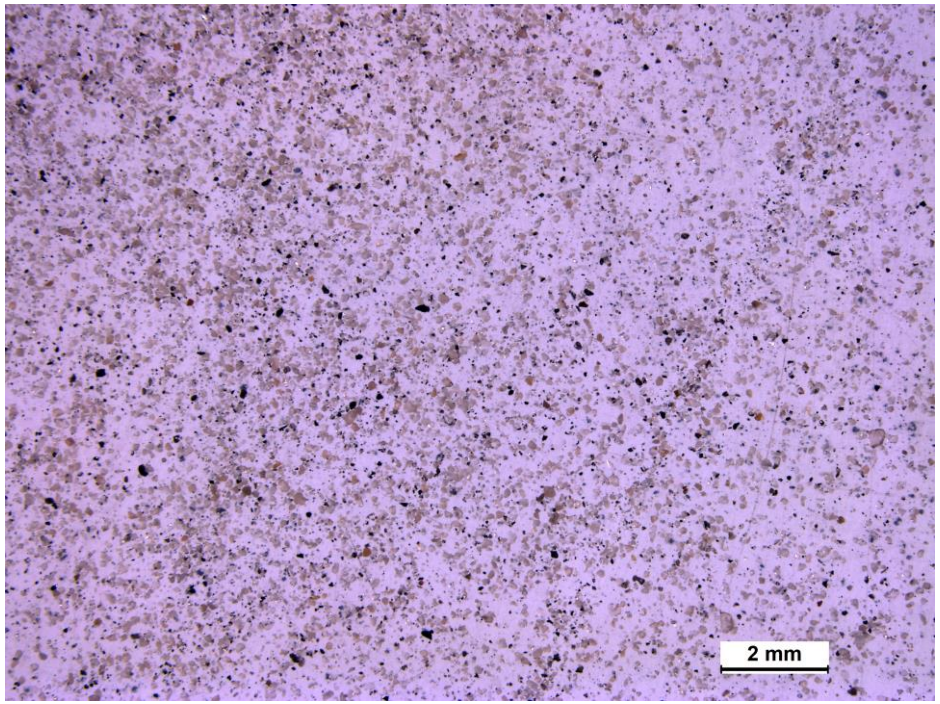
REAZIONE DELLE TERRE ESAUSTE DI FONDERIA (31 A) CON SOLUZIONI CONCENTRATE DI NaOH IN CONDIZIONI IDROTERMALI PER PRODURRE SILICATO DI SODIO e PRODUZIONE DI ADDITIVO CEMENTIZIO A BASE DI C-S-H

Titolare della borsa ricevuta: Dr. Filippo Disconzi

Docente di riferimento: Prof. Gilberto Artioli, UNIPD



Terra di fonderia 31 A utilizzata per la produzione di sodio silicato

Aziende ed Università coinvolte nel progetto di ricerca

<u>Obiettivo della ricerca</u>: studio di processi per la valorizzazione ed il riutilizzo delle terre di fonderia esauste. Reazione delle terre esauste con soluzioni concentrate di NaOH in condizioni idrotermali per produrre silicato di sodio e parallelo sviluppo di additivo cementizio utilizzando sodio silicato prodotto e marmettola.

Organizzazione del lavoro

STEP 1. Caratterizzazione delle terre di fonderia

%Ox	TF BRESCIA 1
SiO_2	94,36
TiO_2	0,28
Al_2O_3	1,74
Fe_2O_3	1,03
MnO	0,05
MgO	0,04
CaO	0,30
Na_2O	0,20
K_2O	0,68
P_2O_5	0,02
Tot	98,70
L.O.I.	0,36

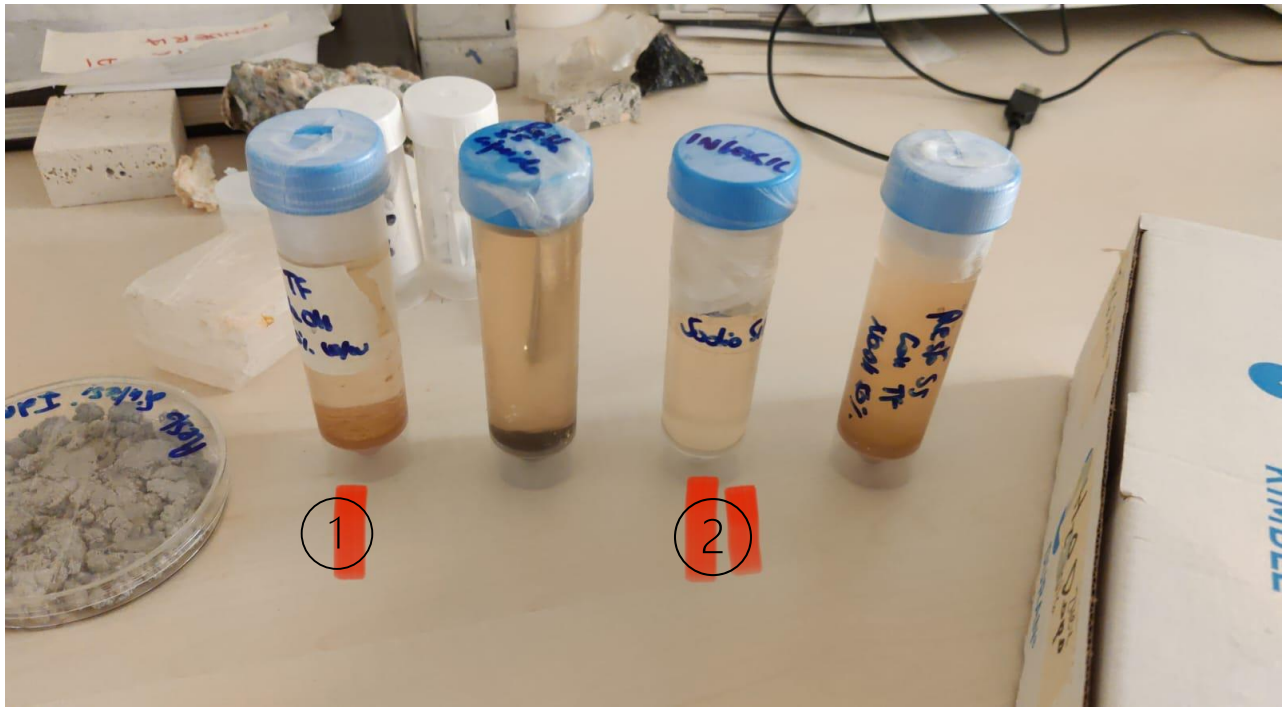
Analisi XRF sabbia 31 A

	Quantity Goal	ase Quantity (wt-
ORTHOCLASE	Qorthocla	1,86
Quartz	Qquartz	98,14
Weighted total		100,00

Analisi XRPD sabbia 31 A

STEP 2. (Obiettivo primario) Produzione di sodio silicato sfruttando la sintesi idrotermale

	Prodotto	T.F. (g)	NaOH(g)	H_2O (milliQ) in g
1	Sodio silicato con NaOH al 30% (I)	55,6	75,4	69,0
2	Sodio silicato con NaOH al 50% (II)	55,6	75,4	69,0



Sodio silicati ottenuti da sintesi idrotermale

STEP 3. (Obiettivo secondario) Utilizzare il sodio silicato prodotto per ottenere un additivo accelerante per cementi a base di silicati di calcio idrati (C-S-H).

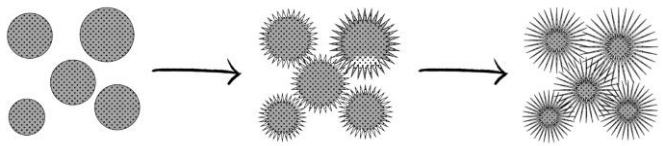
Sviluppo dello STEP 3. Produzione di C-S-H da sodio silicato e $CaCO_3$

Il C-S-H in breve:

Si tratta del prodotto di idratazione primario del cemento Portland, se usato come additivo permette di ridurre i tempi di indurimento del cemento

$$\begin{cases} C_4AF \\ C_3A \end{cases} + H_2O \underset{v_2}{\overset{v_1}{\Longrightarrow}} C-A-H$$

$$\begin{cases} C_2S \\ C_3S \end{cases} + H_2O \underset{v_4}{\overset{v_3}{\Longrightarrow}} C-S-H+CH$$



Esempi commerciali di produzione di additivi a base di C-S-H:

- $CaOH + SiO_2$ (colloidale) $+ xH_2O \rightarrow$ C-S-H
- $Ca(NO_3)_2 + NaxSiO_2 + x/2 + xH_2O \rightarrow$ C-S-H + $2\ NaNO_3$

Introduzione dell'economia circolare nella produzione di additivi acceleranti per cementi

Sodio silicato* + $CaCO_3$ (marmettola)** → C-S-H + $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

C-S-H ottenuto

*Sodio silicato commerciale; ottenuto da scarto di produzione di sodio silicato; tramite sintesi idrotermale da terre di fonderia.

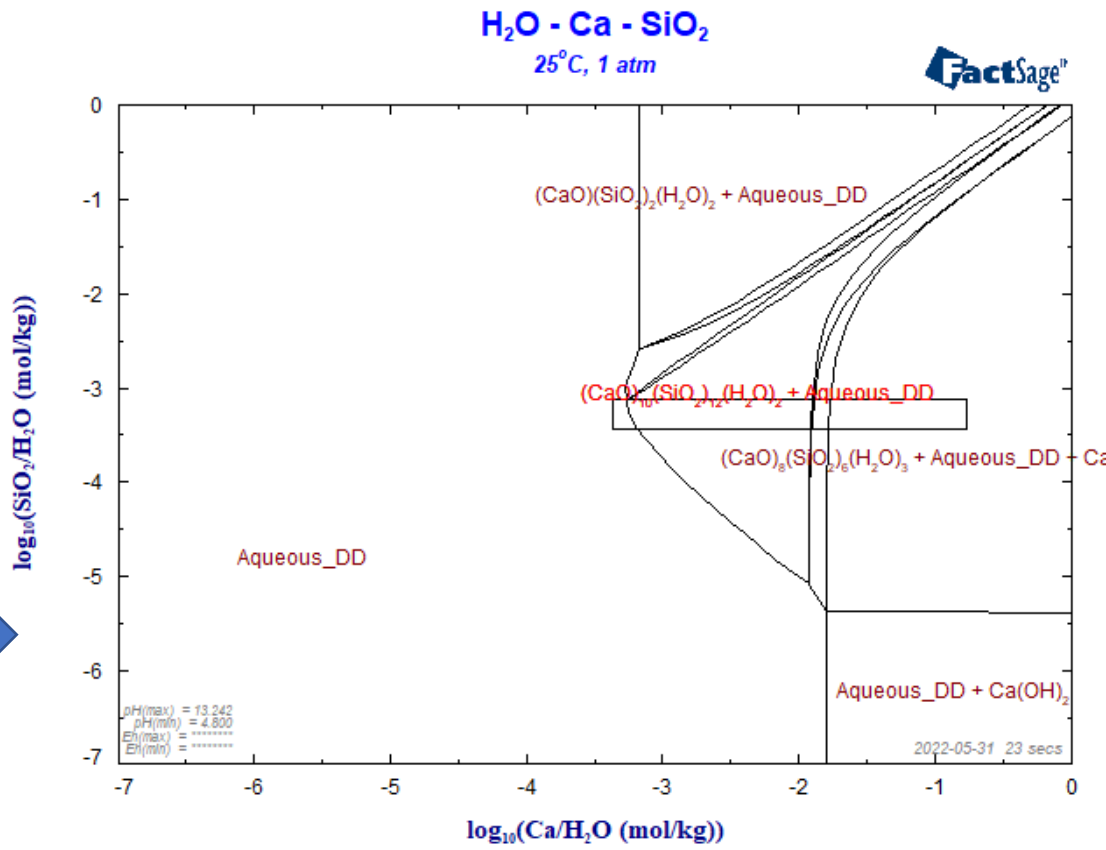
**Marmettola, scarto di lavorazione del marmo. Slurry caratterizzato da acqua e CaCO3 ultrafine.

Prove sperimentali su C-S-H prodotto

Si ottiene un materiale caratterizzato principalmente da carbonati di sodio, quali natrite e termonatrite, zone amorfe tobermoritiche (C-S-H) ed infine calcite.

Parametri da valutare durante le prove di sintesi:

- Rapporto molare del sodio silicato utilizzato (R=0,81 ottimale);
- Temperatura e tempo di miscelazione (25-40°C – 1,5h -3h);
- Acqua presente nel sistema (Rapporto a/s 1-6);
- [Ca^{2+}] in soluzione deve essere superiore ad una soglia per potere precipitare C-S-H.



Risultati ottenuti:

- *Sodio silicato da terre di fonderia ottenuto tramite sintesi idrotermale (Obiettivo primario);* ✓
- *Additivo cementizio a base di C-S-H ottenuto da marmettola e sodio silicato commerciale (Obiettivo secondario).* ✓

Rapporto molare (SiO_2/Na_2O)	2
R	1,94
SiO_2	10,6 %
Na_2O	5,5 %
concentrazione	16,1 %
°$Bé_{20}$	20

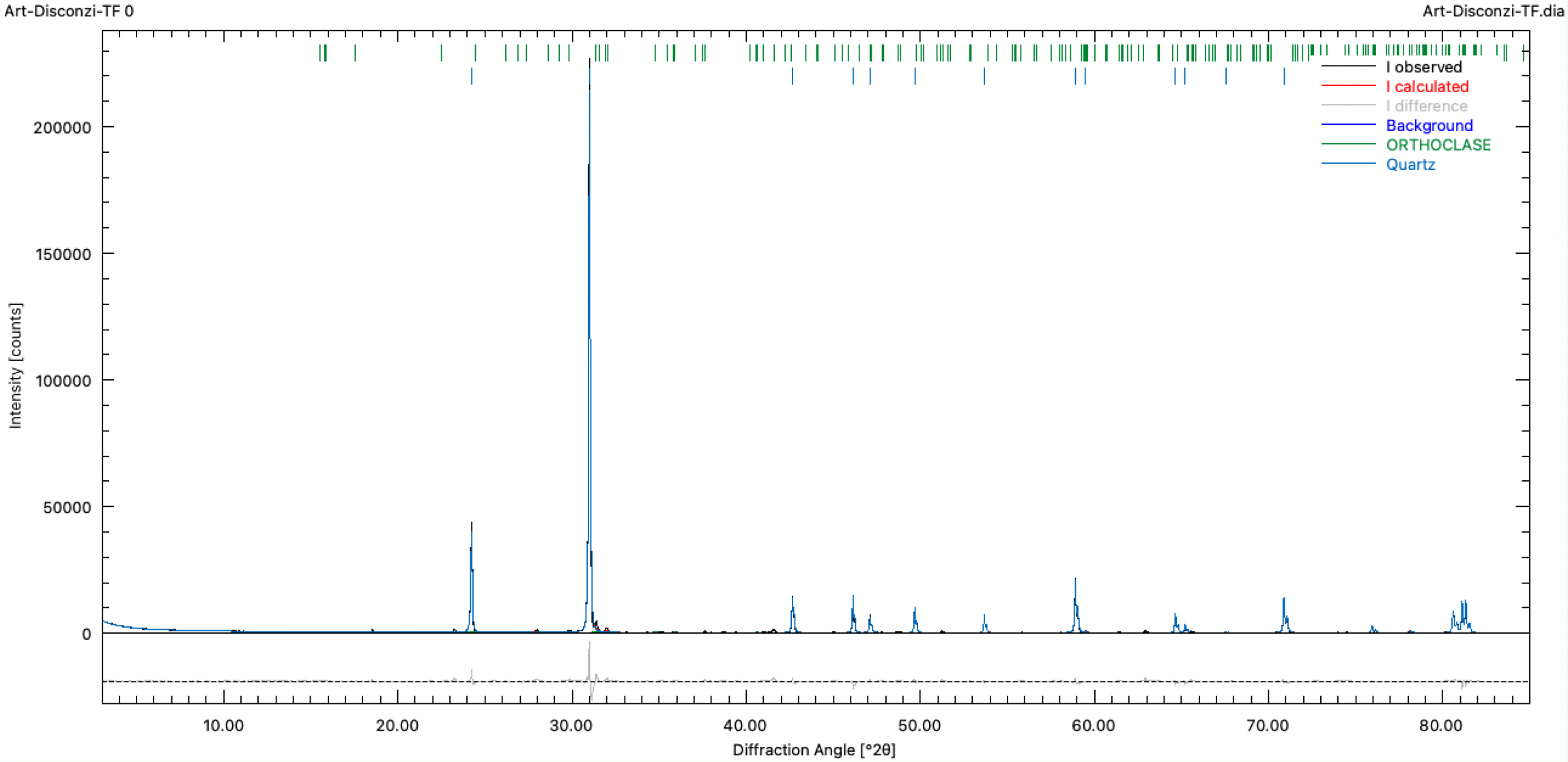
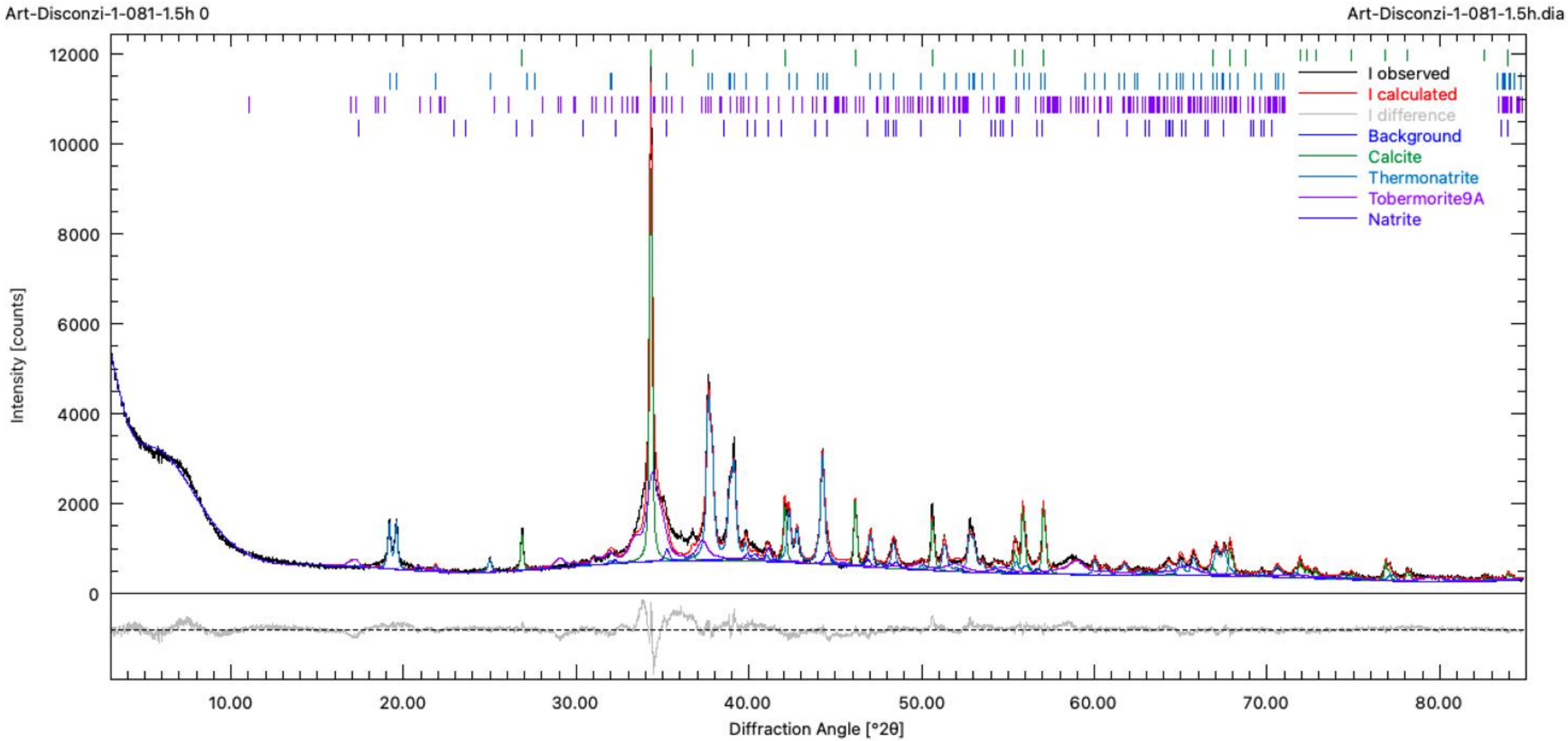
Caratteristiche sodio silicato ottenuto (2)

Ottimizzazioni per il futuro:

- *Prove di stabilità del sistema C-S-H;*
- *Prove di resistenza meccanica per confronto del prodotto con gli acceleranti presenti in commercio;*
- ***Prove di sintesi di C-S-H utilizzando come precursore, assieme alla marmettola il sodio silicato prodotto da terre di fonderia tramite sintesi idrotermale.***

Grazie per l'attenzione

Diffrattogramma sabbia 31 A



Diffrattogramma C-S-H ottenuto