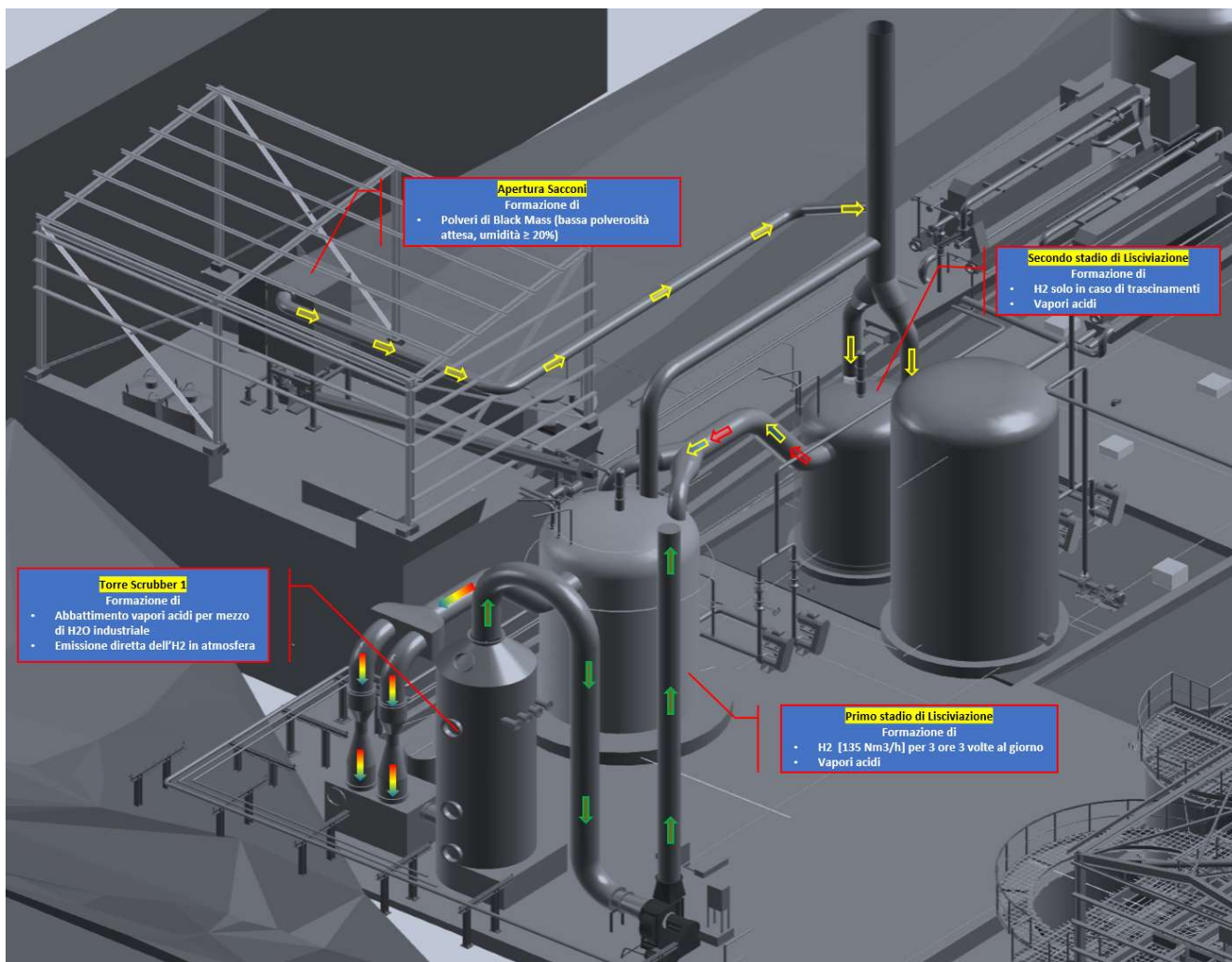


Figura 23 Schema del sistema di gestione delle emissioni atmosferiche

I tre flussi di vengono captati ed inviati per mezzo di una rete di canalizzazioni aerauliche alla torre di lavaggio (Scrubber) per il loro trattamento prima dell'emissione in atmosfera.

L'idrogeno viene captato, diluito e rilanciato in atmosfera. Le polveri e i vapori acidi vengono "lavati" per mezzo di acqua industriale. Il fluido di scarico della scrubber viene quindi raccolto ed inviato nel primo reattore di lisciviazione.

L'impianto è dotato inoltre di una torre scrubber secondaria dedicata alle due sezioni di precipitazione.

6.1 Torre di lavaggio (Scrubber) della sezione di lisciviazione

Nel reparto di lisciviazione sarà presente un sistema di captazione e abbattimento dei vapori e delle polveri generati dal sistema di apertura e dosaggio della Black Mass (sistema integrato di taglio-sacconi con tramoggia, rotocella e coclea di caricamento) e dai reattori di primo e secondo stadio.

Il sistema sarà composto da una torre scrubber di lavaggio con doppio Venturi avente le seguenti caratteristiche principali:

Altezza	7.8 m
Diametro	2.4 m
Doppio Venturi	Altezza 3 m Diametro 0.7 m
Vasca di contenimento soluzione di lavaggio	10x4x0.4 m
Altezza punto di emissione	8 m
Temperatura flusso di emissione	25°C
Portata d'aria	20000:30000 Nm ³ /h
Prevalenza	285:158 mmH ₂ O
Potenza aspiratore	45 kW
Velocità del flusso di emissione	1.22 m/s
Concentrazione polveri in uscita	0.25 mg/Nm ³ ossigeno tal quale ambiente
Composizione	O ₂ 21.8% H ₂ 0.8% (imposto da design) H ₂ O 7-8% N ₂ a bilancio
Efficienza di rimozione	99% (per particelle >3micron)
PM10	35%
PM2,5	10%

Per quanto riguarda la corrente liquida in uscita dalla vasca di contenimento questa sarà una corrente debolmente acida contenente fanghi originati dalle polveri rimosse dallo scrubber e verrà ricircolata sul reattore di primo stadio della lisciviazione. La portata di questa corrente sarà pari a 50 kg/h, di cui circa 0.5 kg/h dovuti alla fanghiglia.

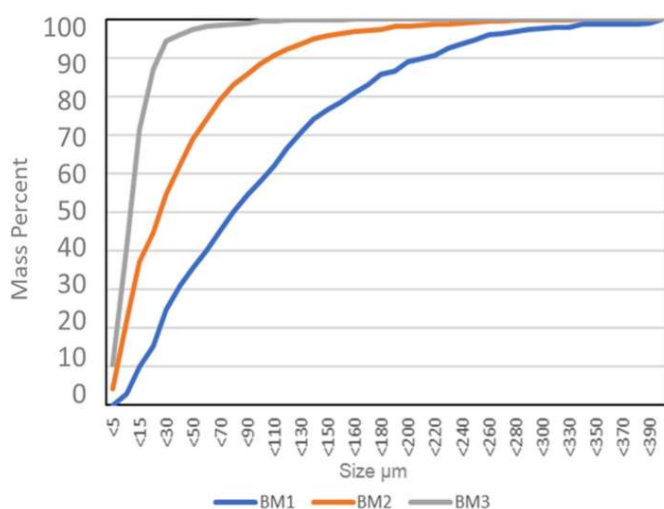


Figura 24 Distribuzione granulometrica della Black Mass



Figura 25 Esempio di torre Scrubber (fonte: Coral)

6.1.1 Emissioni: sezione di Lisciviazione e Filtraggio

Nella sezione di lisciviazione il primo gruppo di macchine che si incontra è il sistema integrato di apertura sacconi e trasporto della Black Mass verso il reattore di primo stadio. Come riportato nella tabella del paragrafo 3.2.2, il sistema sarà alimentato con **33 big bag al giorno** trasportati per mezzo di carrello elevatore dallo stallo Jarosite, distante 150 mt circa dall'area di lavoro. Questo sistema è costituito da due sezioni principali: l'apertura sacconi e il trasporto della carica. La sezione di apertura sacconi è composta essenzialmente da un telaio in acciaio al carbonio, fissato alla pavimentazione, chiuso ermeticamente su tre lati mediante pannelli imbullonati e dotato sul tetto di un bocchello per l'innesto del sistema di aspirazione delle polveri. Sulla parete frontale è prevista l'installazione di due portelloni in acciaio che saranno aperti solo ed esclusivamente nella fase di approvvigionamento della carica. La sezione di trasporto, posta immediatamente al di sotto del sistema di apertura, è composta da una tramoggia dotata di un portello di ispezione e di un motovibratore per facilitare la caduta del materiale verso il rompizolle. Una **coclea tubolare chiusa** raccoglie infine la Black Mass in caduta dal rompizolle e la trasporta al primo reattore di lisciviazione.



Figura 26 Esempio di sistema integrato di apertura sacconi e trasporto

Questo sistema di apertura e trasporto è un **sistema chiuso** collegato all'unità centralizzata di depolverazione d'impianto (descritta nel paragrafo 6.1) pertanto non sono previste emissioni localizzate di polveri in atmosfera. Sarà inoltre installato sotto una tettoia fissa al fine di eliminare la possibilità di inclusioni di Black Mass nel percolato.

In uscita dal rompizolle la granulometria è di 0.1 mm per il 95% del campione.

Non sono previsti cicli di lavaggio pianificati per queste macchine e, nel caso in cui durante l'esercizio dovesse nascere la necessità di eseguire una pulizia, l'acqua sarà convogliata verso il reattore del primo stadio di lisciviazione dalla conformazione stessa della macchina (per caduta).

A valle del sistema di apertura e trasporto della carica si trova la sezione di lisciviazione.

Il reattore del primo stadio di lisciviazione è **un serbatoio chiuso in Accio Inossidabile Superduplex (UNS32760)** anch'esso collegato alla torre di lavaggio scrubber per la captazione e il trattamento delle emissioni di idrogeno e vapori generati dalla reazione.

Nella fase di reazione di ogni batch si ha la formazione di

- 630 Nm³ di Idrogeno (suddivisi in 210 Nm³/h durante l'alimentazione della Black Mass)
- circa 30 kg/h di vapori acidi derivanti dall'evaporazione del liquido all'interno del reattore in cui si possono trovare tracce di Nichel, Manganese e Cobalto (<0,5 kg/h).

Al termine della reazione lo slurry viene prelevato dal reattore di primo stadio ed inviato per mezzo di una pompa al filtro pressa del primo stadio di lisciviazione posto immediatamente sopra al reattore di secondo stadio; il cake del filtro (ossia il solido prodotto dal sistema di filtrazione) viene trasferito nel reattore tramite una **tramoggia cocleata chiusa**.

Il reattore di secondo stadio di lisciviazione è anch'esso un **serbatoio chiuso in Accio Inossidabile Superduplex (UNS32760)** posto sotto aspirazione del sistema di abbattimento polveri e vapori descritto in precedenza. Anche in questo reattore possono originarsi

- emissioni di Idrogeno (in quantità trascurabili in quanto determinate da eventuali piccoli trascinamenti di Black Mass provenienti dal primo stadio)
- circa 20 kg/h di vapori acidi derivanti dall'evaporazione del liquido all'interno del reattore in cui si possono trovare tracce di nichel, manganese e cobalto (<0,5 kg/h).

Al termine della reazione lo slurry viene prelevato dal reattore di secondo stadio ed inviato per mezzo di una pompa al filtro pressa di secondo stadio. In questo caso il cake in uscita, costituito essenzialmente da grafite, il primo dei prodotti dell'impianto, viene scaricato tramite una **tramoggia cocleata chiusa** e convogliato in un **cassone carrabile a cielo chiuso** destinato all'alimentazione giornaliera dei forni Waelz.

Non è previsto alcun lavaggio della tramoggia cocleata e quindi alcuna necessità di raccolta delle acque di pulizia. Il serbatoio della PLS (Pregnant Leach Solution) cioè della parte liquida dei due filtrati provenienti dai filtri pressa di primo e secondo stadio è un **serbatoio chiuso in vetroresina**; in questo caso, trattandosi di un puro serbatoio di accumulo (al suo interno non avviene alcuna reazione), non sono previste emissioni e di conseguenza relativi sistemi di captazione e trattamento. La soluzione qui presente viene infine rilanciata alla sezione di Precipitazione Metalli Misti tramite pompa dedicata.

6.2 Torre di lavaggio (Scrubber) delle sezioni di precipitazione

Nelle due sezioni di precipitazione (metalli misti e carbonato di litio) sarà presente un sistema di captazione e abbattimento dei vapori e delle polveri generati all'interno dei reattori.

Altezza	6,7 m
Diametro	1.4 m
Vasca di contenimento soluzione di lavaggio	2x1x1 m
Altezza punto di emissione	6,7 m
Temperatura flusso di emissione	25°C
Portata d'aria	6000 Nm ³ /h
Prevalenza	300 mmH ₂ O
Potenza aspiratore	9,2 kW
Velocità del flusso di emissione	1.08 m/s
Concentrazione polveri in uscita	0.1 mg/Nm ³ ossigeno tal quale ambiente
Composizione	O ₂ 21.8% H ₂ 0.8% (imposto da design) H ₂ O % N ₂ a bilancio
Efficienza di rimozione	99% (per particelle >3micron)
PM10	10%
PM2,5	5%

Il flusso totale di vapori trascinato e trattato dalla seconda scrubber sarà inferiore o al più pari a 100 kg/h di cui massimo 0,2 kg/h contenenti Nichel, Manganese, Cobalto. La corrente liquida in uscita da questa scrubber sarà rimandata in circolo in testa al reattore di precipitazione dei metalli misti.

6.2.1 Emissioni: sezione di Precipitazione dei Metalli Misti

In ingresso a questa sezione si trova il reattore di precipitazione dei metalli misti nel quale viene rilanciato il PLS dalla sezione di lisciviazione e vengono immessi come reagenti la soda caustica e il carbonato di sodio. Questo reattore è **un serbatoio chiuso in acciaio inossidabile (AISI 316)**; al suo interno sarà presente una soluzione basica che potrà essere soggetta ad evaporazione superficiale. In questo caso ci sarà una torre scrubber dedicata all'aspirazione e trattamento dei vapori della sezione di precipitazione dei metalli misti e del carbonato di litio.

La soda caustica sarà stoccata in un serbatoio esistente installato in prossimità dell'impianto e il suo approvvigionamento avverrà per mezzo di camion cisterna contenete la soluzione già miscelata. Il caricamento avverrà tramite pompa elettrica a bordo del mezzo stesso. Il bocchello di caricamento si trova all'interno del bacino di contenimento del serbatoio in modo tale da confinare eventuali stillicidi generati nella fase di caricamento.

Il carbonato di sodio verrà approvvigionato tramite camion cisterna sotto forma di solido e caricato in un silos da installare in prossimità del reattore tramite trasferimento pneumatico; il silos sarà dotato di un sistema di depolverazione proprio (sistema di depolverazione a cartucce) e invierà, tramite delle **coclee tubolari chiuse**, il carbonato di sodio al reattore di precipitazione metalli misti e il reattore del carbonato di litio.

Il sistema di depolverazione del silo è un filtro a cartucce, con cartucce in polipropilene certificate in classe L secondo normativa DIN-EN 60335-2-69 (Classe L ≤ 1,0% Polveri con concentrazioni massime consentite (MAC) > 1 mg/m³, rappresentano un rischio moderato per gli operatori e il filtro utilizzato in questo caso trattiene oltre il 99 % della polvere con una granulometria inferiore a 3 micron).

Altezza punto di emissione	15 m
Diametro silo	3.5 m
Concentrazione polveri in uscita	0.1 mg/Nm ³ ossigeno tal quale ambiente
Composizione	O ₂ 21.8% H ₂ O % N ₂ a bilancio
Efficienza di rimozione	99% (per particelle >3micron)
PM10	10%
PM2,5	5%

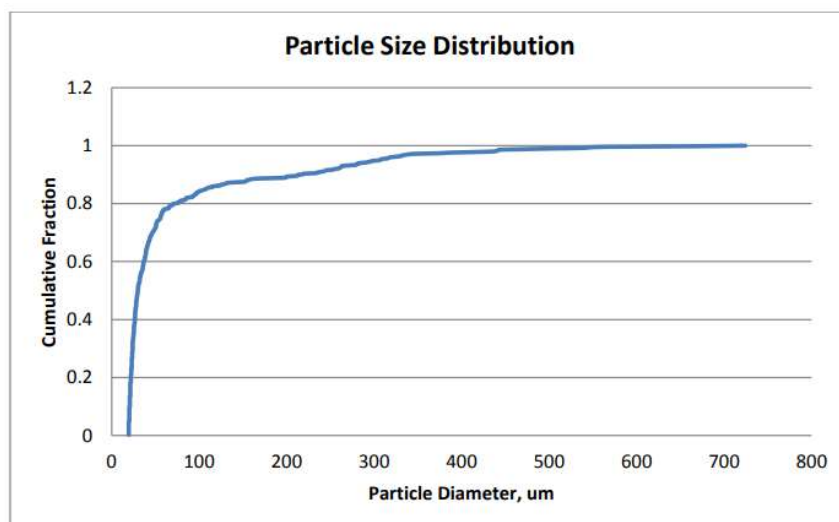


Figura 27 Distribuzione granulometrica del Carbonato di Sodio

Al termine della reazione lo slurry viene inviato al filtro pressa di precipitazione metalli misti tramite una pompa. Il solido prodotto dal filtro, che costituisce il secondo prodotto dell'impianto (ossidi di metalli misti, o MHP), viene scaricato tramite una **tramoggia cocleata chiusa** e convogliato verso il sistema di insaccamento. Per ogni lotto verranno riempiti 15 big bag, per un totale di 45 big bag giornalieri (3 lotti/giorno), trasportati tramite carrello elevatore al capannone 38K ex-scorie KSS distante 435 mt dall'area dell'impianto.

I big bag utilizzati per l'insaccamento presentano un liner interno impermeabile per il contenimento di eventuale liquido di percolamento (big bag approvato ONU, marcatura UN – 13H3Y). Il sistema di insaccamento è costituito da un telaio in acciaio al carbonio verniciato dotato di appositi ganci per il posizionamento del saccone e di 4 celle di carico da 500kg per la pesatura. Il big bag sarà posizionato mediante pallet di legno all'interno del telaio e appeso ai ganci mobili da un operatore. Il sistema è dotato inoltre di un anello di chiusura rapida collegato a una sonda di livello per evitare eventuali sovra riempimenti.

Non è previsto alcun lavaggio della tramoggia cocleata e quindi alcuna necessità di raccolta delle acque di pulizia.

Il flusso di filtrato liquido proveniente dal filtro pressa viene stoccato in un **serbatoio chiuso in acciaio inossidabile (AISI316)**; non è presente nessuna reazione in questa sezione ma si prevede il collegamento del serbatoio all'aspirazione della torre scrubber.

La soluzione qui presente viene inviata alla sezione di Precipitazione Carbonato di Litio tramite una pompa.

6.2.2 Emissioni: sezione di Precipitazione del Carbonato di Litio

In ingresso a questa sezione è presente un reattore chiuso in **acciaio inossidabile (AISI 316)** nel quale vengono immessi il filtrato liquido proveniente dalla sezione a monte e, come reagente, il carbonato di sodio (già descritto al paragrafo 6.1.2 in quanto in comune). La soluzione all'interno del reattore sarà basica e potrà verificarsi un'evaporazione superficiale. Come nel reattore precedente è prevista l'aspirazione dei vapori tramite una torre scrubber dedicata alla sezione di precipitazione metalli misti e carbonato di litio.

Al termine della reazione lo slurry viene inviato al filtro pressa di Carbonato di Litio tramite una pompa. Il prodotto solido del filtro pressa, costituito da carbonato di litio, il prodotto principale dell'impianto, viene scaricato tramite **una tramoggia cocleata chiusa** e convogliato verso il sistema di insaccamento (equivalente a quelli già descritti finora). Per ogni lotto verranno riempiti 2 big bag, per un totale di 6 big bag giornalieri (3 lotti/giorno), trasportati tramite carrello elevatore al capannone ex-biossido di manganese distante 110 mt dall'area dell'impianto.

I big bag utilizzati per l'insaccamento presentano un liner interno impermeabile per il contenimento di eventuale liquido di percolamento (big bag approvato ONU, marcatura UN – 13H3Y).

Non è previsto alcun lavaggio della tramoggia cocleata e quindi alcuna necessità di raccolta delle acque di pulizia. Il sistema di insaccamento ha le medesime caratteristiche di quello descritto nella sezione di insaccamento degli ossidi di metalli misti.

6.3 Rumore

Si riportano di seguito i limiti di pressione sonora emessa per singola macchina.

SIGLA	SERVIZIO	AREA IMPIANTO	DESCRIZIONE AREA	POTENZA INSTALLATA [Kw]	POTENZA SONORA
141-ME 003	ROMPIZOLLE	141	LISCIVIAZIONE 1° STADIO	27	Lpa<80 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-CT 001	COCLEA ALIMENTAZIONE BLACK MASS	141	LISCIVIAZIONE 1° STADIO	4	Lpa<80 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-ME 001	AGITATORE REATTORE PRIMO STADIO LISCIVIAZIONE	141	LISCIVIAZIONE 1° STADIO	7,5	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-P 001	POMPA SLURRY REATTORE PRIMO STADIO LISCIVIAZIONE	141	LISCIVIAZIONE 1° STADIO	30	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-ME 002	AGITATORE REATTORE SECONDO STADIO LISCIVIAZIONE	141	LISCIVIAZIONE 2° STADIO	4	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-P 002	POMPA SLURRY REATTORE SECONDO STADIO LISCIVIAZIONE	141	LISCIVIAZIONE 2° STADIO	30	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-ME 002	TRAMOGGIA COCLEATA SCARICO GRAFITE	141	LISCIVIAZIONE 2° STADIO	4	Lpa<80 dB (ISO 3744 e EN12639)
141-P 003	POMPA RILANCIO PLS	141	LISCIVIAZIONE 2° STADIO	7,5	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
142-ME 001	AGITATORE REATTORE METALLI MISTI	142	PRECIPITAZIONE METALLI MISTI	37	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
142-P 001	POMPA RILANCIO SLURRY METALLI MISTI	142	PRECIPITAZIONE METALLI MISTI	30	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
142-ME 002	TRAMOGGIA COCLEATA SCARICO METALLI MISTI	142	PRECIPITAZIONE METALLI MISTI	4	Lpa<80 dB (ISO 3744 e EN12639)
142-P 002	POMPA RILANCIO FILTRATO METALLI MISTI	142	PRECIPITAZIONE METALLI MISTI	7,5	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
143-ME 001	AGITATORE REATTORE CARBONATO DI LITIO	143	PRECIPITAZIONE CARBONATO DI LITIO	37	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
143-P 001	POMPA SLURRY CARBONATO DI LITIO	143	PRECIPITAZIONE CARBONATO DI LITIO	30	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
143 ME 002	TRAMOGGIA COCLEATA SCARICO CARBONATO DI LITIO	143	PRECIPITAZIONE CARBONATO DI LITIO	4	Lpa<80 dB (ISO 3744 e EN12639)
143-P 002	POMPA RILANCIO FILTRATO CARBONATO DI LITIO	143	PRECIPITAZIONE CARBONATO DI LITIO	7,5	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
146-P 001	POMPA AD ALTA PRESSIONE LAVAGGIO CAKE FILTRI PRESSA	146	AUSILIARI	15	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
146-P 002	POMPA DI CIRCOLAZIONE LIQUIDI SU SCRUBBER	146	AUSILIARI	5,5	Lpa<75 dB (ISO 3744 e EN12639)
146-K 001	VENTILATORE SCRUBBUR	146	AUSILIARI	45	Lpa<80 dB (ISO 3744 e EN12639)

7 GESTIONE DEI FLUIDI IN USCITA

I fluidi in uscita dall'impianto LiDemo sono:

- La corrente di liquido filtrato della sezione di carbonato di Litio, avente composizione come da tabella seguente

Valori	UM	Filtrato liquido carbonato di litio (caso base)	Filtrato liquido carbonato di litio (carbonato di sodio solido)
Portata annua	[t/a]	94.483	55.089
Al	g/L	-	-
C	g/L	1,73	1,73
Ca	g/L	-	-
Cd	g/L	-	-
Cl	g/L	62 mg/L	62 mg/L
Co	g/L	-	-
Cu	g/L	-	-
F	g/L	0,58	0,58
Fe	g/L	-	-
K	g/L	6 mg/L	6 mg/L
Li	g/L	1,6	1,6
Mg	g/L	-	-
Mn	g/L	-	-
Na	g/L	54,36	54,36
Ni	g/L	2 mg/L	2 mg/L
S	g/L	35,09	35,09
Zn	g/L	-	-
CO ₃ ⁻	g/L	8,36	8,36
SO ₄ ²⁻	g/L	105	105
OH ⁻	g/L	2,150	2,150
H ₂ SO ₄	g/L	-	-
Soluble Solvent Extraction Organics	g/L	-	-
Soluble Black Mass Organics	g/L	0,120	0,120

- le acque meteoriche e di lavaggio

Come mostrato nella seguente tabella, l'attuale impianto di trattamento acque reflue dell'impianto ISA (Impianto Servizi e Ausiliari) non è in grado di abbattere in maniera significativa il Litio; pertanto, sono state adottate o sono in corso di studio delle soluzioni tecniche che permettano di ridurre al minimo il contenuto negli effluenti di stabilimento.

AQUEOUS COMPOSITION			Efficienza di abbattimento dell'impianto di trattamento acque esistente	Composizione attuale dello scarico Portovesme (cioè che va al SICIP)
PORTATA MASSICA TOTALE		T/a		
Al		g/L	97%	0,32 mg/l
C		g/L	n.d.	n.d.
Ca		g/L	15%	1100 mg/l
Cd		g/L	100%	0,01 mg/l
Cl		g/L	40%	5 g/l
Co		g/L	n.d.	0,005 mg/l
Cu		g/L	95%	0,01 mg/l
F		g/L	89%	4,2 mg/l
Fe		g/L	100%	0,03 mg/l
K		g/L	30%	1500 mg/l
Li		g/L	10%	1,7 mg/l
Mg		g/L	85%	20 mg/l
Mn		g/L	100%	0,03 mg/l
Na		g/L	30%	2000 mg/l
Ni		g/L	95%	0,02 mg/l
S		g/L		1000 mg/l
Zn		g/L	100%	0,14 mg/l
CO₃⁻		g/L	n.d.	0,1 mg/l
SO₄²⁻		g/L	50%	3200 mg/l
OH⁻		g/L		
H₂SO₄		g/L		6,5 pH
Soluble Solvent Extraction Organics		g/L		
Soluble Black Mass Organics		g/L		

Le suddette soluzioni tecniche sono oggetto dei prossimi capitoli.

7.1 Impiego del liquido filtrato della sezione di carbonato di Litio

Nel seguente schema è evidenziata la quantità di Litio residuo in uscita dall'impianto associata all'efficienza di recupero prevista nella fase di progettazione preliminare.

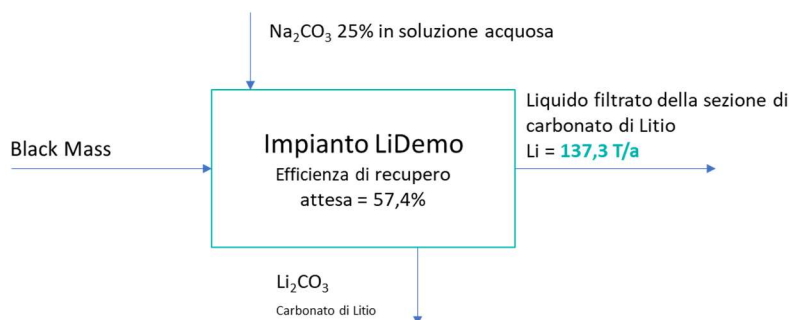


Figura 28 Prestazioni preliminari del LiDemo

Durante lo sviluppo della progettazione, al fine di incrementare l'efficienza di recupero ed abbattere il contenuto di Litio residuo, sono state integrate le seguenti soluzioni tecniche:

1. Impiego di **carbonato di Sodio allo stato solido** in luogo della soluzione acquosa (recupero **+17%**);
2. Utilizzo di una quota parte del liquido filtrato per **lavaggio gessi dell'impianto Waelz**;
3. Utilizzo di una quota parte del liquido filtrato per **umidificazione dei fumi di acciaieria (EAF dust) dell'impianto Waelz**.

Lo schema seguente riassume il percorso completo seguito dal liquido filtrato in uscita dalla sezione di precipitazione carbonato di Litio.

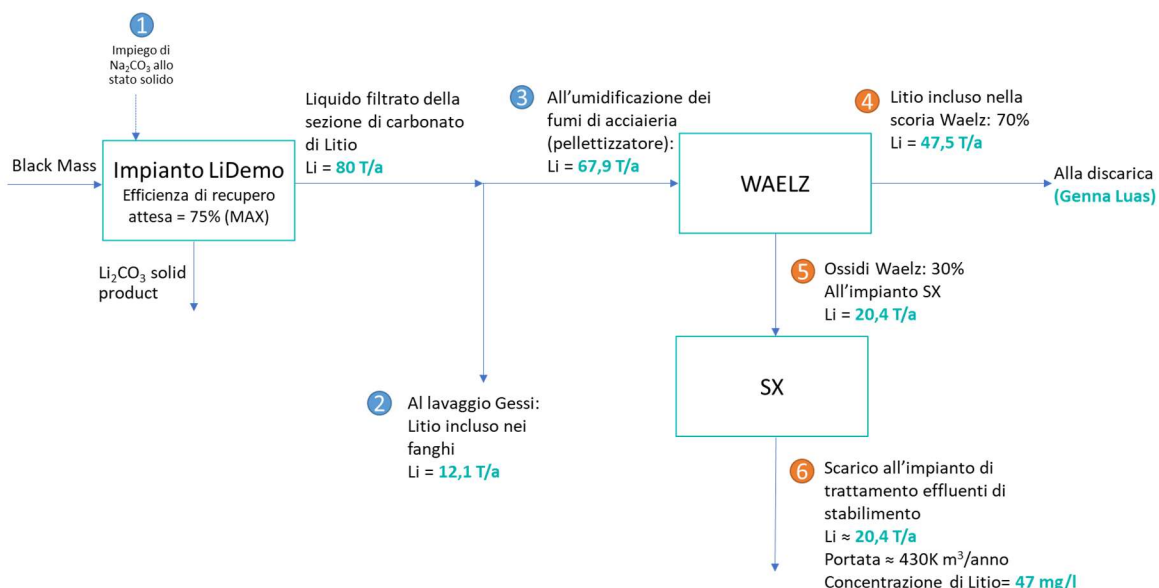


Figura 29 Percorso del filtrato del carbonato di Litio

In figura 32 e 33 sono evidenziati due dei possibili riutilizzi del liquido filtrato del carbonato di Litio nell'impianto Waelz.

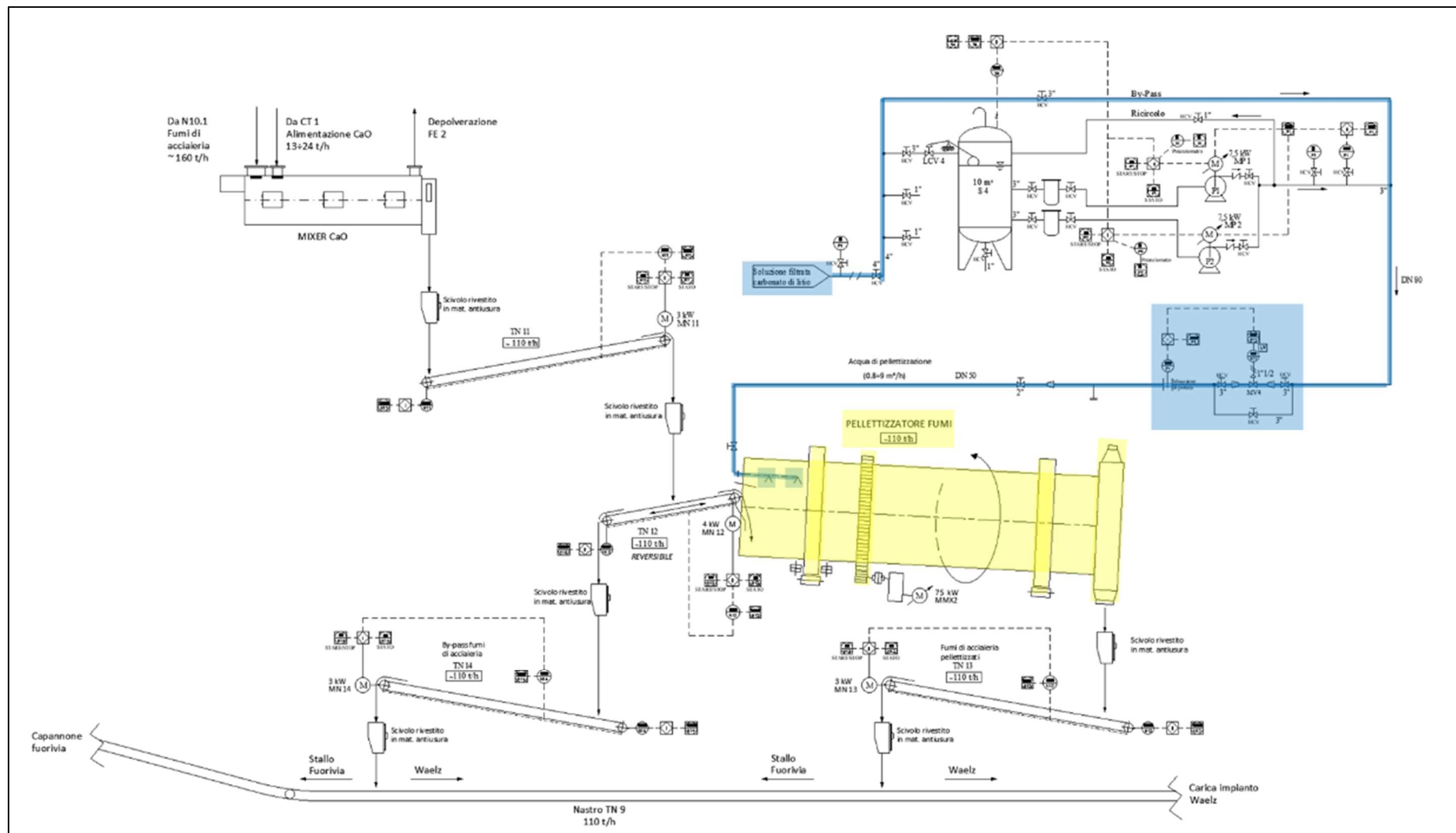


Figura 30 Umidificazione dei fumi di acciaieria

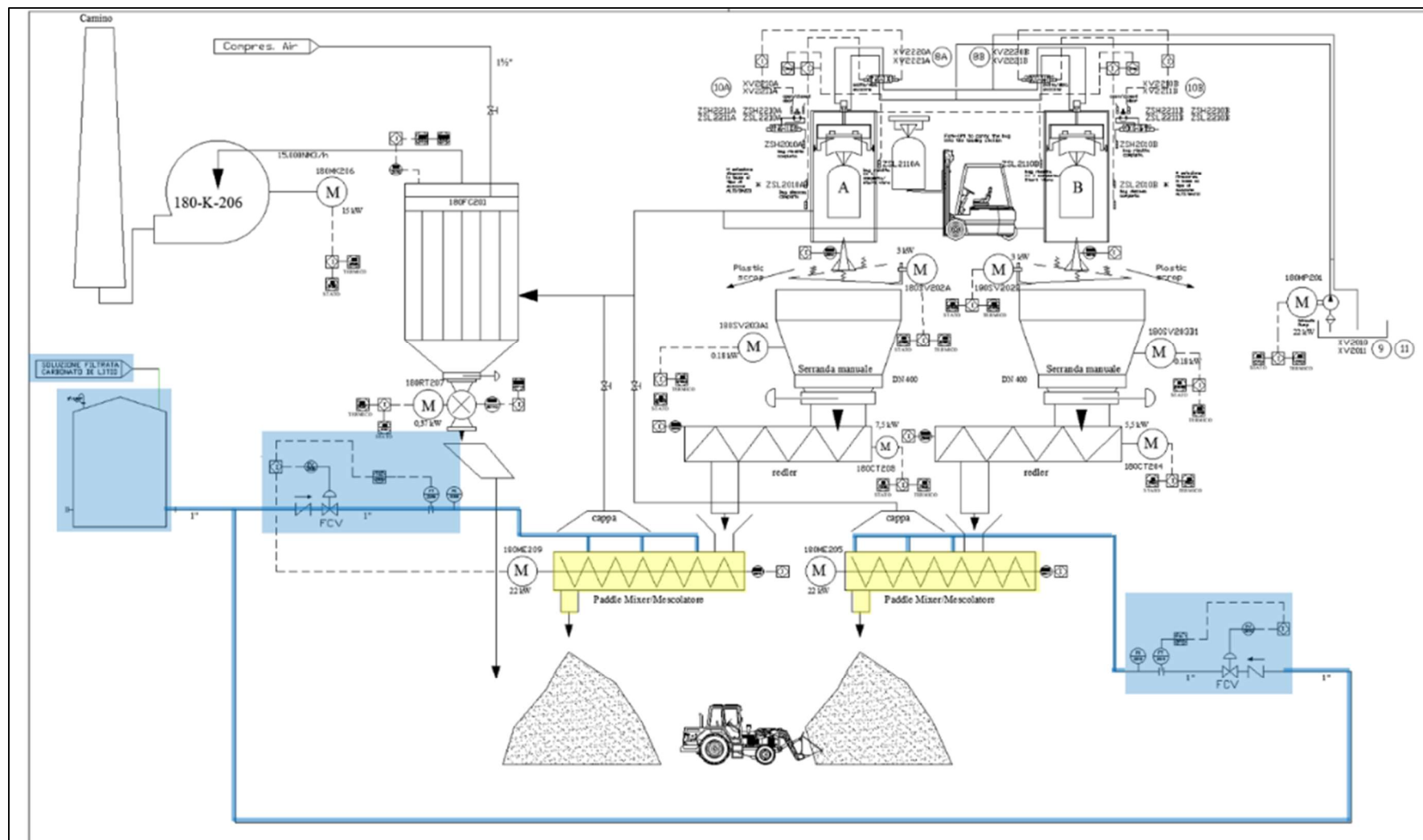
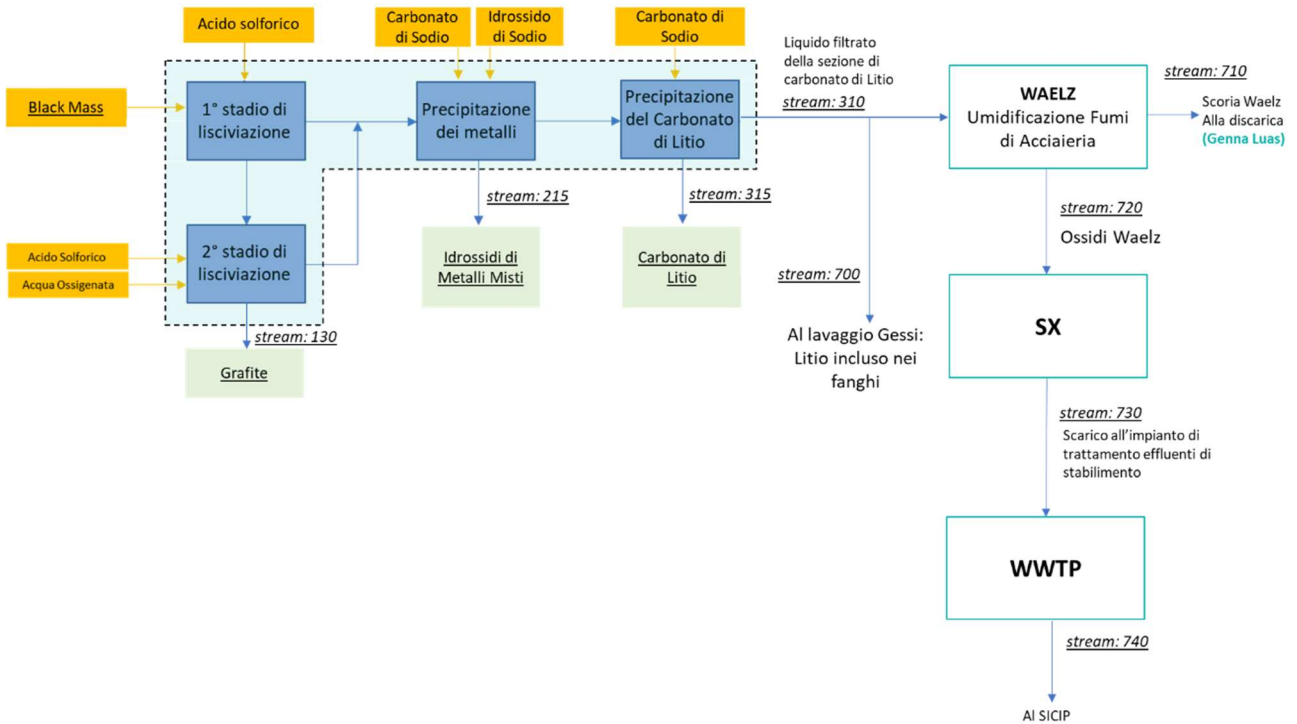


Figura 31 Umidificazione fumi di acciaieria - Preparazione carica

7.3 Effetti del LiDemo sullo scarico di stabilimento

Si riporta nell'immagine seguente lo schema a blocchi complessivo dell'impianto. Per il dettaglio dei singoli flussi di processo si rimanda agli "Stream Table" in ultima revisione allegati alla documentazione di progetto.



Si riporta di seguito la stima dell'effetto dello scarico del LiDemo sulle concentrazioni degli elementi contenuti nelle acque di scarico di stabilimento (stream 740).

				Stream 740	
Volume	Impatto su scarico SX		Efficienza % abbattimento impianto acque esistente	Composizione attuale scarico Portovesme a SICIP	
				Nuova composizione scarico Portovesme a SICIP	
Al	t/a	0,82	97	1752000 m3/a	1752000 m3/a
C	t/a	29,60	n.d.	0,32 mg/L	0,32 mg/L
Ca	-	-	15	1100 mg/L	1.100,00 mg/L
Cd	t/a	1,70	100	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Cl	kg/a	-	40	5 g/l	5,00 g/l
Co	-	0,73	n.d.	0,005 mg/L	0,01 mg/L
Cu	t/a	0,00	95	0,01 mg/L	0,01 mg/L
F	t/a	5,74	89	4,2 mg/L	4,56 mg/L
Fe	t/a	0,00	100	0,03 mg/L	0,03 mg/L
K	kg/a	228,93	30	1500 mg/L	1.500,09 mg/L
Li	t/a	25,67	10	1,7 mg/L	14,89 mg/L
Mg	-	-	85	20 mg/L	20,00 mg/L
Mn	t/a	0,24	100	0,03 mg/L	0,03 mg/L
Na	t/a	1.621,10	30	2000 mg/L	2.647,70 mg/L
Ni	kg/a	4,92	95	0,02 mg/L	0,02 mg/L
S	t/a	533,92	-	1000 mg/L	1.219,04 mg/L
Zn	t/a	-	100	0,14 mg/L	0,14 mg/L
CO ₃ ²⁻	-	-	-	0,1 mg/L	0,10 mg/L
SO ₄ ²⁻	t/a	1.601,77	50	3200 mg/L	3.657,13 mg/L
OH ⁻	-	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	-	-	-	6,5 pH	-
Soluble Organics	-	-	-	-	-

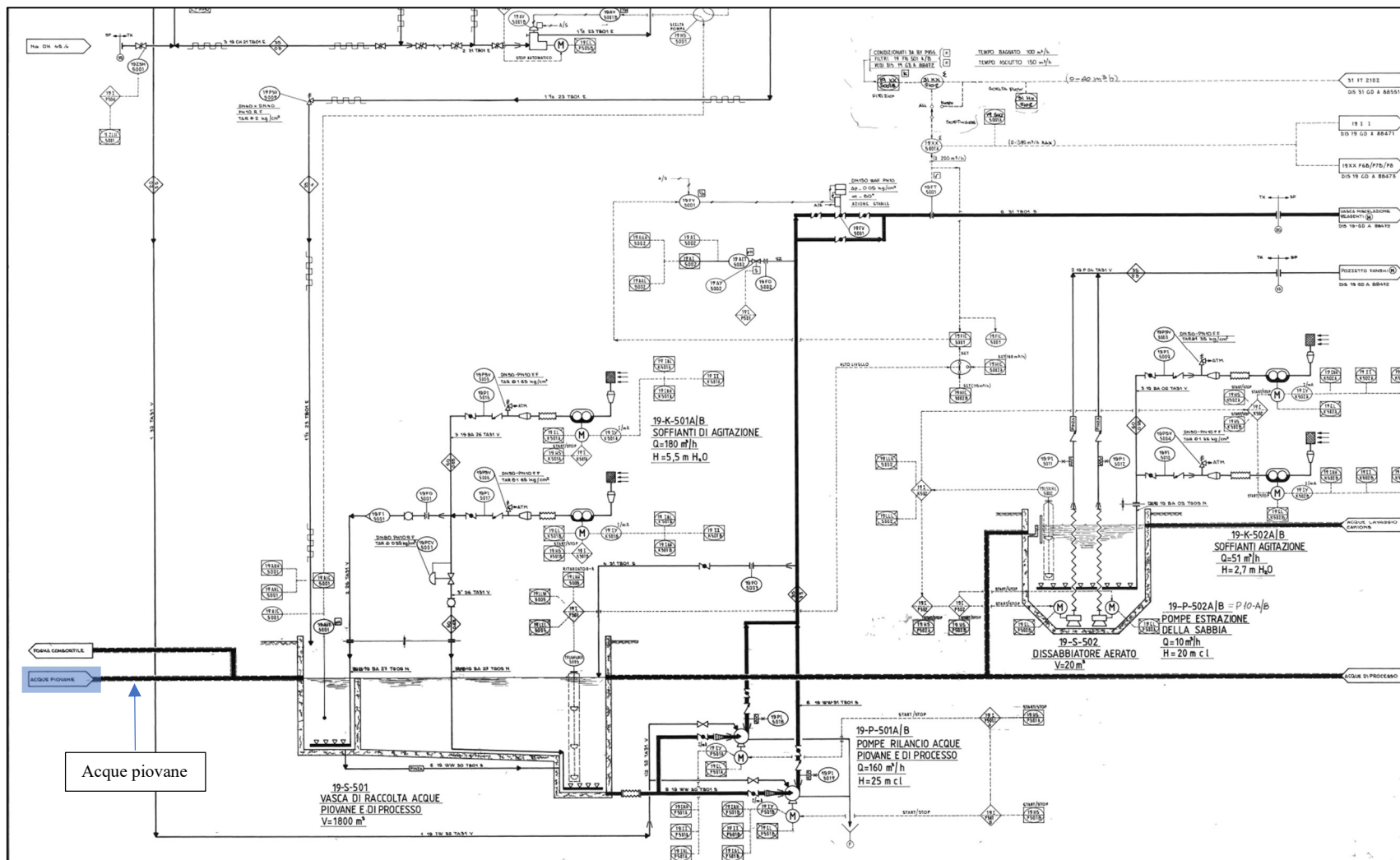


Figura 33 Stralcio del P&ID dell'impianto trattamento reflui di stabilimento

8 SPERIMENTAZIONE E SVILUPPI FUTURI

La Portovesme sta proseguendo la fase di sviluppo e messa a punto della progettazione dell'impianto. L'obiettivo primario rimane quello di incrementare la capacità di recupero del Litio al fine di ridurre la quantità di questo elemento contenuta nei fluidi di scarico e corroborare quindi la sostenibilità del progetto. Le soluzioni attualmente in fase di studio sono elencate di seguito, per ognuna di esse è previsto, oltre lo studio di processo, almeno un test reale.

#	Progetti di sviluppo, test e sperimentazione	Risultati attesi e obiettivi	Problematiche e/o opportunità	TEST pianificati
1	Ricircolo della corrente liquida in scarico dall'impianto LiDemo.	Eliminare o ridurre la quantità di liquido di scarico contenente Litio e Solfato di Sodio emessa dall'impianto.	La presenza di Solfato di Sodio ha un impatto negativo sulle rese di precipitazione del litio e quindi sulla capacità di recupero dell'impianto. Al contrario l'incremento della concentrazione di Litio ha un impatto positivo sulle rese.	Quantificare le diverse influenze sulla resa di precipitazione del Litio ed individuare la quantità ottimale di ricircolato (funzione appunto della resa e della riduzione del litio allo scarico). Aggiornamento 06.04.23: Negativo. Dai test è emerso che ha un effetto negativo sulla precipitazione del Litio.
2	Utilizzo dello scarico dell'impianto LiDemo per l'umidificazione dei fumi di acciaieria (EAF dust) - Pellettizzatore	Eliminare o ridurre la quantità di liquido di scarico contenente Litio e Solfato di Sodio emessa dall'impianto.	Umidificando EAF dust il litio contenuto verrebbe alimentato al forno. Ci si aspetta che il litio, data la sua temperatura ebollizione (1342°C a P=ATM) rimanga almeno in parte nella scoria. La parte evaporata, così come per lo zinco contenuto nell'EAF dust condenserebbe a valle del forno e sarebbe inclusa nell'ossido di Zinco.	Un test in scala è in programma in un impianto della Glencore in Kazakhstan. Aggiornamento 06.04.23: Dai test è emerso che il 70% del Litio si fissa sulla scoria, il rimanente 30% rimane nella corrente liquida. Vedi test di laboratorio allegati al progetto.
3	Utilizzo dello scarico dell'impianto LiDemo per la granulazione della scoria Waelz.	Eliminare o ridurre la quantità di liquido di scarico contenente Litio e Solfato di Sodio emessa dall'impianto.	Utilizzando questo liquido per la granulazione della scoria ci si aspetta che il Litio si fissi sulla scoria per evaporazione dell'acqua.	Un test è stato eseguito in gennaio con esiti non soddisfacenti.
4	Riutilizzo della Grafite all'interno del forno Waelz in sostituzione dell'Antracite o degli altri agenti di riduzione.	Eliminare la necessità di smaltire la grafite. Incrementare l'efficienza totale di riciclo del progetto.	Ridurre la quantità di materiale da inviare a smaltimento. Ridurre l'utilizzo di antracite nel ciclo Waelz.	In corso studio teorico da parte di società di ingegneria Glencore. Seguirà eventuale test. Aggiornamento 04.05.23 Utilizzo confermato
5	Test di precipitazione del Solfato di Sodio (legato al punto 1).	Ripulire il liquido allo scarico di un componente potenzialmente dannoso (forma incrostazioni) per le linee. Potrebbe essere uno step necessario sia per il riciclo (attenuerebbe l'effetto negativo sulla resa dell'impianto di cui al punto 1) sia per l'utilizzo dello scarico per l'umidificazione dell'EAF dust.	La formazione di incrostazioni e l'effetto negativo sulla precipitazione del Litio potrebbero precludere l'utilizzo dello scarico come acqua di ricircolo.	Un test è stato realizzato nell'impianto SX con buoni risultati (il solfato precipita nei gessi). Necessario capire come dimensionare un ulteriore stadio di lavaggio per rimuovere il solfato in coda all'impianto LiDemo.
6	Applicazione di tecnologia di rimozione del Litio/Solfato di Sodio allo scarico dell'impianto LiDemo.	Eliminare o ridurre la quantità di liquido di scarico contenente Litio e Solfato di Sodio emessa dall'impianto.	L'installazione di un sistema a resina anioniche o di un evaporatore potrebbe consentire la rimozione dei componenti. Il costo di queste sezioni potrebbe essere tale da mettere a rischio la	Valutazione dei costi di acquisto/installazione ed operativi (capex ed opex) dei ed inserimento nel modello economico di ritorno dell'investimento.

			profitabilità dell'investimento.	Aggiornamento 06.04.23: dalle prime stime l'impatto economico non risulta compatibile col progetto.
7	Utilizzo dello scarico dell'impianto LiDemo per l'umidificazione dei fumi di acciaieria (EAF dust) – Preparazione carica (figura 33)	Alternativa al punto 2	Come punto 2	Test da eseguire
8	Insufflaggio di CO2 nel precipitatore del Carbonato di Litio.	Incremento dell'efficienza di recupero del Litio	/	Test di laboratorio eseguito con esito soddisfacente (+3%). Da ripetere per confermare esito.
9	Impiego di Carbonato di Sodio allo stato solido al posto della soluzione acquosa	Incremento dell'efficienza di recupero del Litio	/	Verificato in laboratorio un incremento di efficienza di recupero da 57% a 71% -> già integrato nel design
10	Deumidificazione in torri di raffreddamento dell'elettrolita della sala celle (figura 34)	Far evaporare l'acqua contenuta nello scarico del LiDemo e far depositare il Litio sul fondo della torre di raffreddamento.	Da definire	Studio di fattibilità/processo in corso.

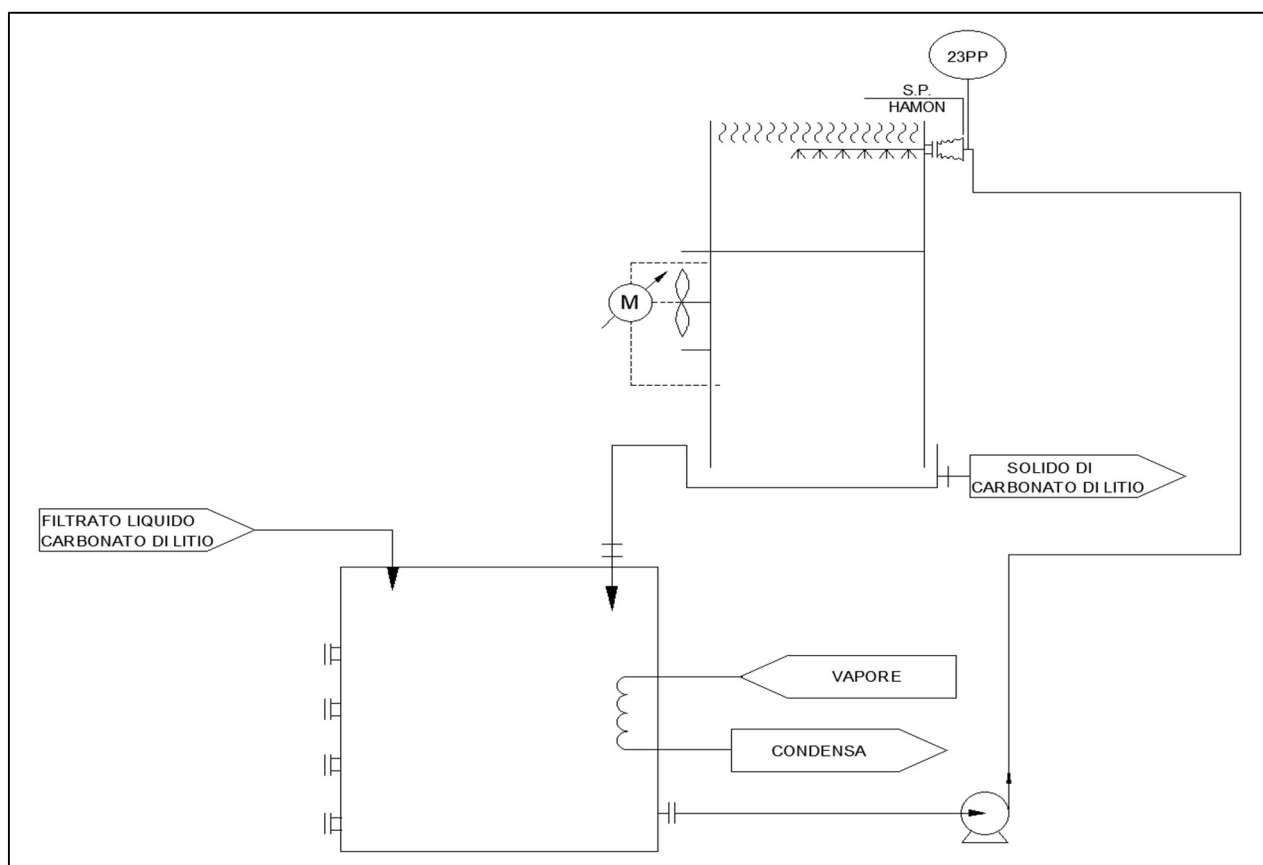


Figura 34 Deumidificazione nelle torri di raffreddamento