



EFFICIENZA DELLE OPERAZIONI DI RECUPERO R1: L'INCENERIMENTO ALLA LUCE DELLA Dir. 2008/98/CE

Francesco Di Maria

**Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università di Perugia**

C.T. ATIA ISWA ITALIA

**“La produzione del CDR ed il suo utilizzo in co-combustione”
Venezia 13-14 Maggio 2011**



OPERAZIONI DI RECUPERO R1 (All. II Dir. 2008/98/CE; All. C, D. Lgs. 205/10): PRODUZIONE CDR IN ITALIA

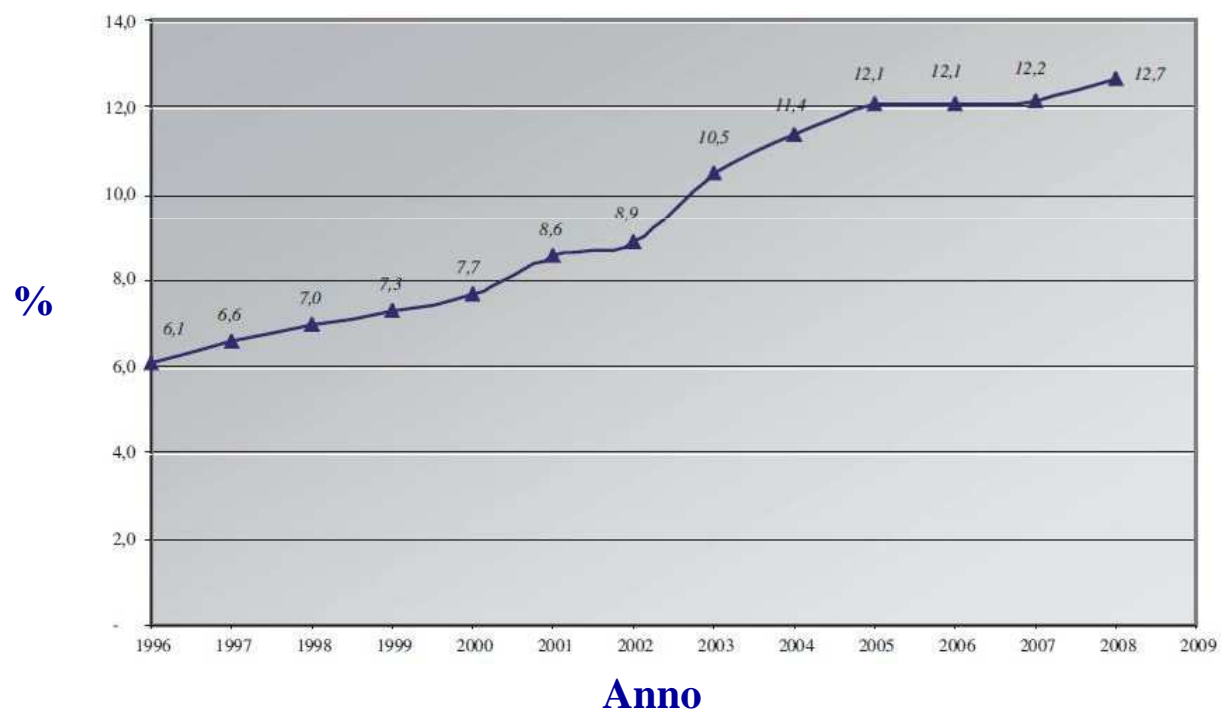
- **Impianti autorizzati: 64**
- **Potenzialità autorizzata: 6.742.800 t/anno**
- **CDR prodotto (2008): 862.096 t**
- **CDR a R1 (2008): 235.073 t**

Circa 630.000 t/anno di CDR prodotto ed inviato ad incenerimento (D10)



INCENERIMENTO DI RU E CDR IN ITALIA (1)

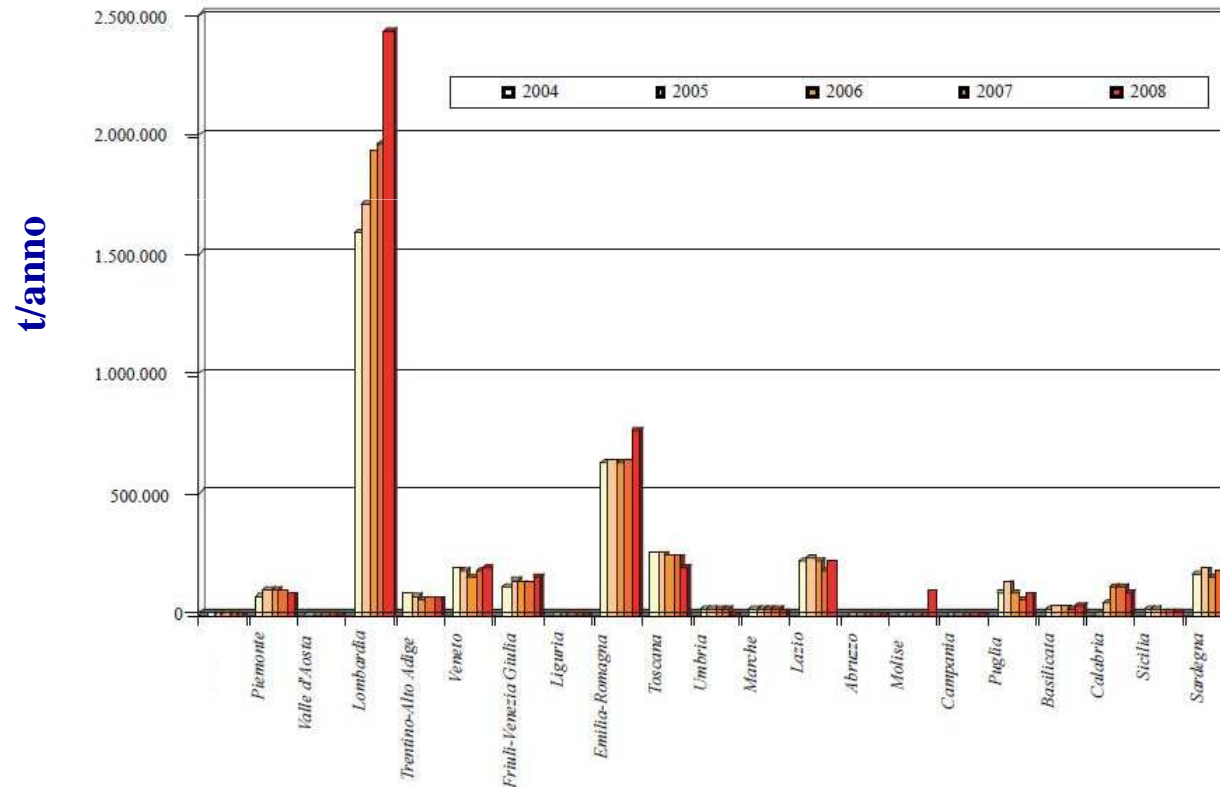
RU e CDR inviati ad incenerimento sul totale dei rifiuti





INCENERIMENTO DI RU E CDR IN ITALIA (2)

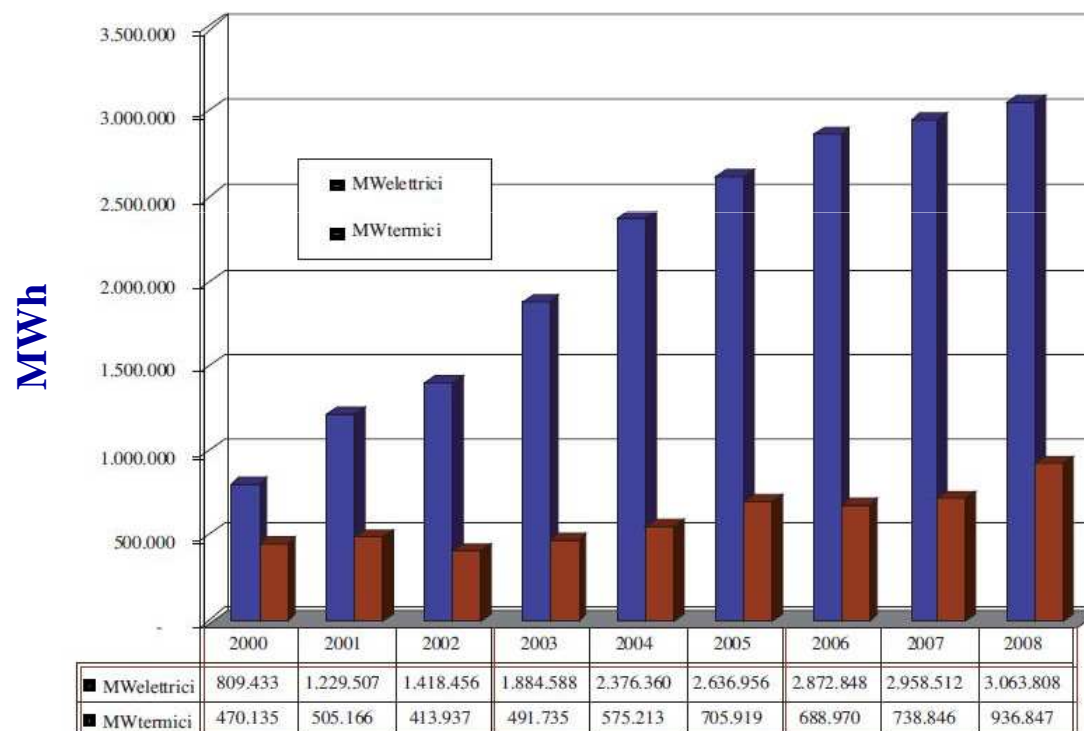
RU e CDR inviati ad incenerimento per regione





INCENERIMENTO DI RU E CDR IN ITALIA (3)

Energia elettrica e termica prodotta dagli inceneritori





EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI INCENERIMENTO (1)

La “ Pl_{ef} formula” (Allegato 10.4.5 dell’IPPC, agosto 2006)

$$Pl_{ef} = \frac{[O_{exp} - (E_f + E_{imp})]}{E_f + E_{imp} + E_{circ}}$$

E_f = energia fornita annualmente all’impianto sottoforma di combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore

E_{imp} = energia annualmente importata dall’impianto con esclusione di quella fornita come rifiuto

E_{circ} = energia annualmente ricircolata (prodotta dall’impianto ma utilizzata per usi interni allo stesso, trattamento fumi, pompe, elettricità,...)

O_{exp} = energia annualmente esportata (calore ed elettricità)



EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI INCENERIMENTO (2)

L'energia elettrica e quella termica vanno moltiplicate per i rispettivi coefficienti di equivalenza 2.6 e 1.1.

I combustibili utilizzati (E_f) hanno coefficiente di equivalenza 1.

$$\text{Se } Pl_{ef} = \frac{[O_{\text{exp}} - (E_f + E_{\text{imp}})]}{E_f + E_{\text{imp}} + E_{\text{circ}}} > 1$$

l'impianto produce più energia rispetto a quella che utilizza (escludendo il contributo dei rifiuti) **→ RECUPERA ENERGIA DAI RIFIUTI**



EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI INCENERIMENTO (3)

La “ $\eta_b(97\%)$ formula” (Allegato 10.4.4 dell’IPPC, agosto 2006)

$$\eta_b(97\%) = \left(\frac{E_{h/st}}{0,97 * (E_f + E_w)} \right) * 100$$

0,97 = coefficiente che tiene conto delle perdite per irraggiamento e incombusti

E_f = energia fornita annualmente all’impianto sottoforma di combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore

E_w = energia fornita dai rifiuti

$E_{h/st}$ = energia prodotta dalla caldaia sottoforma di calore/vapore.



EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI INCENERIMENTO (4): Efficienza Energetica – “R1-formula”

La “R1–formula” (All. II Dir. 2008/98/CE; All. C D.Lgs. 205/10)

$$\text{Efficienza Energetica} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 * (E_w + E_f)}$$

$P_{ef} = \frac{Q_{exp} - (E_f + E_{imp})}{E_f + E_{imp} + E_{circ}}$

$$\eta_b(97\%) = \left(\frac{E_{h/st}}{0,97 * (E_f + E_w)} \right) * 100$$

E_p = energia lorda recuperata (Gj/anno)

E_f = energia fornita da combustibili (non rifiuti) che contribuisce alla produzione di vapore (Gj/anno)

E_i = energia importata esclusa E_w e E_f (Gj/anno)

E_w = energia fornita dai rifiuti trattati calcolata con riferimento al potere calorifico (Gj/anno)



EFFICIENZA ENERGETICA R1: Linee guida per il calcolo della “R1-formula” (Commissione Europea 04.2011) (1)

CIRTERI GENERALI

1. Impianti a cui si può applicare:

L'allegato II della Dir. 2008/98/CE indica chiaramente che la “R1-formula” si applica ad impianti di incenerimento di Rifiuti Solidi Urbani ed assimilati. L'eleggibilità dell'impianto all'applicazione della “R1-formula” dipende dalla classificazione dell'inceneritore fatta nell'autorizzazione. L'autorizzazione deve rispettare la WID (2000/76/EC), rispettare la IPPC (2008/1/EC) o quantomeno le BREF per WI. Sono esclusi gli impianti classificati per l'incenerimento di RP e quelli di co-incenerimento.

2. Rifiuti ammissibili:

Rifiuti urbani ed assimilati, con esclusione di quelli provenienti da raccolte differenziate (20 01) e quelli da manutenzione verde (20 02). Se l'autorizzazione dell'impianto rispetta la WID (2000/76/EC; D. Lgs. 133/05) e, se applicabile la IPPC & BREF per WI, tutti i rifiuti autorizzati possono essere ammissibili, anche quelli pericolosi.



EFFICIENZA ENERGETICA R1: Linee guida per il calcolo della “R1-formula” (Commissione Europea 04.2011) (2)

CRITERI GENERALI

3. Confini del sistema per l’applicazione della “R1-formula”:

Il calcolo della “R1-formula” deve essere effettuato con riferimento alle parti essenziali quali il forno, la caldaia, il sistema di trattamento fumi, il sistema di trasformazione/recupero dell’energia (Turboalternatore, scambiatore per teleriscaldamento) presenti nell’autorizzazione (BREF Annex 10.4.1).

4. Pre e post trattamenti, processi esterni all’area autorizzata:

I pre ed i post trattamenti effettuati sul rifiuto in ingresso e sulle scorie, ceneri, non devono essere considerati a meno di mere operazioni di triturazione per consentire la combustione di rifiuti grossolani. Tutte le ulteriori operazioni o utilizzi energetici effettuati al di fuori del perimetro dell’autorizzazione dell’impianto non possono essere inclusi nel calcolo della “R1-formula”. Autorizzazioni di impianti esistenti non possono essere modificate per migliorare o diventare ammissibili ai fini della “R1-formula”.



EFFICIENZA ENERGETICA R1: Linee guida per il calcolo della “R1-formula” (Commissione Europea 04.2011) (3)

CRITERI SPECIFICI - Calcolo dei singoli fattori di flusso energetico

Coefficienti di equivalenza:

- a) Calore: 1,1 ($\eta_t=91\%$);
- b) Elettricità: 2,6 ($\eta_e=38\%$)

1. E_p (Gj/anno).

Rappresenta l'energia termica ed elettrica lorde prodotte dall'impianto. Ovvero è la somma dell'energia esportata verso l'esterno e di quella utilizzata per il funzionamento dell'impianto (trattamento fumi, pompe, pre-riscaldamento aria, ..). Il calore può essere considerato solo se è comprovato un uso commerciale dello stesso, sia per usi esterni che interni al perimetro dell'autorizzazione. Eventuali reflui termici devono essere sottratti a quelli prodotti nella misura in cui riducono la produzione di energia. Eventuali usi inefficienti esterni all'impianto dell'energia da questo prodotta non influiscono sul termine E_p .



EFFICIENZA ENERGETICA R1: Linee guida per il calcolo della “R1-formula” (Commissione Europea 04.2011) (4)

CRITERI SPECIFICI - Calcolo dei singoli fattori di flusso energetico

2. E_f (Gj/anno).

Rappresenta l'energia su base annua introdotta nell'impianto mediante combustibili (non rifiuti) (fossili o biomasse), che contribuiscono alla produzione di vapore. Sono utilizzati nella fase di avvio, conteggiando il loro quantitativo dal momento in cui il generatore di vapore è connesso alla rete di distribuzione fino al raggiungimento della temperatura minima di esercizio; nella fase di spegnimento fino al momento in cui il generatore di calore viene disconnesso dalla rete di distribuzione del vapore e quando è necessario sostenere il livello termico minimo in camera di combustione/post-combustione (850 °C).



EFFICIENZA ENERGETICA R1: Linee guida per il calcolo della “R1-formula” (Commissione Europea 04.2011) (5)

CRITERI SPECIFICI - Calcolo dei singoli fattori di flusso energetico

3. E_i (Gj/anno).

Rappresenta l'energia su base annua importata dall'impianto escludendo E_w e E_f .

Consiste in elettricità ed altre forme di energia (vapore o acqua calda) comprendendo i combustibili (fossili o biomasse) utilizzati durante le fasi di avvio e di spegnimento del generatore, quando questo non è connesso alla rete di distribuzione del vapore. I reflui termici devono essere sottratti ad E_p e non inclusi in E_i .

4. E_w (Gj/anno).

Rappresenta l'energia annua contenuta nei rifiuti trattati, calcolata usando il NCV dei rifiuti. Il calcolo del NCV deve essere eseguito mediante bilanci energetici effettuati su periodi temporali sufficientemente lunghi (FDBR 04/2000) o mediante altri metodi (BREF 2.4.2.1, annex 10.4.2).



EFFICIENZA ENERGETICA R1: Linee guida per il calcolo della “R1-formula” (Commissione Europea 04.2011) (6)

Valori soglia per la “R1–formula” (All. II Dir. 2008/98/CE; All. C D.lgs. 205/10)

$$\text{SE } \text{EnergyEfficiency} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 * (E_w + E_f)} \geq 0,6 / 0,65 \quad \rightarrow \text{R1}$$

0,60 (per impianti funzionanti ed autorizzati prima del 01/01/2009)

0,65 (per impianti autorizzati dopo il 31/12/2008)

Incenerimento dei RSU da D10 a R1



VANTAGGI CONNESSI ALLO STATUS R1 (1)

- 1) Facilitazioni autorizzazione ricevimento spedizione rifiuti;**
- 2) Le autorizzazioni concernenti l'incenerimento o il co-incenerimento con recupero di energia sono subordinate alla condizione che il recupero avvenga con un livello elevato di efficienza energetica (art. 23 comm. 4, Dir. 2008/89/CE);**
- 3) Ottenimento incentivi economici, sgravi fiscali;**



VANTAGGI CONNESSI ALLO STATUS R1 (2)

R1 – Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia (All. II Dir. 2008/98/CE; All. C D.Lgs. 205/10).

Definizione di recupero, Art. 3, comm. 15) Dir. 2008/98/CE – Art. 10 D.Lgs 205/10 lett. r):

“Qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, **sostituendo altri materiali** che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all’interno dell’impianto o nell’economia in generale” (All. II-C).

4) Recupero di materia (Regione Lombardia d.d.g. 12868/08 e d.g.r. N.8/10619 25/11/2009);



ASPETTI PARTICOLARI DELLA “R1-formula”: considerazioni energetiche (1)

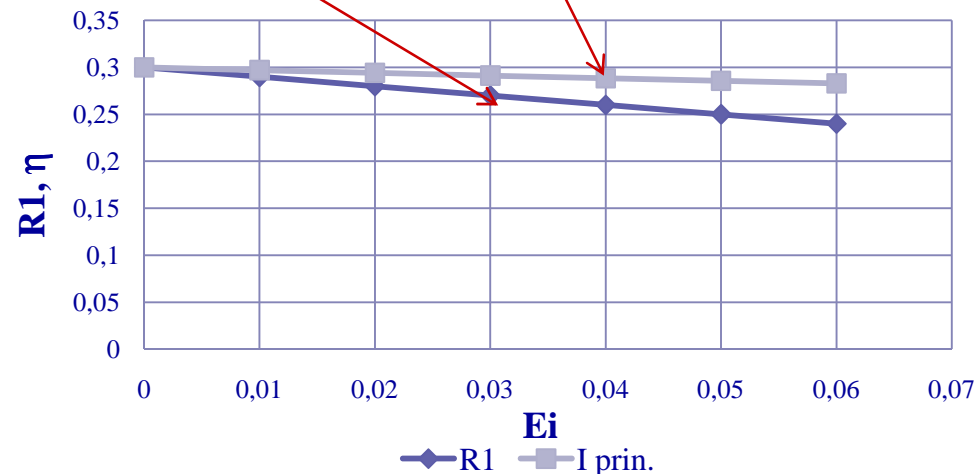
Rendimento termodinamico (I principio)

$$\text{EnergyEfficiency} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 * (E_w + E_f)}$$

Doppia penalizzazione

$$\eta = \frac{E_{p,netta}}{E_w + E_f + E_i}$$

- 1) Rigore scientifico;
- 2) Confronto Elettricità Calore;
- 3) Maggiore penalizzazione importazioni di energia.



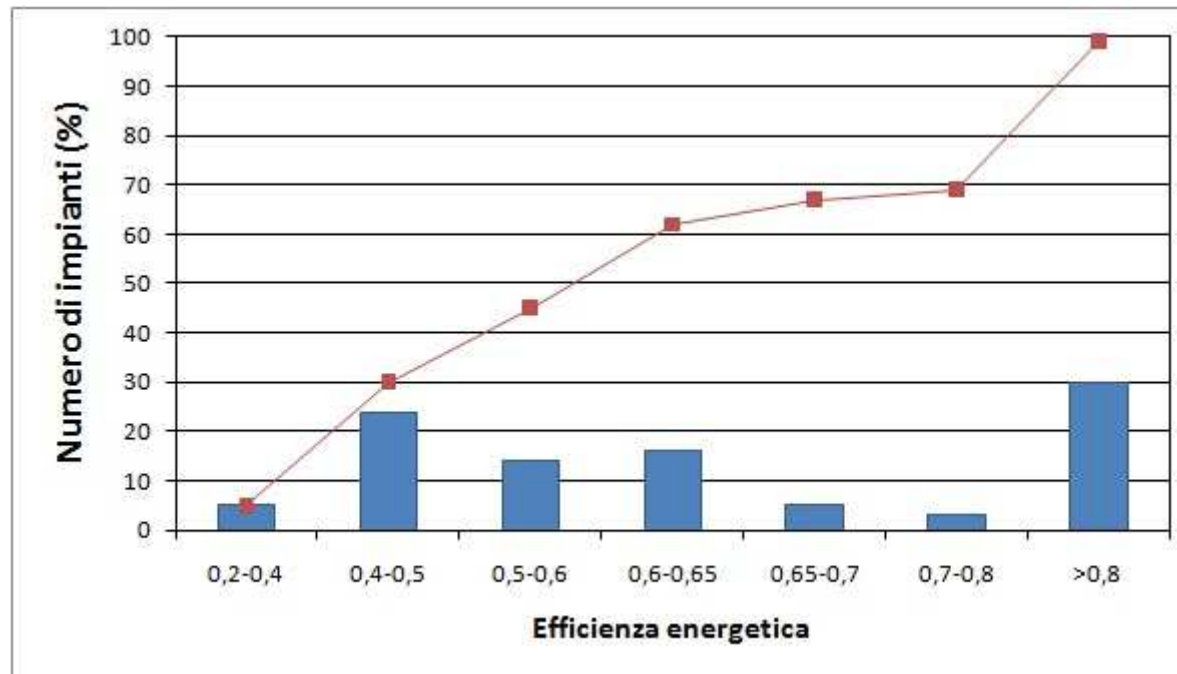


ASPETTI PARTICOLARI DELLA “R1-formula”: ulteriori considerazioni (2)

- 1) R1 applicabile a tutti i rifiuti trattati, indipendentemente dal PCI (ECJ C-228/00)**
- 2) Rischio di instaurare la tendenza di inviare ad incenerimento in impianti per RU quantitativi più o meno elevati di RP, pur non essendo questi generalmente dotati delle BAT previste per l’incenerimento dei RP.**
- 3) La procedura di calcolo dell’ E_p non penalizza impianti con elevati autoconsumi;**
- 4) Adeguamento al progresso tecnologico (Art. 38 comm.2, Dir. 2008/98/CE);**
- 5) Influenza delle condizioni climatiche (Art. 38 comm.1, Dir. 2008/98/CE) (Commissione 29.07.2010; CEWEP);**
- 6) La formulazione dell’”Efficienze Energetica” sembra essere stata fatta prendendo in considerazione come processo di riferimento la combustione diretta.**



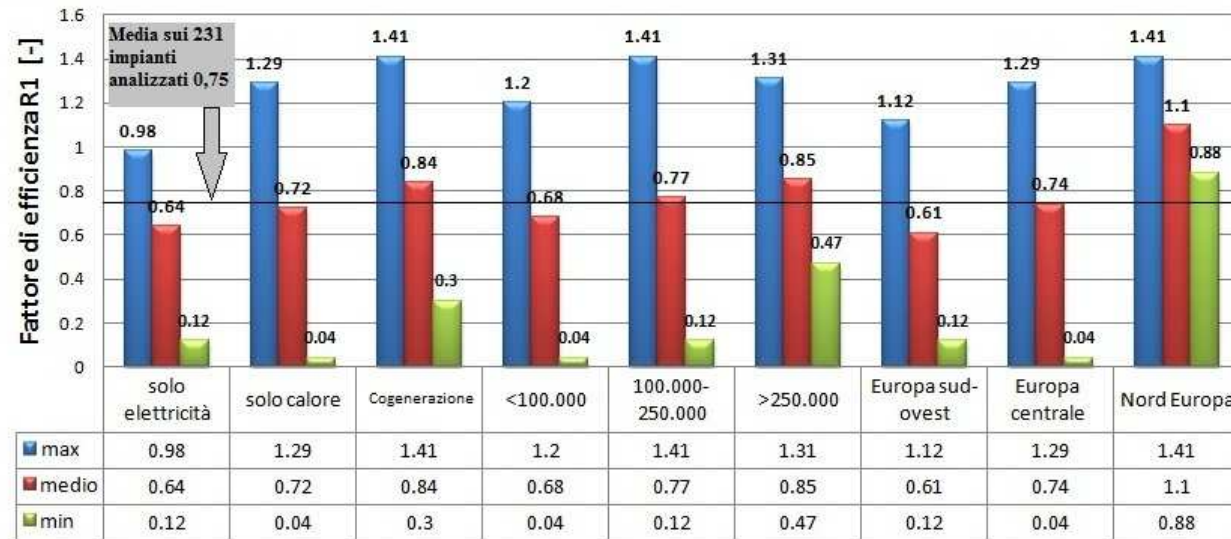
EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI INCENERITORI EUROPEI (1) (CEWEP-2009)



Distribuzione impianti per “Efficienza Energetica”.



EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI INCENERITORI EUROPEI (2) (CEWEP-2009)



“Efficienza Energetica” degli impianti europei per tipologie di energia recuperata, per taglia e per macro-area geografica.



LA SITUAZIONE ITALIANA (2008)

N° impianti esistenti: 49 (2 inattivi)

N° impianti con recupero di elettricità: 39 (1.901 GWhe – 2.904.071 t/a)

N° impianti con solo recupero di calore: 0

N° impianti cogenerativi: 8 (1.162 GWhe + 937 GWht – 1.718.367 t/a)

Tonnellate totali trattate: 4.622.439 t/anno

Applicazione Efficienza Energetica R1 (CEWEP):

N° impianti analizzati: 7

Tonnellate trattate: 1.250.000 t/anno

Valore “Efficienza Energetica” medio: 0,36

Valori massimi “Efficienza Energetica”: 0,76-0,89 (2 impianti)



CONCLUSIONI

- **CONTENUTO POLITICO “R1-formula”**
- **IMPIANTI A MAGGIORE PROPENSIONE R1:**
 - ✓ **GROSSA SCALA**
 - ✓ **COGENERATIVI**
 - ✓ **NORD EUROPA**
- **RISCHIO INCREMENTO COMBUSTIONE RP IN INCENERITORI RU**
- **PROBLEMA UNIFORMITA’ CALCOLO “Efficienza Energetica”**