



REGIONE DEL VENETO



PR Veneto FESR 2021-2027

Obiettivo Specifico 1.1 “Sviluppare e rafforzare le capacità di ricerca e di innovazione e l’introduzione di tecnologie avanzate”

Azione 1.1.1 “Rafforzare la ricerca e l’innovazione (in collaborazione) tra imprese e organismi di ricerca”

Sub A “Rafforzare la ricerca e l’innovazione tra imprese e organismi di ricerca”

Bando per il finanziamento di progetti di ricerca e sviluppo realizzati dalle Reti Innovative Regionali e dai Distretti Industriali.

DGR n. 729 del 26 giugno 2024

“Tecnologie di recupero ad alta sostenibilità per la produzione di compositi intermetallici e minerali reattivi”
STILLMETALEVO



REGIONE DEL VENETO

STILLMETALEVO Il progetto

Il progetto di R&S denominato “**Tecnologie di recupero ad alta sostenibilità per la produzione di compositi intermetallici e minerali reattivi**” (acronimo **STILLMETALEVO**) si è posto l'obiettivo di sviluppare tecnologie innovative e sostenibili per il **recupero di materie prime critiche** quali Silicio metallico, Magnesio, Alluminio e Manganese da **rifiuti siderurgici**. Il progetto è un'iniziativa “MULTI RIR” che vede come capofila **GREEN TECH ITALY RDI**, rappresentante la **VENETO GREEN CLUSTER**, in collaborazione con **SINFONET - Smart & INnovative FOUNdry NETwork**, rappresentata dal **CONSORZIO SPRING**.

Il contesto di riferimento è la crescente importanza economica e il contemporaneo alto rischio di approvvigionamento delle materie prime critiche per l'Europa, elementi fondamentali per numerose attività industriali e per la transizione ecologica. In linea con il regolamento europeo sulle materie prime critiche, **STILLMETALEVO** mira a **valorizzare i rifiuti siderurgici** - come scorie di affinazione e fusione, terre esauste di fonderia e polveri di aspirazione - dimostrando la possibilità di recuperare materiali di interesse non solo per la siderurgia, ma anche per l'edilizia, la bioedilizia, la ceramica refrattaria e la bonifica ambientale. Attualmente, milioni di tonnellate di rifiuti siderurgici vengono smaltite in discarica solo nel Veneto, rappresentando un significativo problema ambientale ed economico.

Il progetto si è basato su una **stretta collaborazione** tra il mondo accademico (**Università degli Studi di Padova**) e **12 imprese** (5 di Sinfonet e 7 di Veneto Green Cluster), che coprono l'intera filiera: produttori di rifiuti (**FONDERIA ZANARDI SPA**, **FONDERIA POVOLARO SRL**), sviluppatori di processi di trattamento (**ZEROCENTO SRL**, **PROSERVICE SRL**, **PIGOZZO SYSTEM SRL**), utilizzatori dei materiali rigenerati (**ITALKER SRL**, **JOSEPH EGLI ITALIA SRL**, **TEV GROUP SRL**, **VILLAGA STRUTTURE SRL**, **FERRARI BK SRL**, **ALUSISTEMI SRL**) e un fornitore di servizi ambientali (**APLUS SRL**).

STILLMETALEVO ha previsto lo sviluppo di due principali **processi di trattamento**: • **Processo termomeccanico (PROSERVICE)**: Integra la rigenerazione delle terre di fonderia con il trattamento simultaneo delle polveri di aspirazione, migliorando l'efficienza energetica. • **Processo allumino termico (ZEROCENTO)**: Innovativa tecnologia per il trattamento di scorie di fusione ad elevato valore aggiunto; può utilizzare come input anche gli output del processo termomeccanico. È previsto anche un processo di **pretrattamento dei rifiuti (PIGOZZO SYSTEM)** basato sulla compattazione a umido di polveri a reattività idraulica.

Dai processi di trattamento si otterranno diversi **output**: • **Silice rigenerata**, riutilizzabile in fonderia o come fonte di silicio per il processo allumino termico. • **Minerali idraulicamente reattivi** (a base di argille calcinate o calcio-silico-alluminati), impiegabili nella produzione di leganti idraulici. • **Compositi intermetallici**, riutilizzabili nell'affinazione dell'acciaio e nella produzione di ghisa sferoidale. • **Calcio alluminati**, utilizzabili come flussanti in siderurgia o come minerali reattivi in ceramiche refrattarie.

Questi prodotti intermedi sono stati utilizzati dai partner per dimostrarne l'impiego come nuove materie prime per **prodotti finiti** in diversi settori: • Manufatti in composito cementizio e blocchi per la bioedilizia (**FERRARI BK**). • Manufatti in calcestruzzo strutturale (**VILLAGA STRUTTURE**). • Manufatti in calcestruzzo non strutturale per strutture fotovoltaiche (**ALUSISTEMI**). • Soluzioni per l'inertizzazione e stabilizzazione del suolo (**TEV Group**). • Soluzioni adsorbenti per il trattamento di acque contaminate (**JOSEPH EGLI**). • Manufatti in ceramica refrattaria (**ITALKER**). • Miscele inorganiche per la costruzione di strade (**ZEROCENTO**). • Manufatti in ghisa, anime e sistemi di formatura per fonderia (**FONDERIE ZANARDI E FONDERIE POVOLARO**).



Cofinanziato
dall'Unione europea



REGIONE DEL VENETO

Il progetto si inserisce nella **Strategia di Specializzazione Intelligente (S3) della Regione del Veneto 2014 - 2020** nell'ambito **"Smart Manufacturing"** e nelle traiettorie tecnologiche relative a processi innovativi di trattamento/riutilizzo di rifiuti industriali, nuovi macchinari e impianti per il risparmio energetico e materiali innovativi. È rilevante anche per **"Smart Living & Energy"** con traiettorie su soluzioni e materiali innovativi per il living, tecnologie per la progettazione e gestione degli edifici, rigenerazione urbana e tecnologie per il monitoraggio ambientale.

Il budget totale previsto per il progetto STILLMETALEVO è di **3.473.728,52 €**. Questa cifra è il risultato della somma delle previsioni di spesa per le diverse categorie nel corso dei semestri di attività del progetto.

Le principali categorie di spesa includono:

- **Spese di personale:** 1.826.105,00 €
- **Utilizzo di beni strumentali:** 62.857,24 €
- **Utilizzo di beni immobili:** 20.250,00 €
- **Consulenze tecniche e scientifiche:** 700.000,00 €
- **Costi di esercizio:** 678.571,43 €
- **Spese generali supplementari:** 185.944,85 €

Importo del sostegno pubblico concesso:

-Sovvenzione a fondo perduto: € 1.841.917,71

-Finanziamento agevolato: € 631.428,68

RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA E INDUSTRIALE SUI RISULTATI DEGLI END USER

Programma: Bando PR FESR 2021-2027 – Regione del Veneto | Azione 1.1.4

Capofila: Green Tech Italy RDI (RIR Veneto Green Cluster)

In Sinergia con: RIR SINFONET (Consorzio Spring) e Università degli Studi di Padova (CIRCE e DII)

1. Inquadramento Generale

Il progetto di Ricerca e Sviluppo **STILLMETAL-EVO** ("Tecnologie di recupero ad alta sostenibilità per la produzione di compositi intermetallici e minerali reattivi") si pone l'obiettivo di realizzare una filiera di economia circolare ad altissima integrazione tecnologica nel territorio veneto. L'iniziativa converte scarti industriali complessi della filiera siderurgica e fusoria — quali scorie nere da forno elettrico ad arco (EAF), scorie bianche da metallurgia secondaria (SMS/LF), terre esauste di fonderia e polveri dei sistemi di aspirazione — in nuove materie prime seconde ad alto valore aggiunto.

Gli **End User industriali** del progetto rappresentano il nodo finale di valorizzazione della catena del valore, integrando i prodotti intermedi generati dai processi di trattamento (processi alluminotermici sviluppati da Zerocento, termomeccanici sviluppati da Proservice e di bricchettatura/pretrattamento sviluppati da Pigozzo System) all'interno di reali cicli produttivi per il mercato civile, infrastrutturale, ambientale e metallurgico.

2. Quadro Sinottico delle Applicazioni e Prestazioni degli End User

La tabella seguente sintetizza i risultati tecnici, le tipologie di materiali rigenerati impiegati e il potenziale impatto economico-commerciale conseguito dagli 8 partner End User di STILLMETAL-EVO:

End User	Settore / Prodotto	Input Rigenerato	Prestazioni Tecniche	Impatto Economico
Ferrari BK S.r.l.	Masselli e blocchi isolanti bioedilizia	Argille calcinate e Calcio-Alluminati	Sostituzione clinker 50-60% (18.4 MPa 28g); mineralizzazione lolla 100% riciclata.	+1.400.000 €/anno (Fatturato)
Joseph Egli Italia S.r.l.	Filtri industriali acque & PFAS	Calcio-silico-alluminati & Basalto da scoria	Porosità 48.7%; abbattimento metalli 80-100% (mono) e 98-100% (multi).	+1.850.000 €/anno (Fatturato)
Villaga Strutture S.r.l.	Lastre e pannelli prefabbricati strutturali	Argilla calcinata (PAC) per cementi LC3	Super-fluidificazione con additivi; riduzione clinker e pieno rispetto CAM Edilizia.	-300.000 €/anno (Risparmio costi)

Alusistemi S.r.l.	Zavorre in cls per impianti fotovoltaici	Calcio-silico-alluminati e argille calcinate	Vibro-compressione ad alta frequenza (25-50 Hz); elevata densità e durabilità.	+500.000 €/anno (Fatturato)
Italker S.r.l.	Refrattari ceramici e contenitori speciali	Chamotte (40%) & Sabbia silicea rigenerata (35%)	75% riciclato; LOI e bentonite = 0; resistenza a shock termici e carichi >800°C.	+240.000 €/anno (Fatturato)
TEV Group S.r.l.	Granulati per bonifica e stabilizzazione suoli	Calcio-silico-alluminati e argille calcinate	Granulazione a disco (1.5-2m); blocco lisciviazione metalli pesanti.	+1.500.000 €/anno (Fatturato)
Fonderia Zanardi & Povolaro	Anime da fonderia e getti di ghisa	Sabbia silicea rigenerata & Ferroleghie FeSi	11 ricette validate (es. R6 +15% resistenza); riduzione costi leganti del 22%.	-970.000 €/anno (Risparmi complessivi)
Zeroento S.r.l. (End-User)	Misto-cementato per sottofondi stradali	Scorie EAF e SMS valorizzate	Impianto semovente con miscelatore continuo su automezzo per cantieri.	+800.000 €/anno (Fatturato)

3. Analisi Dettagliata dei Risultati per Singolo End User

3.1 Ferrari BK S.r.l. – Masselli Vibro-Compressi e Bioedilizia Mineralizzata

Ferrari BK S.r.l., azienda certificata UNI EN ISO 14001 specializzata nella produzione di elementi in calcestruzzo per pavimentazioni e murature, ha operato nel progetto come dimostratore industriale per il comparto delle costruzioni civili e della bioedilizia.

Sviluppo Tecnologico e Mix Design: Ferrari BK ha validato la formulazione di leganti idraulici a ridotto contenuto di clinker. I test di laboratorio condotti su malte e provini stagionati a 10°C, 20°C e 40°C hanno dimostrato che la miscela con il **50% di sostituzione del cemento** raggiunge una resistenza a compressione a 28 giorni pari a **18,42 MPa**, mentre la miscela con il 60% di sostituzione mantiene una resistenza di 12,42 MPa con un modulo elastico dinamico stabilizzato tra 10,5 e 17,3 GPa.

Innovazione nella Bioedilizia (Evoluzione Blocco Krice): Ferrari BK ha sviluppato un'innovativa tecnologia di mineralizzazione delle fibre vegetali riciclate (lolla di riso da scarti agricoli). Sostituendo il legante naturale idraulico vergine con le matrici inorganiche reattive ricavate da scoria e argille calcinate, il blocco isolante prefabbricato **Krice** si evolve da prodotto BIO a **prodotto BIO riciclato al 100%**, con elevate prestazioni di isolamento termico e totale stabilità biologica e al fuoco.

Impatto Economico Atteso: L'immissione sul mercato delle due nuove linee ecosostenibili stima un nuovo fatturato annuo a regime pari a **1.400.000 €/anno** (600.000 €/anno da 20.000 m²/anno di



REGIONE DEL VENETO

masselli autobloccanti a 30 €/m²; 800.000 €/anno da 4.000 m³/anno di blocchi isolanti a 200 €/m³).

3.2 Joseph Egli Italia S.r.l. – Sistemi Avanzati di Filtrazione e Decontaminazione Acque

Joseph Egli Italia S.r.l. ha guidato lo sviluppo di tecnologie innovative per il trattamento e la depurazione di reflui industriali ed acque contaminate da metalli pesanti e inquinanti emergenti.

Sviluppo dei Materiali Filtrante: sono state ingegnerizzate due configurazioni di filtro, **monoliti porosi di schiuma minerale** e **granulati filtranti** prodotti su piatto granulatore a partire da basalto sintetico da scoria nera EAF e leganti inorganici.

Prestazioni di Abbattimento Contaminanti: L'analisi microstrutturale (SEM-EDX e intrusione di Hg) ha confermato nei monoliti una porosità totale del **48,7%** e un diametro medio dei pori di 0,14 µm. I test di filtrazione su soluzioni contenenti Rame (Cu²⁺), Ferro (Fe³⁺), Nichel (Ni²⁺) e Manganese (Mn²⁺) hanno registrato un'efficienza di cattura dell'**80–100% in soluzioni mono-ioniche** e del **98–100% in soluzioni multi-ioniche**. La forte alcalinità superficiale (pH 12–12,5) induce la precipitazione dei metalli in idrossidi insolubili intrappolati nella matrice, consentendo anche la ritenzione di PFAS e Arsenico.

Prototipazione Impianto Pilota: Joseph Egli Italia ha assemblato un impianto pilota di filtrazione industriale investendo in vessel di filtraggio, carpenterie, valvole servocomandate, quadri di controllo e sensoristica avanzata di misura flussi.

Impatto Economico Atteso: Commercializzazione di 5 nuovi impianti di filtrazione/anno (1.250.000 €/anno) e vendita di 500 m³/anno di granulato filtrante (600.000 €/anno), per un totale di **1.850.000 €/anno di nuovo fatturato**.

3.3 Villaga Strutture S.r.l. – Elementi Prefabbricati Strutturali in Calcestruzzo LC3

Villaga Strutture S.r.l. ha concentrato le attività sullo sviluppo e prototipazione di lastre e pannelli strutturali prefabbricati in calcestruzzo a basso contenuto di clinker per l'edilizia industriale.

Mix Design e Prototipazione: con l'impiego di additivi chimici di nuova generazione, Villaga ha perfezionato l'incorporazione dell'argilla calcinata (PAC) prodotta dal processo termomeccanico Proservice. La formulazione ha garantito l'elevata fluidità e lavorabilità necessarie per il getto in cassaforma di elementi di grande formato senza fenomeni di segregazione.

Risultati Industriali ed Economici: L'impiego del legante LC3 consente a Villaga di soddisfare pienamente i Criteri Ambientali Minimi (CAM Edilizia) e generare un risparmio diretto sui costi di approvvigionamento del cemento pari a **300.000 €/anno** (risparmio stimato di 20 €/ton su 15.000 ton/anno di cemento).

3.4 Alusistemi S.r.l. – Zavorre in Calcestruzzo Non Strutturale per Impianti Fotovoltaici

Alusistemi S.r.l. ha sviluppato una nuova linea di zavorre e basamenti in calcestruzzo destinati a garantire la stabilità di strutture e pannelli fotovoltaici.

Processo di Vibro-Compressione: Alusistemi ha progettato un impianto prototipale di vibro-



REGIONE DEL VENETO

compressione ad alta energia (frequenza 25–50 Hz, forza di compattazione 10–30 ton). Questo sistema assicura l'eliminazione dei vuoti interni e il raggiungimento dell'elevata densità richiesta per resistenze agli agenti atmosferici e cicli di gelo/disgelo.

Impatto Economico Atteso: La vendita della nuova linea green di zavorre stima un fatturato incrementale a regime di **500.000 €/anno** (500 €/ton x 1.000 ton/anno).

3.5 Italker S.r.l. – Compositi Ceramici Refrattari Monolitici ad Alta Densità

Italker S.r.l. ha sviluppato manufatti ceramici refrattari ad alta densità per rivestimenti di forni industriali e contenitori speciali per il settore enologico e industriale.

Sviluppo Formulazione al 75% di Riciclato: Italker ha formulato un mix refrattario SILICO-ALLUMINOSO incorporando il **75% di materie prime seconde** da terre esauste (40% chamotte rigenerata 2-5 mm con 44-46% Al₂O₃ e 35% sabbia silicea rigenerata 0,1-0,5 mm), legate con il 7% di Cemento Calcio-Alluminato (CAC).

Validazione su manufatti da 200 kg: L'assenza totale di bentonite e residui carboniosi (LOI ≈ 0) nella chamotte purificata ha permesso di eliminare cricche e fessurazioni da essiccazione, garantendo la stabilità volumetrica e la resistenza a shock termici (>800°C) su manufatti monolitici del peso di 200 kg formati mediante vibrazione pressurizzata.

Impatto Economico Atteso: Nuovo fatturato stimato in **240.000 €/anno** (800 €/ton x 300 ton/anno di manufatti refrattari a basso impatto).

3.6 TEV Group S.r.l. – Granulati per la Bonifica e Inertizzazione dei Suoli Contaminati

TEV Group S.r.l., azienda certificata ISO 14001, ha sviluppato soluzioni per la bonifica ambientale, la stabilizzazione e l'inertizzazione di terreni contaminati da metalli pesanti.

Processo di Granulazione: TEV Group ha progettato e collaudato un piatto granulatore prototipale (diametro 1,5–2 metri, inclinazione 35°–55°) per trasformare le matrici inorganiche a base di calcio-silico-alluminati e argille calcinate in granuli ad elevata capacità di scambio ionico.

Inertizzazione e Impatto Economico: I granuli prodotti agiscono sui suoli inquinati bloccando la lisciviazione dei metalli pesanti e migliorando la struttura meccanica del terreno. L'offerta del nuovo servizio di bonifica green stima un fatturato a regime di **1.500.000 €/anno** (150 €/ton x 10.000 ton/anno di terreno trattato).

3.7 Fonderia Zanardi S.p.A. e Fonderia di Povolaro S.r.l. – Circolarità Interna in Fonderia

Fonderia Zanardi S.p.A. (ghisa al carbonio, certificata ISO 14001 ed EMAS) e Fonderia di Povolaro S.r.l. (ghisa sferoidale) partecipano al progetto sia come generatori dei rifiuti di partenza (terre esauste e polveri di aspirazione) sia come End User dei materiali rigenerati.

Sabbia Rigenerata e Formatura Anime: Le due fonderie hanno validato 11 ricette per l'impiego della sabbia silicea rigenerata (SSR) e della polvere di argilla calcinata (PAC) da processo Proservice. La ricetta



REGIONE DEL VENETO

R6 (Legante Furanico con 65% SSR e 8% PAC) ha registrato un incremento del 15% nella resistenza a compressione (5,2 MPa) e una finitura superficiale dei getti ottima, con una **riduzione dei costi di materia prima del 22%** rispetto all'impasto 100% vergine.

Impiego di Ferroleghe e Flussanti in Fusione: Con il supporto del DII dell'Università di Padova, sono state testate le ferroleghe FeSi50 e i flussanti in calcio-alluminato autoprodotti dal processo Zerocento sia in forni rotativi a gas che ad induzione elettrica (carica metallica da 20 ton), confermando il perfetto controllo della desolforazione e dell'alligazione della ghisa.

Risparmi Economici Industriali Diretti: Zanardi consegue un risparmio complessivo di **740.000 €/anno** (400k€ produzione anime + 240k€ smaltimento rifiuti + 100k€ acquisto ferroleghe). Povolaro consegue un risparmio complessivo di **230.000 €/anno** (100k€ produzione + 90k€ smaltimento + 40k€ ferroleghe).

3.8 Zerocento S.r.l. – Applicazioni End-User in Misti-Cementati e Sottofondi Stradali

Oltre al ruolo di sviluppatore del processo alluminotermico, Zerocento S.r.l. (certificata ISO 14001) agisce direttamente come End User per il settore delle infrastrutture stradali.

Premiscelato e Impianto Semovente: Zerocento ha sviluppato la formulazione di un premiscelato inorganico ad alta reattività a base di scorie EAF ed SMS valorizzate per la realizzazione di sottofondi stradali e la stabilizzazione dei suoli. Per superare i problemi di pre-presa del legante, Zerocento ha prototipato un **impianto di miscelazione continua semovente montato su automezzo**, dotato di tramoggia pesatrice, miscelatore bi-albero contra-rotante e iniezione nebulizzata dell'attivatore gestita da PLC.

Impatto Economico Atteso: Vendita di premiscelato per sottofondi stradali stimata in **800.000 €/anno** (20 €/ton x 40.000 ton/anno).

4. Sostenibilità Ambientale, Principio DNSH e Criteri CAM

Le soluzioni tecnologiche sviluppate dagli End User del progetto STILLMETAL-EVO dimostrano una perfetta rispondenza ai più stringenti requisiti normativi comunitari e nazionali in materia di tutela ambientale:

- **Abbattimento Impronta Carbonica (CO₂):** L'impiego dei calcio-silico-alluminati e delle argille calcinate in sostituzione del clinker nei prodotti cementizi di Ferrari BK, Villaga Strutture ed Alusistemi consente una **riduzione delle emissioni di CO₂ compresa tra il 50% e l'80%** rispetto ai cementi tradizionali Portland. Inoltre, la produzione locale di ferroleghe via reazione alluminotermica riduce fino al 90% i consumi elettrici di fusione rispetto ai forni tradizionali.
- **Conformità al Principio DNSH (Do No Significant Harm):** Il progetto è formalmente conforme al Regolamento UE 2020/852 per la mitigazione dei cambiamenti climatici, l'uso sostenibile delle risorse idriche (trattamento acque Joseph Egli) e la prevenzione dell'inquinamento di suoli e acque (stabilizzazione TEV Group e azzeramento lisciviazione).
- **Criteri Ambientali Minimi (CAM Edilizia):** I manufatti prefabbricati, i masselli ed i componenti per



REGIONE DEL VENETO

l'edilizia sviluppati dai partner garantiscono percentuali di contenuto riciclato nettamente superiori alle soglie minime di legge, offrendo un vantaggio competitivo decisivo negli appalti pubblici.