

# RECUPERO DI RISORSE DA RIFIUTI NEL QUADRO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE

Alessandro Abbà

Le sfide del futuro, la tutela del territorio e la transizione ecologica: Formazione e Ricerca nel DICATAM

1 Dicembre 2021

Alessandro Abbà, Recupero di risorse da rifiuti nel quadro dell'economia circolare



# VALORIZZAZIONE DI RISORSE DA RIFIUTI - 1

- **Recupero di rifiuti speciali nel settore delle costruzioni**



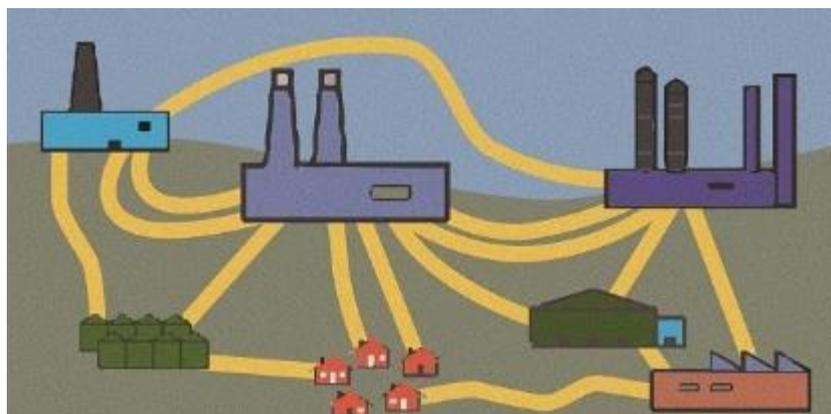
- **Valorizzazione degli scarti del comparto agricolo**



- **Recupero di nutrienti dai fanghi di depurazione**

# VALORIZZAZIONE DI RISORSE DA RIFIUTI - 2

- **Recupero dell'azoto dal digestato di reflui zootecnici mediante stripping**



- **Simbiosi industriale**

# RECUPERO DI RIFIUTI SPECIALI NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

## VERIFICARE L'IDONEITÀ TECNICA E AMBIENTALE AL RECUPERO DI RIFIUTI SPECIALI PER L'UTILIZZO NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

- **Recupero** di materiali che altrimenti andrebbero ad incrementare il volume delle discariche adibite al loro stoccaggio
- **Conservazione** dell'aggregato naturale, in quanto materia prima disponibile in misura non illimitata
- **Riduzione degli impatti generati dall'ambiente** dai processi di produzione degli aggregati naturali.



# AGGREGATI NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

## AGGREGATO NATURALE (AN)

Da **giacimenti naturali** o dalla frantumazione di rocce



## AGGREGATO RICICLATO (AR)

Da processi di recupero di **RIFIUTI DA COSTRUZIONE e DEMOLIZIONE (C&D)**



## AGGREGATO ARTIFICIALE (AI)

Da **impianti** di (esempi):

- Incenerimento di rifiuti solidi urbani (*ceneri pesanti*)
- Industrie di produzione di ferro e acciaio (*scorie siderurgiche*)
- Fonderie (*sabbie di fonderia*)



EER	DESCRIZIONE
10	Rifiuti provenienti da <b>processi termici (scorie di acciaieria)</b>
17	Rifiuti delle operazioni di <b>costruzione e demolizione</b>
19	Rifiuti prodotti da <b>impianti di trattamento dei rifiuti</b> , impianti di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonché dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale ( <b>scorie da incenerimento RSU</b> )

Decisione della Commissione 2014/955/UE

Le sfide del futuro, la tutela del territorio e la transizione ecologica: Formazione e Ricerca nel DICATAM

1 Dicembre 2021

Alessandro Abbà, Recupero di risorse da rifiuti nel quadro dell'economia circolare

# ESPERIENZE DI RICERCA

A partire dal 1997 sono state eseguite diverse attività di ricerca sperimentali aventi ad oggetto il tema della valorizzazione di rifiuti speciali come materiali nel settore delle costruzioni:

Attività/provenienza		Tipo rifiuto	Tipologia di recupero
Incenerimento rifiuti	Forni a griglia	<b>Ceneri pesanti e scorie (190112)</b>	Aggregati per calcestruzzo
		<b>Ceneri volanti (190113*)</b>	Aggregati per calcestruzzo
		<b>Polveri abbattimento fumi (190116)</b>	Legante per miscele cementizie (previa inertizzazione)
	Forni a letto fluido	<b>Sabbie esauste (190119)</b>	Aggregati per calcestruzzo
		<b>Ceneri pesanti e scorie (190112)</b>	Aggregati per calcestruzzo
Bonifica di siti contaminati		<b>Terre e rocce da scavo (170504)</b>	Aggregati per calcestruzzo
Impianti di depurazione acque reflue		<b>Fanghi dal trattamento reflui industriali (190814)</b>	Aggregati per calcestruzzo
		<b>Fanghi dal trattamento biologico reflui industriali (190812)</b>	Aggregati alleggeriti per il settore delle costruzioni
Demolizioni edifici		<b>Rifiuti da costruzione e demolizione (17....)</b>	Aggregati per calcestruzzo
Acciaieria/fonderie		<b>Scorie piombose (100401*)</b>	Aggregati per calcestruzzo
		<b>Polveri di abbattimento fumi da acciaieria (100208)</b>	Aggregati per calcestruzzo
			Legante per miscele cementizie (previa inertizzazione)
		<b>Sabbie di fonderie (161102)</b>	Aggregati per calcestruzzo
		<b>Scorie di acciaieria (100202)</b>	Costruzioni stradali
			Aggregati per calcestruzzo
<b>Scorie Waelz (100501)</b>	Filler per calcestruzzo		

Le sfide del futuro, la tutela del territorio e la transizione ecologica: Formazione e Ricerca nel DICATAM

1 Dicembre 2021

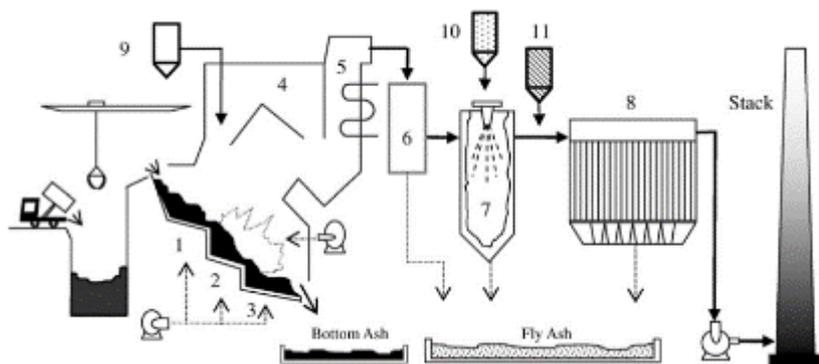
Alessandro Abbà, Recupero di risorse da rifiuti nel quadro dell'economia circolare



# MATERIALI ALTERNATIVI AGLI AGGREGATI NATURALI

## RIFIUTI C&D

56,8 milioni di tonnellate (41% RS)



Fonte: Chang et al., 2006

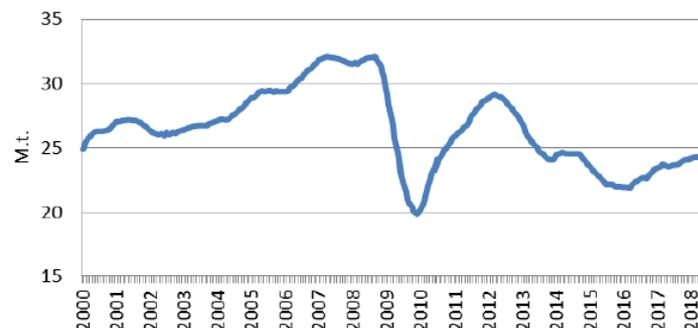
## RESIDUI DA INCENERIMENTO RSU

1,2 milioni di tonnellate di ceneri pesanti e scorie (ISPRA, 2018)

## Produzione di acciaio

(dati mensili, anno mobile)

Fonte: Federacciai, 2018



## SCORIE DI ACCIAIERIA

3,2 milioni di tonnellate

# METODOLOGIA DI LAVORO

- Caratterizzazione del rifiuto secondo la normativa ambientale e le normative tecniche di settore
- Verifica di conformità con i requisiti richiesti dalle norme (variabilità nel tempo)
- Nel caso le normative tecniche non impongano il rispetto di limiti, si cerca di confrontare il valore ottenuto con i valori tipici di materiali naturali
- Verifica delle prestazioni alla scala di laboratorio e reale
- Verifica delle prestazioni nel tempo (durabilità)

# NORMATIVE DI RIFERIMENTO

## NORMATIVA AMBIENTALE

- D.M. 5/2/1998  
→ ▪ D.M. 186/2006
- D.M. 161/2002
- D.Lgs 152/2006  
→ ▪ D.Lgs 4/2008  
▪ D.Lgs 128/2010  
▪ D.Lgs 205/2010



- Analisi chimica (P/NP)
- Contenuto di ossidi
- Test di **cessione**
- Test di **ecotossicità**

## NORMATIVA TECNICA

- UNI EN 13139 Aggregati per **malta**
- UNI EN 12620 Aggregati per **calcestruzzo**
- UNI EN 13043 Aggregati per **miscele bituminose**
- UNI EN 13055 **Aggregati leggeri** per calcestruzzi, malte e miscele bituminose
- UNI EN 13383 Aggregati per **opere di protezione**
- UNI EN 13450 Aggregati per **massicciate ferroviarie**
- UNI EN 13242 Aggregati per materiali legati e non legati con leganti idraulici per l'impiego in **opere di ing. civile**



- Requisiti geometrici
- Requisiti fisico-meccanici
- Requisiti chimici

# APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE

La caratterizzazione di rifiuti speciali, da utilizzare come aggregati riciclati in sostituzione (parziale o totale) di aggregati naturali, richiede sempre l'intervento di diversi professionisti provenienti da studi formativi differenti:

- ✓ Ingegneria sanitaria-ambientale
- ✓ Ingegneria civile
- ✓ Ingegneria dei materiali
- ✓ Geotecnica
- ✓ Chimica
- ✓ etc.



# UN ESEMPIO

## RECUPERO DI SCORIE DA INCENERIMENTO RSU PER IL CONFEZIONAMENTO DI CALCESTRUZZO

### BENEFICI:

- **Ambientali** → risparmio di risorse naturali
- **Riduzione** dei **volumi** di rifiuti da smaltire in **discarica**
- Inserimento sul mercato di **materiali alternativi** all'aggregato naturale

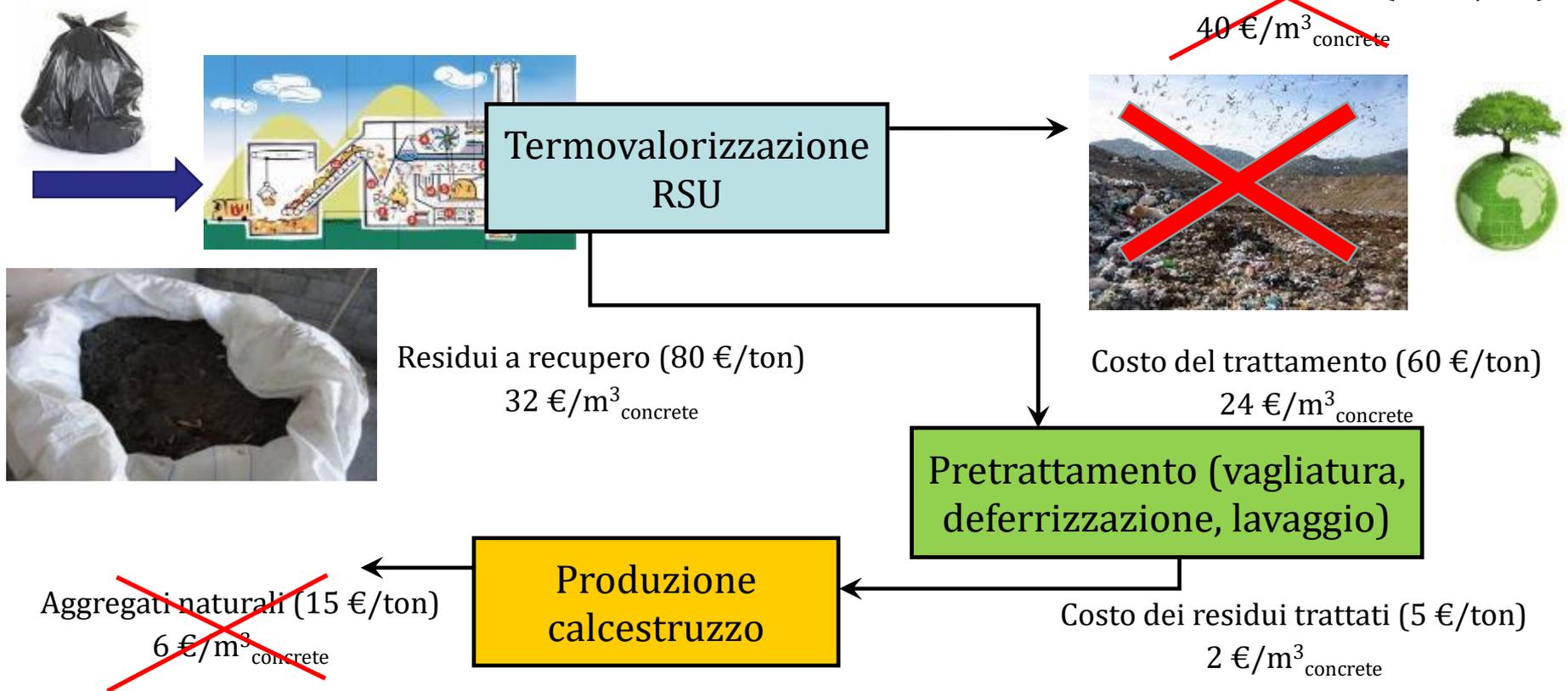
### ASPETTI CRITICI

- Necessità di **pretrattamenti** (deferrizzazione, lavaggio, ...) per ridurre il rilascio di inquinanti ed ottenere buone prestazioni del calcestruzzo

### OPPORTUNITÀ:

- Collaborazione tra **Università** ed **Industria**
- Studio di aspetti «pratici» e di ricerca in cui sia indispensabile **l'innovazione** → indubbia utilità per l'Industria
- Possibilità di operare a **scala reale** → indispensabile per la validazione dei risultati ottenuti a scala di laboratorio

**Confezionamento calcestruzzo con 400 kg/m<sup>3</sup> di scorie RSU lavate**



**Risparmio: 22 €/m<sup>3</sup> concrete**

Termovalorizzatore: 8 €/m<sup>3</sup> concrete  
 Piattaforma di trattamento residui: 10 €/m<sup>3</sup> concrete  
 Produttore calcestruzzo : 4 €/m<sup>3</sup> concrete



# PROGETTI E COLLABORAZIONI

## SCORIE incenerimento RSU

- **Dottorato di ricerca** «*Il recupero dei rifiuti speciali nel settore delle costruzioni: studio delle possibilità di recupero e valutazione dei meccanismi di lisciviazione*», finanziato da PBR Maclodio (Università di Pavia, Dottorando Alessandro Abbà) (2005-2008)

## RIFIUTI da COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

- **Dottorato di ricerca:** "*La caratterizzazione ambientale e tecnica dei Rifiuti da Costruzione e Demolizione e degli Aggregati Riciclati prodotti al fine dell'impiego nel calcestruzzo, nelle costruzioni stradali e nelle opere geotecniche*", finanziato dalle aziende Gruppo Gatti S.p.A., Esse Emme S.r.l. e Fasanini S.r.l. (Università di Brescia, Dottoranda Alessandra) (2018-2021)
- **Dottorato di ricerca:** "*Studio di soluzioni sostenibili per l'impiego di materiali di riciclo nel settore delle costruzioni*", finanziato da ANCE Brescia (Università di Brescia, Dottorando Andrea Piccinali) (2020-2023)

## SCORIE ACCIAIERIA

- **Dottorato di ricerca:** "*Valorizzazione dei rifiuti industriali, con particolare riferimento alle scorie di fonderia e acciaieria, come nuovi materiali per l'edilizia*", finanziato da ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) e da Regione Lombardia (Università di Brescia, Dottorando Alan Piemonti) (2019-2022)
- **Progetto** Eco-health waste B+Labnet Università di Brescia (2015-2020)

## SABBIE DI FONDERIA

- **Progetto** CARIPLO "New recycling process for the foundry sands: innovation aimed to get materials with high added value" (2021-2022)

## COLLABORAZIONE CON AZIENDE PRIVATE

Le sfide del futuro, la tutela del territorio e la transizione ecologica: Formazione e Ricerca nel DICATAM

1 Dicembre 2021

Alessandro Abbà, Recupero di risorse da rifiuti nel quadro dell'economia circolare



# Grazie per l'attenzione

**Le sfide del futuro, la tutela del territorio e la transizione ecologica: Formazione e Ricerca nel DICATAM**

1 Dicembre 2021

Alessandro Abbà, Recupero di risorse da rifiuti nel quadro dell'economia circolare

