



**DGR 1800 del 15 dicembre 2021**

**2° PERIODO DI PROGETTO –RELAZIONE INTERMEDIA PROGETTO INERTEX**

**WP-3**

**TITOLO DELIVERABLE**

**D8** -Report contenente la metodologia e la procedura utilizzata per l'inertizzazione di polveri di alluminio attraverso una miscelazione tra rifiuti, cercando di diminuire il potenziale inquinante e la pericolosità dei rifiuti, rendendoli idonei alle successive fasi di smaltimento in discarica oppure al recupero.

**CONTENUTI**

1. Obiettivi iniziali
2. Metodologia adottata
  - 2.1 Polveri di Alluminio
  - 2.2 Classificazione CLP: polveri di alluminio
  - 2.3 Materiali e metodi
  - 2.4 Protocollo operativo
3. Risultati ottenuti
4. Ruoli e attività svolta dai partner
5. Ruoli e attività svolta dai consulenti
6. Bibliografia

## 1. Obiettivi iniziali:

Definire e sperimentare una soluzione per inertizzare le polveri di Alluminio mediante una miscelazione tra rifiuti capace di ridurre la pericolosità e di annullare il rischio incendio.

## 2. Metodologia adottata

### 2.1 Polveri di Alluminio

Le polveri di alluminio risultano altamente infiammabili e quindi molto pericolose, vi è il rischio di incendio ed esplosione a contatto con acqua, acidi, alcol e agenti ossidanti<sup>[1]</sup>. Pur contenendo un'interessante percentuale di metallo che beneficia di un elevato valore economico, attualmente, per questioni legate alla sicurezza, si preferisce smaltirlo in discarica previa inertizzazione con prodotti chimici nuovi.

Il doppio effetto negativo di consumo di materie prime e mancato recupero di metallo prezioso, però, giustifica uno studio per l'inertizzazione di questi materiali, ad esempio una inertizzazione che preveda la miscelazione tra queste polveri e fanghi contenenti alluminio<sup>[1,2]</sup>.

### 2.2 Classificazione CLP: polveri di alluminio

#### Indicazioni di pericolo <sup>[1,3]</sup>:

- **H228:** Solido infiammabile.
- **H261:** A contatto con l'acqua libera gas infiammabili.

#### Consigli di prudenza<sup>[1,3]</sup>:

- **P210:** Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare.
- **P223:** Evitare qualunque contatto con l'acqua.
- **P231 + P232:** Manipolare e conservare in atmosfera di gas inerte. Tenere al riparo dall'umidità.
- **P240:** Mettere a terra e a massa il contenitore e il dispositivo ricevente.
- **P241:** Utilizzare impianti elettrici/ di ventilazione/ d'illuminazione a prova di esplosione.
- **P280:** Indossare guanti/ indumenti protettivi/ proteggere gli occhi/ proteggere il viso.

### 2.3 Materiali e metodi

- Polvere di Alluminio (Figura 1a).
- Reagente: olio industriale.
- Fango di rettifica (Figura 1b).
- Sabbia quarzifera (Figura 1c).
- Soluzione di NaOH 0.2 M.
- Attrezzatura generica da laboratorio (es. beute, pipette, cilindro graduato, ecc.).



Figura 1: campioni composti da a). Polvere di alluminio, b). Fango di rettifica, c). Sabbia quarzifera

## 2.4 Protocollo operativo

È stata verificata la reattività del rifiuto tal quale quando viene immerso in una soluzione di idrossido di sodio (NaOH), mediante l'osservazione dei gas sviluppati e la misura dei tempi di reazione e dell'innalzamento delle temperature. La verifica è stata ripetuta in seguito alla miscelazione del rifiuto con due diverse concentrazioni di reagente (olio industriale) e dopo miscelazione con due diverse concentrazioni di fango di rettifica cercando di inertizzare le polveri di alluminio per incapsulamento. Un'ulteriore verifica viene eseguita miscelando il rifiuto di partenza con sabbia quarzifera (50%) per neutralizzare la reattività della polvere di alluminio per separazione delle particelle.

Nel dettaglio viene verificata la reattività del rifiuto tal quale pesando 10 g di polvere di alluminio in una beuta e aggiungendo 50 ml di soluzione NaOH 0.2 M, una volta omogeneizzato il campione vi è lo sviluppo di reazione (gas) (Figura 2); prendendo nota del tempo di reazione e dell'aumento di temperatura della miscela ai seguenti intervalli: tempo zero, 5 min, 10 min, 20 min e 40 min. Successivamente, vengono preparate due miscele omogenee rifiuto+ reagente olio industriale (20% e 40%) e verificata la reattività come per la polvere di alluminio non miscelata. (Figura 3). La stessa procedura viene ripetuta con due miscele rifiuto + fango di rettifica (20% e 40%) e con una miscela rifiuto + sabbia quarzifera (50%) (Figura 4,5 rispettivamente).

Al termine delle prove, confrontare i risultati ottenuti sul rifiuto tal quale (polvere di alluminio) con quelli ottenuti dalle diverse miscele per verificare un'eventuale riduzione di reattività (allungamento nei tempi di sviluppo della reazione / nessuna reazione, incremento di temperatura inferiore / nessun aumento di temperatura).

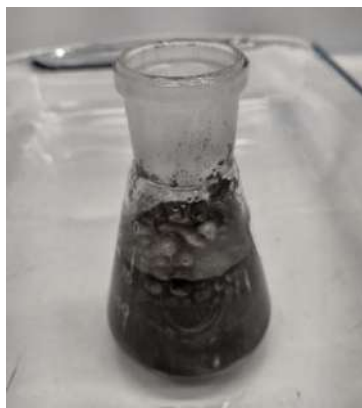


Figura 2: reazione tra polvere di alluminio e una soluzione di NaOH 0.2 M



Figura 3: verificata della reattività delle miscele rifiuto+ reagente olio industriale (20% e 40%)

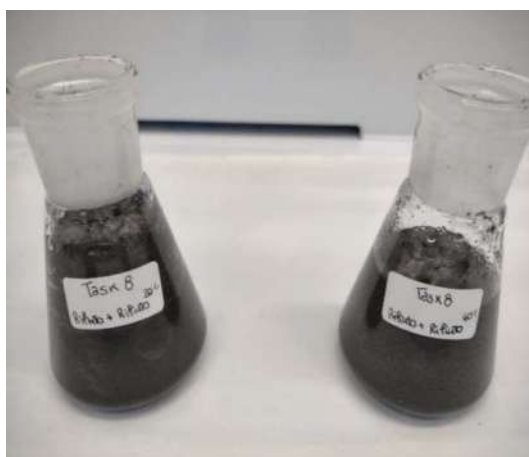


Figura 4: verifica della reattività delle miscele rifiuto + fango di rettifica (20% e 40%)



Figura 5:verifica della reattività della miscela rifiuto + sabbia quarzifera (50%)

### 3. Risultati ottenuti

Per il rifiuto tal quale (polvere di alluminio) e le varie miscele inertizzanti preparate, si è osservato lo sviluppo di reazione (produzione di gas) e sono stati valutati i tempi e le intensità delle reazioni. Di seguito è riportato un riepilogo dei risultati ottenuti in Tabella 1, Grafico 1:

Tabella 1: Valutazione dell'intensità e del tempo di sviluppo di reazione per il rifiuto tal quale (polvere di alluminio) e per ogni miscela preparata.

Campione	REAZIONE	INTENSITA'	TEMPO
Rifiuto tal quale	SI	Moderata	10 sec
Rifiuto + reagente (20%)	SI	Lieve	6 min
Rifiuto + reagente (40%)	Nessuna	-	-
Rifiuto + rifiuto (20%)	SI	Moderata	8 sec
Rifiuto + rifiuto (40%)	SI	Moderata	8 sec
Rifiuto + sabbia (50%)	SI	Moderata	30 sec

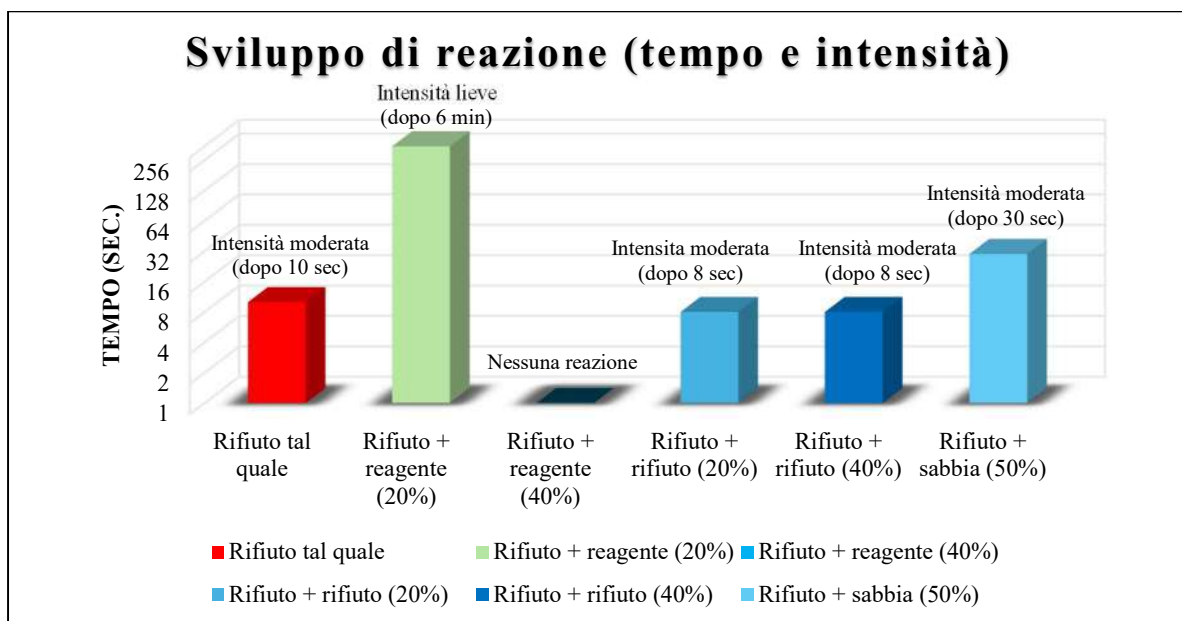


Grafico 1: Rappresentazione grafica delle reazioni sviluppate (tempi e intensità) dal rifiuto tal quale (polvere di alluminio) e dalle miscele preparate.

Oltre a valutare la produzione di gas, è stata misurata la temperatura per ogni miscela testata a cinque diversi intervalli (tempo zero, 5 min, 10 min, 20 min e 40 min). Di seguito è riportato un riepilogo dei risultati ottenuti in Tabella 2 e Grafico 2:

Tabella 2: Riepilogo delle temperature misurate a cinque diversi intervalli (tempo zero, 5 min, 10 min, 20 min e 40 min) per il rifiuto tal quale (polvere di alluminio) e per ogni miscela preparata.

Campione	Temperatura misurata (°C) T:0	Temperatura misurata (°C) 5 min	Temperatura misurata (°C) 10 min	Temperatura misurata (°C) 20 min	Temperatura misurata (°C) 40 min
Rifiuto tal quale	23.5	24.1	24.5	25.0	25.5
Rifiuto + reagente (20%)	23.5	23.7	23.7	23.7	23.6
Rifiuto + reagente (40%)	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Rifiuto + rifiuto (20%)	23.5	25.8	27.7	27.7	27.9
Rifiuto + rifiuto (40%)	23.5	26.8	27.6	27.7	26.9
Rifiuto + sabbia (50%)	23.5	23.9	24.4	24.6	24.4

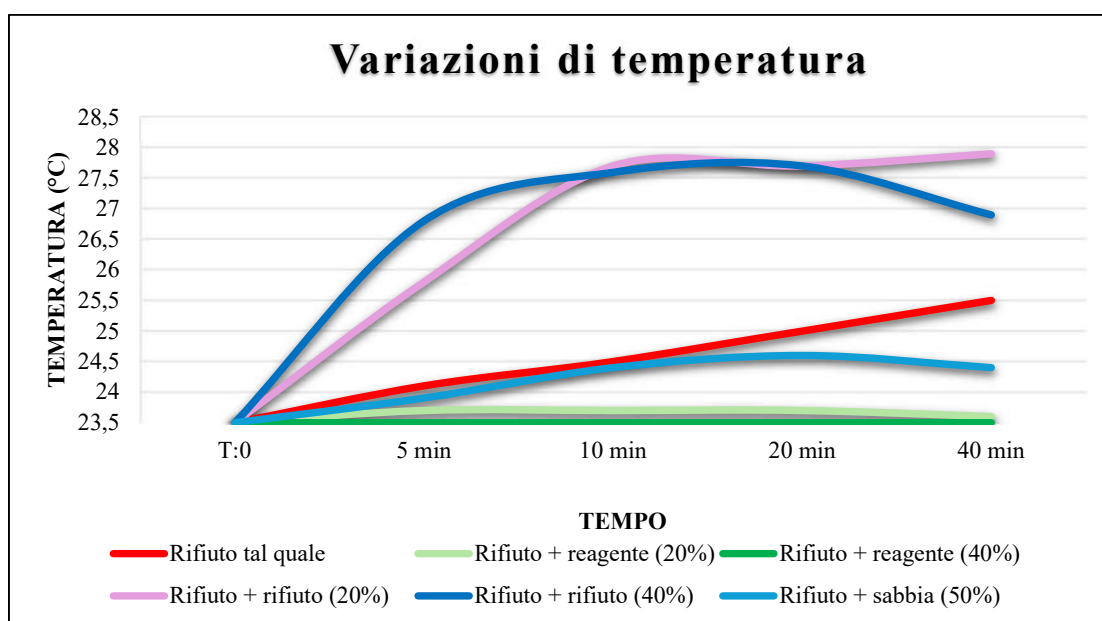


Grafico 2: Rappresentazione grafica delle temperature misurate a cinque diversi intervalli (tempo zero, 5, 10, 20 e 40 min) per il rifiuto tal quale (polvere di alluminio) e per ogni miscela preparata.

Dalle prove di inertizzazione eseguite sul rifiuto di polvere di alluminio, è stato possibile osservare una riduzione della pericolosità in seguito alla miscelazione con l'olio industriale (reagente CER 1302) rispetto agli esperimenti condotti sul rifiuto tal quale alle medesime condizioni.

Ciò è reso evidente da un allungamento nei tempi e nell'intensità della reazione sviluppata (produzione gas) a contatto con la soluzione NaOH 0,2M per la miscela rifiuto + reagente (20%) e dal mancato sviluppo di reazione per la miscela rifiuto + reagente (40%). Un'ulteriore conferma deriva dal minore innalzamento di temperatura misurato nelle due miscele rifiuto + reagente.

Nei campioni in cui le polveri di alluminio sono state miscelate con fango di rettifica (rifiuto diverso CER 120118) non si è osservata alcuna diminuzione di attività. Al contrario, i tempi di reazione sono diminuiti e le temperature delle miscele sono aumentate in maniera significativa rispetto al test eseguito sul rifiuto tal quale.

Nella prova eseguita miscelando la polvere di alluminio con sabbia (50%) si è potuto osservare un allungamento nei tempi di sviluppo reazione (30 secondi rispetto ai 10 secondi del test eseguito sul rifiuto tal quale) ed una lieve diminuzione dell'innalzamento di temperatura.

#### 4. Ruoli e attività svolta dai partner

La sperimentazione è stata condotta da Elite Ambiente e Chemicambiente.

#### 5. Ruoli e attività svolta dai consulenti

La consulenza scientifica da parte del Dipartimento di scienze molecolari e nanosistemi (DSMN) ha riguardato l'attività di analisi della letteratura scientifica e l'affiancamento all'attività di laboratorio al fine di ottimizzare le procedure per la miscelazione delle polveri di alluminio per diminuire il potenziale inquinante e la pericolosità dei rifiuti annullando il rischio incendio, rendendoli così idonei alle successive fasi di smaltimento in discarica oppure al recupero.

#### 6. Bibliografia

[1] [ICSC 0988 - POLVERE DI ALLUMINIO](#)

[2] [Trattamenti di inertizzazione delle polveri metalliche di scarto](#)

[3] [Informazioni di sicurezza volontarie conformi al formato della scheda dati di sicurezza ai sensi del Regolamento CE 1907/2006 \(REACH\)](#)