

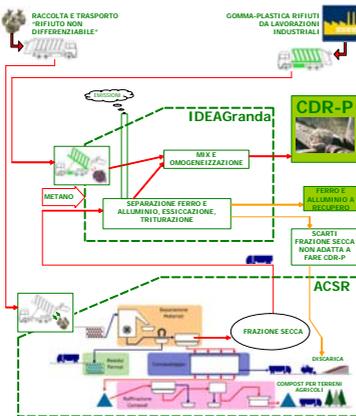


# Riduzione degli impatti ambientali nella produzione di cemento Portland mediante utilizzo di Combustibile da Rifiuti (CDR)

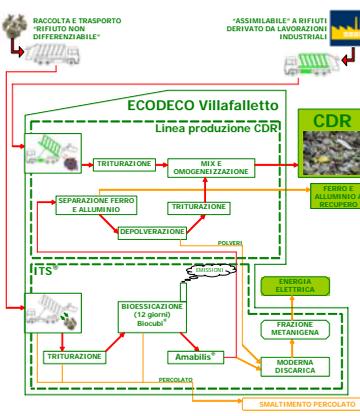
Giovanni Dotelli, Giacomo Cantarella, Luca Zampori

Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "G. Natta", Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano  
 e-mail: [giovanni.dotelli@polimi.it](mailto:giovanni.dotelli@polimi.it)

Il **Combustibile derivato Da Rifiuti (CDR)**, traduzione dell'acronimo inglese RDF (Refuse Derived Fuel), è un combustibile solido tritato secco ottenuto dal trattamento dei rifiuti solidi urbani. Nello stabilimento di Robilante sono impiegati due tipi di CDR provenienti da due diversi impianti di lavorazione dei rifiuti solidi urbani (RSU) situati nelle vicinanze: I.D.E.A. Granda ed Ecodeco (Villafalletto) che producono rispettivamente il CDR-Q (di qualità elevata) e il CDR normale, così classificati secondo la norma UNI 9903 (UNI-9903, 2004).



Schema di flusso dei rifiuti nel sistema ACSR + ideagranda



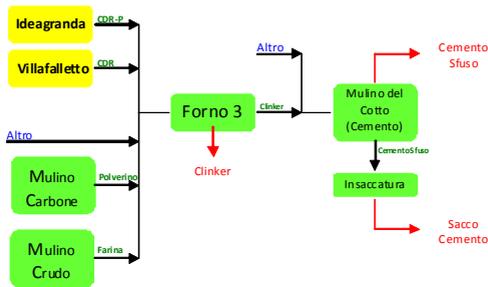
Schema di flusso dei rifiuti nel sistema Ecodeco di Villafalletto

Sottofase della 1ª parte della LCA	Risultato
Scopo LCA	Analizzare in modo approfondito processo di produzione del Cemento e mettere in luce i vantaggi apportati dalla parziale sostituzione del petcoke con combustibili alternativi.
Applicazione prevista	Analisi degli impatti e corretta allocazione degli impatti alla singola tonnellata di clinker, cemento o sacco di cemento prodotto; studio guida per LCA futuri.
Motivazioni	Interesse scientifico e tecnologico verso l'introduzione dei combustibili alternativi nel ciclo produttivo del cemento. Creazione di un documento trasparente che attribuisca gli opportuni carichi ambientali al cemento prodotto con e senza l'utilizzo di alternativi.
Pubblico	Politecnico di Milano, Buzzi-Unicem, esperti del settore ed enti pubblici.
Definizione del sistema	Insieme delle materie prime, dei combustibili e dell'energia e dei trasporti impiegati nel processo produttivo del Cemento. L'intera analisi è condotta in una logica "dalla culla al cancello".
Unità funzionale	- Una tonnellata di clinker prodotto; - Una tonnellata di cemento (Cem II/A-LL 42,5 R) sfuso; - Un sacco di cemento (Cem II/A-LL 42,5 R) da 25 kg.
Confini del sistema	<i>Geografici:</i> sono limitati agli stabilimenti, alle cave di materie prime e combustibili e agli spostamenti tra questi dei mezzi di trasporto. <i>Temporali:</i> Gen/Ago 2008 per il caso standard. Ott/Nov 2008 per il caso a Zero Alternativi.

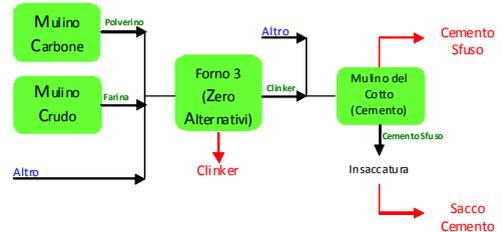
## Interconnessioni tra le unità di processo

caso Standard

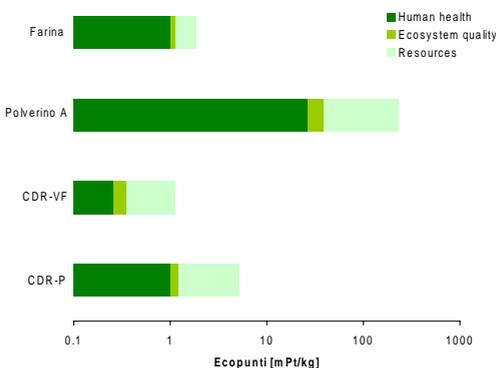
■ unità di processo esterne alla cementeria  
 ■ unità di processo interne alla cementeria  
 ■ unità funzionali



caso Zero Alternativi



## Risultati



Combustibile	PCI [kcal/kg]	Massa equivalente al PCI del polverino [kg/kg polverino]	Massa equivalente al PCI del petcoke [kg/kg Petcoke]
Polverino A	8082.25	1	0.94
Petcoke	7585.50	1.07	1
Olio Comb. Denso	9675.00	0.83	0.78
<b>CDR Villafalletto</b>	<b>4349.82</b>	<b>1.86</b>	<b>1.74</b>
<b>CDR-P</b>	<b>4688.00</b>	<b>1.72</b>	<b>1.62</b>
Farine animali	4230.39	1.91	1.79

Poteri calorifici inferiori dei combustibili utilizzati al Forno 3 dello stabilimento di Robilante (valore medio anno 2008).

	Eco-Indicator 99 E/E [Pt]		GWP 100 [kg CO <sub>2</sub> eq/ton]	
	S	ZA	S	ZA
<b>1 ton Clinker scuro</b>	30.7	41.7	958	1040
<b>1 ton Cem II/A-LL 42,5 R sfuso</b>	28.0	37.6	856	929
<b>40 sacchi da 25 kg di Cem II/A-LL 42,5 R sfuso [1 ton]</b>	29.1	38.6	850	923

confronto tra i due scenari con 5 diversi ecoindicatori su una tonnellata di clinker

Ecoindicatore	UM	Standard (S)	Zero alternativi (ZA)	Rapporto (S/ZA) in punti %
Eco-Indicator 99 E/E	Pt	30.7	41.7	73.6
Eco-Indicator 99 I/I	Pt	29.1	33.1	87.9
Eco-Indicator 99 H/H	Pt	43.6	61.4	71.0
Impact 2002+	Pt	191	232	82.3
GWP100	kgCO <sub>2</sub> eq	0.957	1.04	92.0