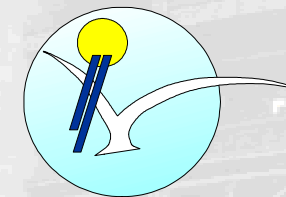




Consiglio Nazionale delle Ricerche
ISTITUTO SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO



Roma, 3 luglio 2006

Il co-incenerimento di rifiuti negli impianti di produzione del cemento

Dr. Mauro Rotatori
CNR - IIA

Il co-incenerimento di rifiuti negli impianti di produzione del cemento



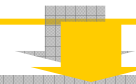
Nel ciclo di produzione del cemento, conformemente alle vigenti disposizioni normative nazionali e comunitarie,

si possono utilizzare e valorizzare sostanze e materiali derivanti da altri processi produttivi e di consumo



come:

- Apportatori di materia
- Combustibili di sostituzione



Co-incenerimento dei rifiuti nei forni di cottura del cemento

L'utilizzo di alcuni rifiuti nell'alimentazione dei forni di cottura è possibile grazie alla tipicità del processo produttivo del cemento:

il forno è identificabile come un vero e proprio reattore chimico che permette la decomposizione delle molecole e la distruzione dei composti organici, consentendo nel contempo il recupero energetico



Caratteristiche tecniche di forni da cemento che consentono di bruciare rifiuti in condizioni di sicurezza

- ✓ **processo fortemente basico e ossidante (elevato tenore di ossigeno)**
- ✓ **alte temperature (tra 2000°C e 850°C per i gas; tra 1450°C e 850°C per il materiale presente nel forno)**
- ✓ **elevati tempi di permanenza nel forno (> 20 sec.) (lungo contatto tra materiali e gas esausti)**
- ✓ **elevata inerzia termica del sistema per la presenza del materiale incandescente in caso di interruzione del combustibile**
- ✓ **sostanza organica (frazione combustibile) significativamente combusta**
- ✓ **forte turbolenza dei fumi**
- ✓ **Ceneri completamente incorporate nel clinker**
- ✓ **Compatibilità dei rifiuti come combustibili con i consumi specifici, il regime di produzione, la frequenza di interventi manutentivi e operativi, la durata refrattari, la frequenza del numero di fermate**

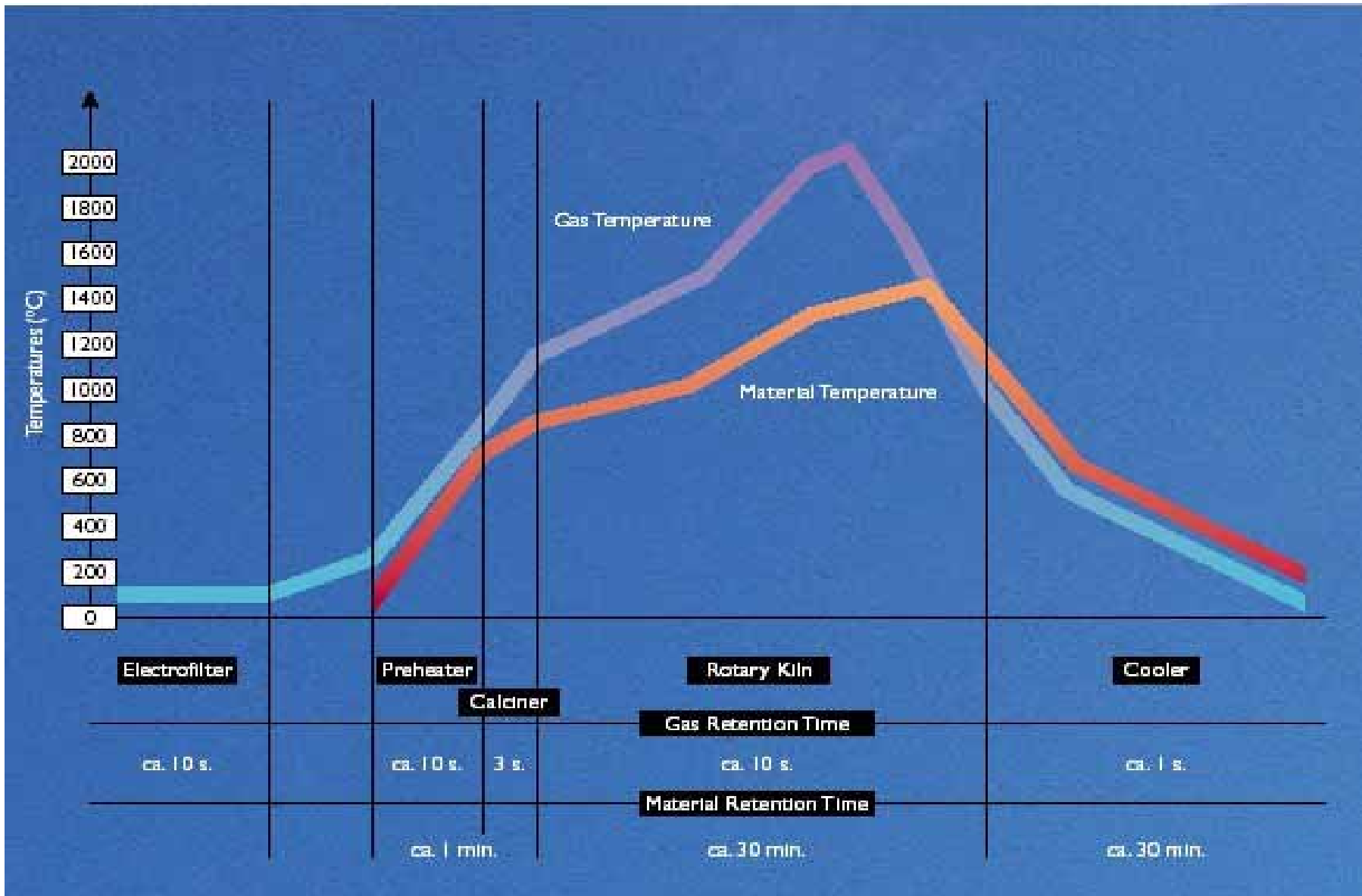
Il co-incenerimento di rifiuti negli impianti di produzione del cemento

→ L'utilizzo di combustibili non convenzionali nei forni da cemento è una pratica largamente in uso in numerosi paesi (Germania, Stati Uniti, Austria, Svizzera, Belgio, Olanda, Giappone e Francia), e da diversi anni anche in Italia.

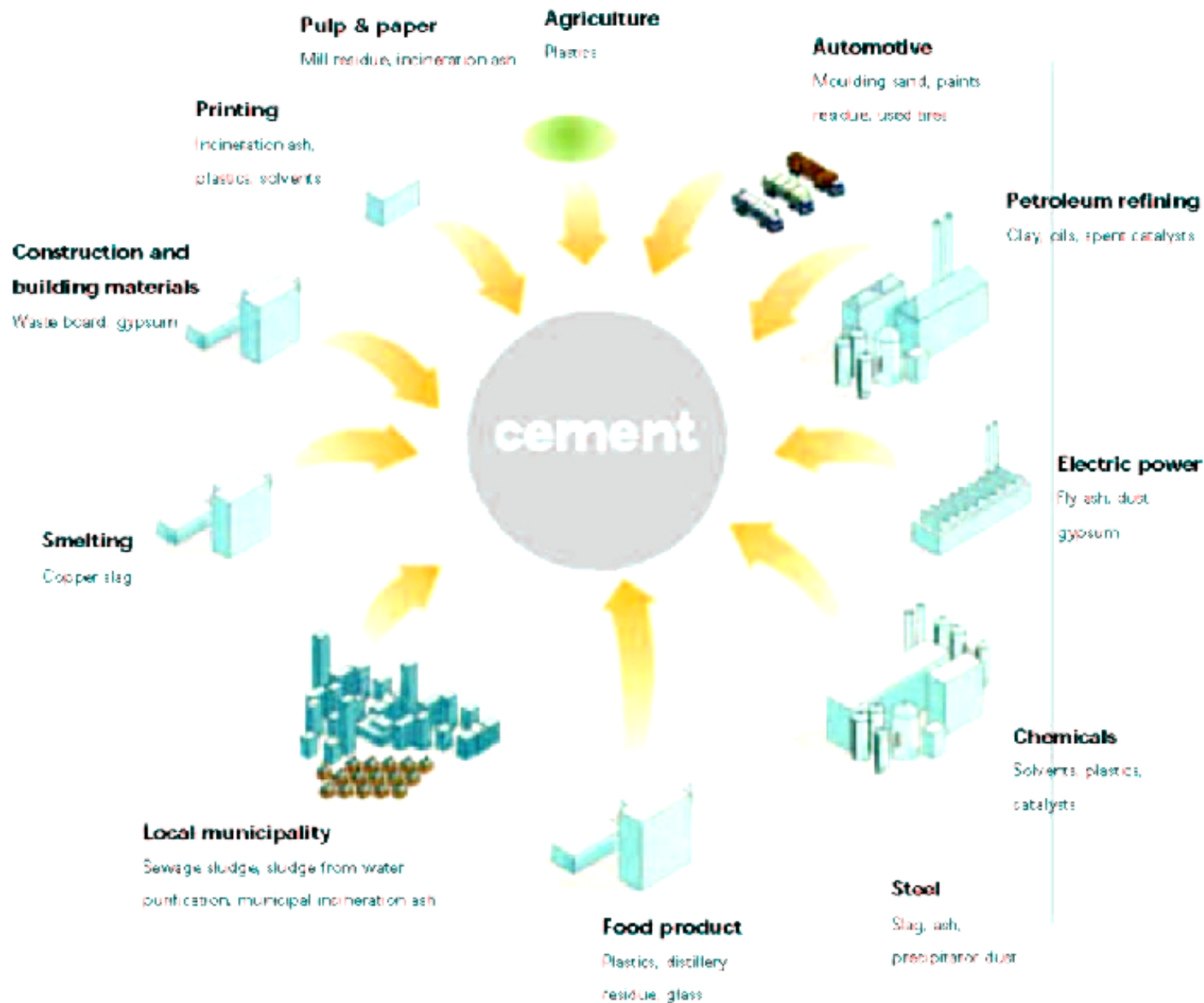
→ La percentuale di sostituzione dei rifiuti come combustibili nell'industria del cemento italiana è ancora bassa rispetto a quelle di altri Paesi Europei (Olanda, Norvegia, Germania, Francia, ecc.), ma le caratteristiche tecnologiche dei forni da cemento italiani consentirebbero il recupero energetico di rifiuti, con percentuali simili a quelle registrate da Germania (31%) e Francia (30%).

→ Le principali tipologie di combustibili alternativi utilizzati nei forni da cemento in Europa e USA sono rappresentate da olii esausti ed emulsioni oleose, solventi organici, vernici, colle e similari, CDR – Combustibile Derivato da Rifiuti, plastiche e resine non clorurate, pneumatici, gomme, farine animali.

Caratteristiche tecniche dei forni da cemento



sostanze e materiali derivanti da altri processi produttivi e di consumo che si possono utilizzare nei forni da cemento




Valori limite di emissione in atmosfera per i forni da cemento che coinceneriscono rifiuti

Il D. Lgs. n. 133 del 11 maggio 2005 "Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti" stabilisce delle speciali disposizioni per il co-incenerimento di rifiuti nei forni da cemento (Allegato 2, punto 2). Esso fissa per i cementifici che utilizzano rifiuti i seguenti valori limite di emissione in atmosfera:

Inquinante		Limite emissione (mg/Nm ³) (gas secchi al 10% di O ₂)
Polveri totali		30 (fino al 01/01/08 l'Autorità comp. può autorizzare fino a 50 mg/Nm ³ se la quantità di rifiuti è < 3 t/h)
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori, espresse come carbonio organico totale (TOC)		10
Composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapore, espressi come HCl		10
Composti inorganici del fluoro sotto forma di gas o vapore, espressi come HF		1
Ossidi di zolfo espressi come biossido di zolfo (SO ₂)		50
Ossidi di azoto espressi come biossido di azoto (NO ₂)	Per gli impianti esistenti	800 (fino al 01/01/08 l'Autorità comp. può autorizzare fino a 1200 mg/Nm ³ per forni a umido se la quantità di rifiuti è < 3 t/h)
	Per i nuovi impianti	500
Cadmio + Tallio (Cd+Tl)		0,05
Mercurio (Hg)		0,05
Tot. altri metalli pesanti		0,5
Diossine/Furani (PCDD/F)		0,1 ng/Nm ³ TEQ
I.P.A.		0,01
Monossido di carbonio (CO)		stabilito dall'autorità competente

Valori limite di emissione in atmosfera per i forni da cemento che coinceneriscono rifiuti

Limiti indipendenti dal quantitativo e dalla tipologia di rifiuti utilizzati (a differenza delle precedenti normative di settore, e a differenza di altri impianti di co-incenerimento, per i quali si applica la “formula di miscelazione” )

I valori sono esattamente gli stessi dell'incenerimento, ad eccezione di Polveri e NO₂

I cementifici prevedono sistemi di abbattimento di polveri e gran parte delle polveri abbattute vengono rinviate all'alimentazione del forno





La formazione di NOx dipende dalla presenza di azoto nell'aria di combustione e dalle alte temperature di processo, e non dal combustibile utilizzato

Per COT ed SO₂ l'autorità competente può autorizzare deroghe nei casi tali emissioni non siano generate dall'attività di incenerimento dei rifiuti

Per il CO i valori limite totali di emissione sono stabiliti dall'autorità competente.

Le emissioni di tali inquinanti non dipendono dall'impiego di rifiuti ma provengono dalle materie prime

Vantaggi ambientali legati alla co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

- **Risparmio di risorse naturali** 
- **Riduzione del consumo di combustibili fossili primari (carbone, olio e gas)** 
- **Riduzione delle emissioni totali** 
- **Nessuna produzione di ulteriori scarti** 

Vantaggi ambientali legati alla co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

- **Risparmio di risorse naturali**



I residui provenienti da altri processi industriali sono utilizzabili nella miscela cruda di alimentazione del forno o come costituenti secondari dei cementi, consentendo di risparmiare materie prime



Vantaggi ambientali legati alla co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

- **Risparmio di combustibili fossili (carbone, olio, gas)**

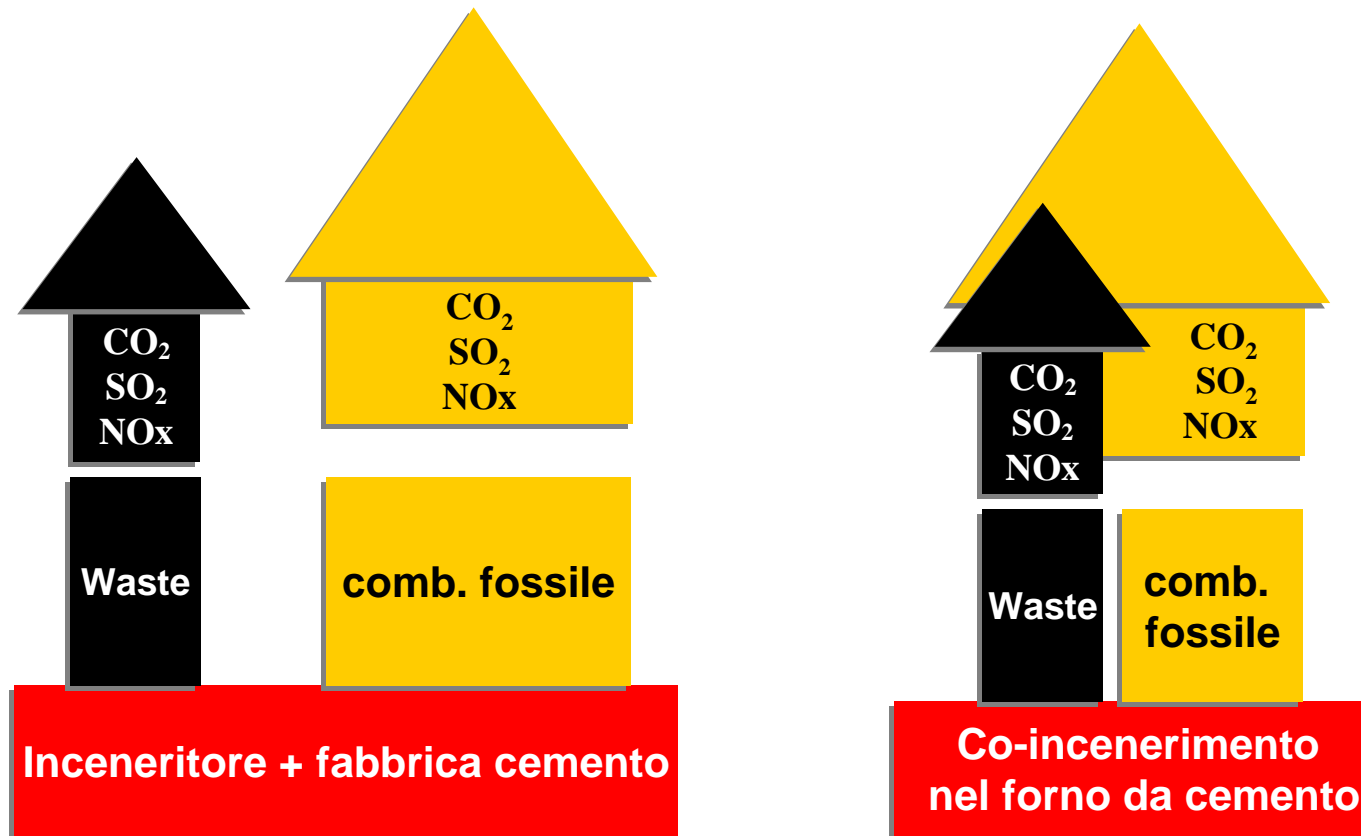


**L'energia termica fornita dai residui
sostituisce quella risparmiata in
combustibili tradizionali**

Vantaggi ambientali legati alla co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

• Riduzione delle emissioni totali

L'uso di rifiuti come combustibili contribuisce all'abbassamento di emissioni di gas serra, sostituendo combustibili fossili con materiali che dovrebbero comunque essere inceneriti: il co-incenerimento di una certa quantità di rifiuti nei forni da cemento sottrae all'incenerimento la stessa quantità in appositi impianti, evitando emissioni aggiuntive



Vantaggi ambientali legati al co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

• Riduzione delle emissioni totali

- Un cementificio che utilizza rifiuti ha dei limiti di emissione in atmosfera più bassi rispetto alla marcia normale

in particolare per:

microinquinanti organici (diossine e furani)

I limiti del D. Lgs. 133 per tali inquinanti (0,1 ng/m³ TEQ) possono essere raggiunti anche con combustibili fossili convenzionali

anche se la portata di gas in uscita da un cementificio è più grande di quella di un inceneritore, viene richiesto un valore limite di concentrazione di PCDD/F più basso rispetto alla marcia normale, il che rappresenta un miglioramento delle prestazioni ambientali di un cementificio

inoltre, anche se spesso i cementifici non sono provvisti di sistemi di abbattimento di PCDD/F, la formazione di tali microinquinanti è scoraggiata dalla presenza del calcare (materia prima) che blocca nel reticolo il cloro presente, evitando i processi di clorurazione

microinquinanti inorganici (metalli)

i metalli vengono per la maggior parte incorporati nel clinker (As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, Se, V)

I metalli più volatili (Hg, Ta) non vengono incorporati nel clinker allo stesso modo degli altri metalli e devono essere controllati all'emissione (limiti molto bassi, es. 0,05 mg/m³ per il Hg)



Vantaggi ambientali legati alla co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

- **Nessuna produzione di ulteriori scarti, a differenza degli inceneritori**



**Nessuna
produzione
di residui
solidi**



**polveri e scorie vengono rinviate
all'alimentazione del forno**

**Nessuna
produzione di
residui liquidi**



**l'acqua di processo evapora, e nel
caso di impiego di un sistema di
abbattimento ad umido, in genere
l'acqua di lavaggio viene
recuperata e i fanghi inviati
all'alimentazione**



Vantaggi legati al co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento

Inoltre:



- **il processo è sempre sotto controllo in continuo**
- **la qualità del prodotto finale (cemento) deve sempre essere garantita (norma armonizzata UNI EN 197-1)**
- **L'utilizzo dei forni di cemento esistenti per il co-incenerimento di rifiuti può fornire un significativo contributo alla loro eliminazione (pari al 15-20% del totale da destinarsi a incenerimento)**
- **Inoltre la distribuzione delle cementerie è uniforme sul territorio nazionale**

Controllo del processo

Processo di co-incenerimento dei rifiuti nei forni da cemento:

- 1. Manipolazione dei rifiuti**
 - **Trasporto e stoccaggio**
 - **Controllo umidità, odore, stabilità, ecc**
 - **Eliminazione delle parti indesiderate**
- 2. Controllo ed Analisi in accettazione**
- 3. ossidazione di C e H (intima miscela di combustibili)**
 - **Rifiuti Liquidi: nebulizzazione**
 - **Rifiuti Solidi: macinazione e omogeneizzazione**
- 4. Dosaggio al bruciatore**
- 5. Controllo ed analisi delle emissioni**
- 6. Controllo ed analisi sul prodotto**

Tutti gli stadi del processo sono sottoposti a costanti controlli al fine di garantire una buona efficienza del processo e la qualità del prodotto finale

- **Controllo delle operazioni del forno**
- **Monitoraggio in continuo delle emissioni**
- **Sistemi di abbattimento e di gestione sottoposti a regolari e continue revisioni**

Controllo del prodotto

Le proprietà tecniche ed ambientali del cemento non cambiano se nel processo di produzione vengono impiegati rifiuti

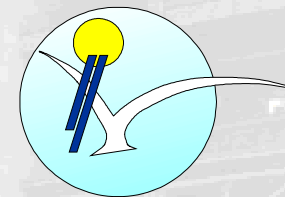
Alcuni studi (pubblicati da Cembureau – Associazione Europea del Cemento) dimostrano che i rilasci di metalli dai composti del cemento sono molto bassi (al limite della rilevabilità del metodo di misura), indipendentemente dal tipo di combustibile utilizzato per la produzione del clinker: le quantità misurate sono spesso non misurabili o significativamente basse



L'eventuale presenza di metalli nei prodotti fabbricati a partire dal clinker non costituisce comunque un problema, in quanto essi verrebbero chimicamente fissati durante la reazione alcalina all'interno del reticolo del prodotto. Tale legame comporta una bassa capacità di rilascio di metalli (grazie anche alla densità e alla bassa permeabilità dei prodotti)



Consiglio Nazionale delle Ricerche
ISTITUTO SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO



Roma, 3 luglio 2006

**Grazie per la vostra
attenzione!**