

# RESOCONTO DELLA VISITA TECNICA ALLA MINIERA DI OLIVINA DI VIDRACCO (TO)

Mark Matalog<sup>1</sup>, Matteo Ferrero<sup>2</sup>, Stefano Caserini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Milano.

<sup>2</sup> Nuova Cives srl, Vidracco (TO).

**Sommario** – L’articolo riporta un resoconto della visita tecnica alla miniera di olivina di Vidracco, effettuata per conoscere le modalità di estrazione, lavorazione e i campi di applicazione dell’olivina, fra cui quello di particolare interesse nell’ambito della mitigazione del cambiamento climatico, la rimozione accelerata di CO<sub>2</sub> tramite il processo di “enhanced weathering”. La trattazione comprende la descrizione dell’attività della miniera dal punto di vista tecnico e di processo, le tecnologie utilizzate, e il contesto internazionale di produzione di olivina, ed alcune considerazioni ambientali ed economiche.

**Parole chiave:** olivina, miniera, CO<sub>2</sub>, mitigazione, estrazione.

## REPORT OF TECHNICAL VISIT AT VIDRACCO (TO) OLIVINE MINE

**Abstract** – The paper reports a summary of the technical visit to the Vidracco olivine mine, carried out to gain knowledge about the methods of extraction, processing and fields of application of olivine, including the one of particular interest for climate change mitigation, the accelerated removal of CO<sub>2</sub> through “enhanced weathering”. The discussion includes a description of the mine’s activity from a technical and process point of view, the technologies used, and the international context of olivine production, as well as some environmental and economic considerations.

**Keywords:** olivine, mine, CO<sub>2</sub>, mitigation, extraction.

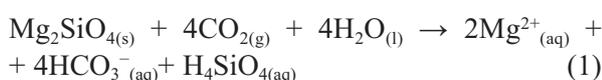
### 1. INTRODUZIONE

Il 25 novembre 2019 si è svolta la visita tecnica di 30 studenti del corso di “Mitigazione dei cambiamenti climatici” del Politecnico di Milano alla miniera di olivina di Nuova Cives srl in località Crose a Vidracco (To).

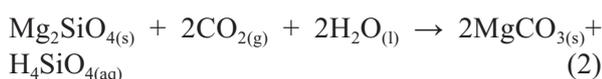
Il motivo di interesse per la miniera è legato al fatto che l’olivina, un silicato di ferro e magnesio (Mg,Fe)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, è proposta a livello internazionale come materiale per rimuovere biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) in atmosfera tramite un processo di “enhanced weathering” (Hangx et al., 2009; Hartmann et al., 2013; Meysman, Montserrat et al 2017; Stre-

fler et al., 2018). Si tratta dell’accelerazione del naturale sequestro di CO<sub>2</sub> da reazioni con le rocce minerali; può essere ottenuto spargendo grandi quantità di materiale polverizzato (come l’olivina) in aree calde e umide.

L’olivina (il materiale più considerato perché ampiamente disponibile) reagisce con H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> formando bicarbonati solubili:



Un’altra reazione prevede la precipitazione di carbonato di magnesio:



Mentre nel caso (1) una mole di olivina reagisce con 4 moli di CO<sub>2</sub> (quindi 1 t di olivina reagisce con 1,25 t di CO<sub>2</sub>) nel secondo caso l’efficienza è minore.

L’olivina ben polverizzata esposta agli agenti atmosferici umidi e caldi si dissolve completamente in pochi anni, ed è proposta come una strategia per la rimozione di CO<sub>2</sub> dall’atmosfera.

La velocità di reazione dipende dalla granulometria (superficie esposta), dalla temperatura, dalla disponibilità di acqua. Il caso più favorevole di applicazione è quello di sabbia di battigia di spiagge tropicali.

### 2. LA MINIERA DI VIDRACCO

La miniera di Vidracco (che si estende anche su due comuni limitrofi) è una miniera a cielo aperto di peridotite lherzolitica, un tipo di olivina (Figura 1). L’olivina estratta è un silicato di magnesio, con una durezza fra 6 e 7 nella scala di Mohs, assenza di silice libera cristallina, asbesto e componenti considerati tossici e nocivi. Ciò determina importanti applicazioni del prodotto finale in differenti campi industriali da un lato, dall’altro anche importanti analisi circa il consumo di energia elettrica per la sua frantumazione.

L’attività della miniera è suddivisa in più fasi: abbattimento del minerale con uso di esplosivo, estra-

\* Per contatti: Via Golgi 39, 20133 Milano. mark.matalog@gmail.com



*Figura 1 – Una porzione della miniera di olivina di Vidracco*

zione del materiale (smarino), frantumazione con frantoio a mascelle e macinazione finale con mulini a cono e centrifughi ad asse verticale su vari livelli, vagliatura con separazione delle frazioni sterili (ricche in minerali alterati di Olivina) e successiva classificazione con separatori a vento (microclassificatori) con lavaggio ad aria delle sabbie ed abbattimento delle polveri con filtri a maniche per ottenere differenti granulometrie in base alla destinazione d'uso.

La capacità produttiva dell'impianto primario è pari a 300-350 t/h, mentre la capacità produttiva dell'impianto di selezione e macinazione finale è di 100-150 t/h.

### **2.1. Attività di estrazione**

L'attività di estrazione si basa sull'utilizzo di appositi macchinari funzionanti a gasolio (quindi con emissioni di CO<sub>2</sub>) e con particolari sistemi di abbattimento con utilizzo di esplosivo. Le volate di mina vengono fatte esplodere con utilizzo di detonatori microritardati fra un foro e l'altro al fine di ridurre l'impatto ambientale dovuto a vibrazioni e rumore nei confronti dei recettori sensibili delle aree limitrofe all'area di concessione mineraria, gli abitanti di Vidracco e Baldissero.

Le concessioni per l'attività di scavo sono date dalla regione (su delega dello Stato) e l'intera attività di estrazione e lavorazione è sottoposta a Valutazione di Impatto Ambientale sulla base di progetti di durata massima normalmente quindicennale con scadenze intermedie quinquennali. Il prossimo rinnovo è per il periodo 2021-2026. L'attuale produzione dell'impianto è circa il 50-60 % della capacità produttiva.

La distanza del giacimento e dell'impianto dai porti d'imbarco rendono l'olivina italiana spesso

non competitiva rispetto all'olivina prodotta in Norvegia, in Turchia e/o alla dunita spagnola i cui siti estrattivi sono limitrofi al mare e consentono la spedizione di grossi quantitativi alla rinfusa via nave.

### **2.2. Il giacimento**

Il giacimento: la concessione mineraria copre un'area di 125 ha. Il giacimento minerario consta di una volumetria di olivina a vista di oltre 100 milioni di metri cubi. L'attività è iniziata negli anni '60 del secolo scorso, e da allora sono stati estratti circa 5 milioni di metri cubi. Analisi effettuate sul suolo prevedono che sotto la volumetria sopracitata sono presenti cunei sotterranei di dimensioni che possono essere anche superiori.

La parte limitrofa dell'affioramento roccioso, a nord est del giacimento, presenta una parziale alterazione del minerale con aumento dell'acqua di cristallizzazione e parziale e/o totale trasformazione a serpentino per cui tale area, pur essendo ricompresa nel perimetro della Concessione Mineraria, non è oggetto di attività estrattiva.

La presenza di alcune famiglie di discontinuità nell'ammasso roccioso richiede una particolare accuratezza nell'attività di abbattimento ed estrazione e lo studio di nuove strategie di scavo per evitarle. Questo determina passaggi a volte stretti per la mobilità dei diversi tipi di macchinari.

L'attuale autorizzazione prevede una massima capacità di estrazione annuale del giacimento pari a circa 100.000 m<sup>3</sup> di olivina. Attualmente l'estrazione annuale ammonta ad una quantità di circa 50.000 m<sup>3</sup>.

### **2.3. L'impianto**

L'impianto di lavorazione del minerale si compone di una tramoggia in cui i dumper scaricano il tout venant con i blocchi di roccia di olivina - di dimensione massima di 1 metro cubo. Un alimentatore primario a canali vibranti fa passare il minerale dapprima su uno sgrossatore ed un vaglio vibrante al fine di separare le parti sterili dovute a pietrisco e terriccio e, successivamente, alimentano un frantoio primario con movimento a doppia ginocchiera che frantuma le frazioni più grosse fino ad una granulometria di 0-30 cm (Figura 2).

Il prodotto frantumato, tramite dei nastri trasportatori coperti (per evitare che, nei giorni di pioggia, i frammenti di olivina vengano bagnati ed evitare poi di doverli asciugare sprestando altra energia e



Figura 2 – Accumulo di prodotto frantumato

quindi aumentando i costi; e per contenere eventuali rilasci di polveri in atmosfera) viene sottoposto ad una successiva vagliatura per eliminare ulteriori impurezze e stoccato in un silo polmone per alimentare il secondo gruppo di frantumazione che, tramite un granulatore a cono, riduce la pezzatura ad una frazione 0-80 mm. Un particolare vaglio orizzontale seleziona il minerale frantumato separando la frazione di riciclo superiore a 80 mm, un prodotto finito ed un semilavorato. Il prodotto semilavorato frantumato viene convogliato in uno stoccaggio polmone coperto sotto di cui passa un tunnel dotato di canali estrattori vibranti che tramite un nastro trasportatore inviano il semilavorato verso l'impianto di macinazione finale, classifica, separazione e stoccaggio prodotti finiti.

L'impianto di macinazione finale prevede tre successivi passaggi in mulini a cono e mulini centrifughi ad asse verticale, la successiva vagliatura e classifica con speciali vagli a nutazione ellittica in successione per ottenere diverse frazioni tra 0,1 mm e 6 mm.

Tutto il prodotto, sia durante la macinazione che la classifica, è sottoposto a lavaggio forzato ad aria. Le polveri aspirate vengono successivamente classificate con una batteria di separatori a vento (micro-classificatori) e cicloni. Infine, le frazioni micronizzate vengono abbattute con l'utilizzo di filtri a tessuto.

I prodotti ottenuti (granelle, sabbie, sabbie fini, ventilati e micronizzati) vengono stoccati in silo metallici per la vendita diretta alla rinfusa o la successiva preparazione in sacchi e sacconi (big bag) e pallettizzazione.

Il prodotto finale è sempre sottoposto più volte all'anno ad analisi spettroscopiche per garantire al-

l'utenza la qualità e la sicurezza del prodotto (ovvero massima impurezza pari all'0.1%). Si garantisce inoltre il rispetto e la tutela per l'ambiente e per i lavoratori garantendo l'assenza di asbesto e silice libera cristallina.

#### 2.4. Utilizzi

Principalmente l'olivina prodotta è venduta per uso in metallurgia e siderurgia.

Nelle acciaierie a ciclo integrale (ad esempio l'Ilva di Taranto) l'olivina viene impiegata quale scorificante fluidificante e correttore dell'indice di basicità. Nelle acciaierie elettriche l'olivina viene utilizzata per la chiusura del foro di colata dei forni elettrici dotati di sistema EBT (Eccentric Bottom Tapping) e nelle colonne di colata. Nelle fonderie l'olivina ha il doppio vantaggio di non contenere silice libera cristallina e, grazie alla sua bassa dilatazione termica lineare e alle caratteristiche basiche, di evitare la formazione di difetti nelle fusioni di acciaio al manganese.

L'olivina viene inoltre utilizzata quale abrasivo per la sabbatura a getto libero, il taglio a getto d'acqua, le pavimentazioni industriali, la produzione di vernici, nei refrattari, nella produzione di guaine impermeabilizzanti per la sua duplice capacità di essere radiopaca ai raggi ultravioletti e di trattene- re la CO<sub>2</sub>.

Recentemente l'olivina è stata impiegata per la produzione di lana di roccia minerale al posto del minerale basaltico per la resistenza alle alte temperature; per la formazione del letto di sabbia dei forni a letto fluido (sia circolanti che bollenti) per la sua alta capacità termica e la resilienza meccanica. Non ultima quale pietrisco ferroviario "ballast" per le nuove linee ferroviarie ad alta velocità. Le frazioni considerate "sterili" più povere in olivina sono poi utilizzate per la realizzazione di sotto manti stradali.

Uno dei punti focali dell'olivina prodotta nei giacimenti italiani è la competitività internazionale. In Europa i tre più grandi giacimenti di estrazione di olivina sono localizzati in Norvegia, Spagna (a La Coruña – a circa 10 km dal porto) ed in Turchia (a circa 20 km dal porto di Iskenderun) ove vengono estratte quantità elevatissime di olivina pari a 6-8 milioni di tonnellate/anno. L'estrazione in Norvegia, oltre a riguardare un minerale di altissima purezza, è situata direttamente nei fiordi, quindi con facile accesso al trasporto marittimo, con evidenti vantaggi sui costi di trasporto. La miniera di Vidracco dista invece circa 200 km circa dal porto di



Figura 3 – Prodotto frantumato di granulometria sub-micronica

Genova/Savona, e quindi ha costi di logistica certamente maggiori (in aggiunta a quelli ambientali che potrebbero essere stimati in termini di CO<sub>2</sub> equivalente con una analisi LCA “from cradle to grave”, ovvero dall'estrazione fino allo smaltimento finale del materiale esaurito; oppure con un approccio più semplificato “from cradle to gate”, nel caso in cui si consideri un'analisi LCA a partire dalla fase di estrazione a quella di distribuzione, qualora non sia facilmente attribuibile l'emissione di CO<sub>2</sub> equivalente in funzione delle diverse attività metallurgiche e siderurgiche). Da queste considerazioni ne consegue che i norvegesi e gli spagnoli e i turchi possono vendere l'olivina, franco porto di destinazione, in grosse quantità ad un prezzo potenzialmente più competitivo rispetto all'olivina della miniera di Vidracco.

Il prezzo di produzione dell'olivina cresce con la riduzione della granulometria, perché i costi di produzione richiedono grandi quantità di energia per la frantumazione e macinazione. L'impianto di Vidracco è in grado di raggiungere dimensioni minime pari a 20 micron; le granulometrie massime commercializzate sono le frazioni 30-60 mm per pietrisco ferroviario.

### 3 ALCUNE CONSIDERAZIONI AMBIENTALI ED ECONOMICHE

Una valutazione dell'effettiva riduzione di CO<sub>2</sub> derivante dell'utilizzo dell'olivina, o di altri benefici o impatti ambientali, non può che basarsi sull'analisi del ciclo di vita (LCA).

Pur se 1 tonnellata di olivina è sufficiente per rimuovere 1,25 tonnellate di CO<sub>2</sub> atmosferica, la reale rimozione di CO<sub>2</sub> sarà inferiore, in quanto si deve considerare l'utilizzo di gasolio per i macchinari, di mine esplosive e dei trasporti a lunga distanza necessari. Sebbene l'utilizzo di olivina frantumata per rimuovere CO<sub>2</sub> atmosferica possa sembrare una tecnologia poco efficace, a causa di tutti i processi che ne riducono il potenziale di rimozione poiché essi stessi producono CO<sub>2</sub>, si può pensare, in prospettiva, di accoppiarla con un sistema integrato sostenibile che produce un surplus di energia inutilizzata, riducendo così le emissioni di CO<sub>2</sub> dovute alla fase energivora di frantumazione.

L'insieme dei macchinari per l'estrazione e i camion per la distribuzione funziona a gasolio. In totale in stabilimento sono installati motori elettrici per circa 2000 kW. Il consumo totale annuale di energia elettrica è pari a circa 850-1000 MWh/anno, con un consumo complessivo pari a circa 5-6 kW/t prodotto.

L'incidenza di costo dell'energia elettrica è di circa 0,75 €/t, a cui si aggiunge un costo di perforazione e sparo, pari a circa 2 €/t, costi produttivi (frantumazione, vagliatura, ecc) di 10-12 €/t (a seconda della granulometria), per un costo totale produttivo di 13-15 €/t di olivina.

### 4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Hangx S.J.T., Spiers C.J. (2009) Coastal spreading of olivine to control atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations: A critical analysis of viability. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 3, 757-767.
- Hartmann J., West A.J., Renforth P., Kohler P., De La Rocha C.L., Wolf-Gladrow D.A., Durr H.H. and Scheffran J. (2013) Enhanced chemical weathering as a geoengineering strategy to reduce atmospheric carbon dioxide, supply nutrients, and mitigate ocean acidification *Rev. Geophys.* 51 113-49.
- Meysman F.J.R., Montserrat F. (2017) Negative CO<sub>2</sub> emissions via enhanced silicate weathering in coastal environments. *Biol. Lett.* 13: 20160905.
- Strefler J., Amann T., Bauer N., Kriegler E. and Hartmann J. (2018) Potential and costs of carbon dioxide removal by Enhanced weathering of rocks. *Environ. Res. Lett.*, 13, 034010.



# INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2020 è sostenuta da:



better together



INGEGNERIA  
DELL'AMBIENTE



N. 1/2020

