



# SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

PROGETTO SARR cofinanziato dalla Regione del  
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020  
Azione 1.1.4

## REPORT FINALE DEL PROGETTO SARR

SARR ha l'obiettivo generale di realizzare una piattaforma collaborativa fondativa per lo sviluppo del programma della Rete Innovativa Regionale Veneto Green Cluster. Il progetto intende dimostrare l'ampiezza degli ambiti di ricerca e innovazione perseguibili dalla rete, grazie alla realizzazione di sottoprogetti di R&S, concreti e industrializzabili, caratterizzati dalla collaborazione tra Imprese e Organismi di ricerca.

## SOTTOPROGETTO - AZIONE 2.1

Valorizzazione delle scorie di acciaierie

## 1. Descrizione degli obiettivi di progetto

Il progetto affronta un tema di ricerca interessante per due mercati: edilizia e siderurgia. Se nel primo l'esigenza è di approvvigionarsi di materiali prestazionali ed economici, nel secondo c'è la necessità di una stabilità nella gestione del rifiuto. Ad oggi materiali e soluzioni alternative al cemento, come i geopolimeri, esistono ma non riescono ad entrare nel mercato dell'edilizia per il prezzo elevato e per la mancanza di applicazioni consolidate che garantiscano l'affidabilità del prodotto. L'utilizzo di rifiuti valorizzati nelle formulazioni cementizie può diventare un vantaggio competitivo nel costo finale del materiale. I rifiuti generati dall'industria siderurgica causano un forte degrado ambientale. In Europa vengono prodotte 4.8 milioni di tonnellate annue di scoria di fusione e solo in Veneto ne vengono prodotte 300.000 tonnellate all'anno. Considerato che l'attuale destinazione è la discarica diventa molto importante per le industrie che sono coinvolte nella produzione dell'acciaio cercare metodi che garantiscano lo smaltimento e il riciclaggio sicuri dei rifiuti. Il costo della gestione dei rifiuti (20-30 €/ton) ha anche un impatto negativo nel loro piano aziendale.



L'utilizzo di rifiuti valorizzati nelle formulazioni cementizie può diventare un vantaggio competitivo nel costo finale del materiale. I rifiuti generati dall'industria siderurgica causano un forte degrado ambientale. In Europa vengono prodotte 4.8 milioni di tonnellate annue di scoria di fusione e solo in Veneto ne vengono prodotte 300.000 tonnellate all'anno. Considerato che l'attuale destinazione è la discarica diventa molto importante per le industrie che sono coinvolte nella produzione dell'acciaio cercare metodi che garantiscano lo smaltimento e il riciclaggio sicuri dei rifiuti. Il costo della gestione dei rifiuti (20-30 €/ton) ha anche un impatto negativo nel loro piano aziendale.

## 2. Modalità di attuazione della ricerca

Sulla scorta di studi di fattibilità che avevano evidenziato delle interessanti prospettive di utilizzo nel mercato dell'edilizia per la produzione di polveri reattive, l'attività ha coinvolto due acciaierie e una fonderia di ghisa (Acciaieria Beltrame Spa, Acciaieria Safas Spa, Fonderia Corrà Spa) e sei end-user del mercato dell'edilizia (Metalco Srl, Sipe Spa, Novaedil Srl, Finbeton Srl, Ferrari Bk Srl, Sima Srl). Nel corso del 2018 le "scorie di fusione" dell'acciaio e della ghisa sono state studiate per ottimizzarne la loro reattività come leganti idraulici. Tali rifiuti si caratterizzano per una composizione ricca di CaO, MgO e SiO<sub>2</sub>, un rapporto tra tali elementi >1 e la formazione durante il raffreddamento di fasi amorfe che inertizzano il rilascio di elementi inquinanti. La valorizzazione massima di tali materiali si è ottenuta con la loro applicazione in matrici geopolimeriche ossia formulazioni alternative e concorrenziali al cemento Portland. Da Aprile 2019 l'attività si è orientata allo specifico target delle fonderie di ghisa con cubilotto, poiché le caratteristiche della scoria consentono di convertirla da rifiuto a sottoprodotto senza interferenza di rilievo nel processo siderurgico. Nelle attività sono state, quindi, introdotte le collaborazioni con l'associazione di categoria Assofond, con l'Ente di certificazione CNR-ITC e con l'Ente Pubblico ARPAV, al fine di soddisfare le richieste autorizzative di gestione del rifiuto e le certificazioni a marchio CE del materiale.

### 3. Risultati ottenuti



Il principale risultato di progetto è la dimostrazione della possibilità di conversione del rifiuto prodotto dall'affinazione dell'acciaio in un sottoprodotto ad alto valore aggiunto: legante geopolimerico in sostituzione al cemento Portland. Nello specifico le attività di progetto hanno definito i processi e le formulazioni delle scorie di acciaieria e fonderia che consentano di correggere e stabilizzare la composizione delle stesse. Le fasi d'integrazione del processo siderurgico per la gestione ottimale della scoria sono quattro: rapido raffreddamento a secco della scoria; asciugatura, micronizzazione, miscelazione. CIRCE dell'Università degli Studi di Padova ha sviluppato 4 formulazioni geopolimeriche. Tali formulazioni si distinguono nel mercato per la mancanza di clinker e per una migliore prestazione in termini di

resistenza al fuoco, agli acidi e minor calore d'idratazione. Le formulazioni prevedono l'utilizzo di rifiuti prodotti da diverse industrie siderurgiche ma dedicate e customizzate a delle specifiche applicazioni in edilizia: materiali e manufatti cementizi strutturali e non strutturali e realizzati in opera e in stabilimento. L'analisi della filiera ha prodotto un business plan dell'iniziativa legato alla vendita di leganti idraulici alternativi al cemento prodotti dalla valorizzazione delle scorie siderurgiche e un piano d'industrializzazione a 5 anni. Da quest'ultima fase di progetto sono nati degli accordi commerciali tra i partner di progetto per lo sfruttamento dei risultati della ricerca. E le interessanti prospettive di diffusione dello stesso modello industriale in altre Regioni ha fatto nascere uno spin-off dell'Università degli Studi di Padova dedicato alla valorizzazione dei rifiuti minerali per lo sviluppo di nuovi materiali secondo i principi dell'Economia Circolare.

#### 3.1 Nuove conoscenze acquisite

La ricerca ha escluso sia alcune applicazioni edili estremamente rigide nelle caratteristiche prestazionali e nella lavorabilità del processo, sia alcune scorie di fusione per una composizione troppo ricca di elementi da trattare per raggiungere il grado d'idoneità richiesto dalle normative. Tra le applicazioni edili rigide all'utilizzo di scoria di fusione nella miscela vi sono quelle dei cementi ad alte prestazioni strutturali dei manufatti lavorazioni necessarie per valutarne la fattibilità industriale da un punto di vista tecnico-normativo. Contemporaneamente alle sperimentazioni sul materiale sin dall'inizio del progetto è stato analizzato il processo produttivo del metallo, approfondendo in maniera particolare i processi legati alle scorie definendo: le procedure specifiche di ogni produttore nel trattamento della scoria; la correlazione delle procedure e la tipologia di prodotto alle caratteristiche della scoria; i punti di intervento per il prelievo della scoria. Il progetto ha però evidenziato risultati della fattibilità d'impiego di alcune scorie di fusione. Le procedure di trattamento della scoria influenzano le caratteristiche della stessa, in particolare incidono sul gradiente di raffreddamento, determinandone così la reattività. Anche il tipo di prodotto metallico genera differenze: l'acciaio inox comporta una maggiore contenuto di cromo e un'eliminazione molto spinta del carbonio, pertanto la scoria



correlata a questi processi è diversa rispetto all'acciaieria al carbonio. Si è inoltre riscontrato un certo grado di differenza nelle scorie prodotte nello stesso stabilimento in base alla diversa composizione dei metalli per prodotti diversi.

### 3.2 Tecnologie impiegate

1. Impianto di micronizzazione di capacità produttiva di 100 kg/ora e curva granulometrica controllata  $D_{95} < 50 \mu\text{m}$  e  $D_{50} < 25 \mu\text{m}$ , è stato utilizzato per ridurre i campioni di scoria ad una granulometria sufficiente per utilizzarli come polveri reattive nelle formulazioni geopolimeriche.
2. Impianto di miscelazione da 100 L per realizzare i diversi compound testati presso gli utilizzatori finali nei manufatti finiti.
3. Analizzatore granulometrico laser per campioni secchi e umidi da  $0.1 \mu\text{m}$  a 1000, strumento per verificare la corretta dimensione delle polveri, requisito minimo per garantire la loro miscelazione nelle formulazioni finali.



4. Sistema di atomizzazione a secco per ottimizzare la gestione della scoria all'interno degli stabilimenti di produzione, aumentando reattività e migliorando la granulometria per facilitarne la lavorazione presso gli impianti di macinazione;
5. Calorimetro con sistema di acquisizione a 16 canali con una precisione delle termocoppie di  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  necessario per misurare il calore d'idratazione e quindi il grado di reattività del materiale.

### 3.3 Prototipi o impianti pilota sviluppati

La fase di prototipazione nel progetto ha coinvolto sia fonderie e acciaierie che utilizzatori finali dell'edilizia. Di fatto le acciaierie e le fonderie hanno investito nell'ottimizzazione del processo interno per la gestione della scoria come nuovo prodotto per l'edilizia. Negli stabilimenti è possibile visionare come la scoria viene raffreddata e stoccata per gestirne la sua massima reattività.

Per gli utilizzatori finali dell'edilizia la fase di prototipazione ha riguardato lo sviluppo delle miscele e di prodotti finiti di 5 industrie di produzione di materiali e manufatti cementizi. Sono state analizzate e controllate per dati di confronto le ricette dei singoli prodotti, ovvero: quantità e schede tecniche dei singoli componenti all'interno della miscela per metro cubo di prodotto; rapporto acqua/cemento; rapporto aggregati/leganti; eventuale utilizzo di additivi; fluidità della miscela. Sono stati effettuati test meccanici statici e dinamici con la rottura dei manufatti stessi.



Un moltiplicatore di opportunità.  
Da non lasciarsi sfuggire.

#### 4. Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

- L'industria siderurgica può convertire i propri rifiuti in prodotti di mercato riducendo drasticamente i costi della gestione e inserendo dei profitti dalla vendita.
- I produttori di manufatti in cemento possono convertire la loro produzione con linee di materiali geopolimerici a basso impatto ambientale e a prezzi più competitivi rispetto a quelli di mercato delle specifiche applicazioni.
- Gli enti di ricerca e le RIR possono erogare servizi per la valorizzazione dei rifiuti e contribuire a creare nuove filiere locali di domanda e offerta di soluzioni che applicano i principi dell'Economia Circolare su tutto il territorio nazionale.

#### 5. Partner di progetto

Imprese:



[www.gruppobeltrame.com](http://www.gruppobeltrame.com)

[www.safas.it](http://www.safas.it)

[www.fonderiacorra.com](http://www.fonderiacorra.com)



[www.metalco.it](http://www.metalco.it)

[www.betonveneta.it](http://www.betonveneta.it)

[www.consorzionovaedil.com](http://www.consorzionovaedil.com)

[www.simasrl.net](http://www.simasrl.net)



[www.sipeprefabbricati.it](http://www.sipeprefabbricati.it)

[www.ferraribk.it](http://www.ferraribk.it)

[www.eliteambiente.it](http://www.eliteambiente.it)

Organismi di ricerca:



[www.unipd.it](http://www.unipd.it)

[www.circe.dicea.unipd.it](http://www.circe.dicea.unipd.it)

#### 6. Approfondimenti

[www.venetogreencluster.it](http://www.venetogreencluster.it)

[www.opigeo.eu](http://www.opigeo.eu)