

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Tecnologie innovative per la valorizzazione dei RSU: stato dell'arte e prospettive

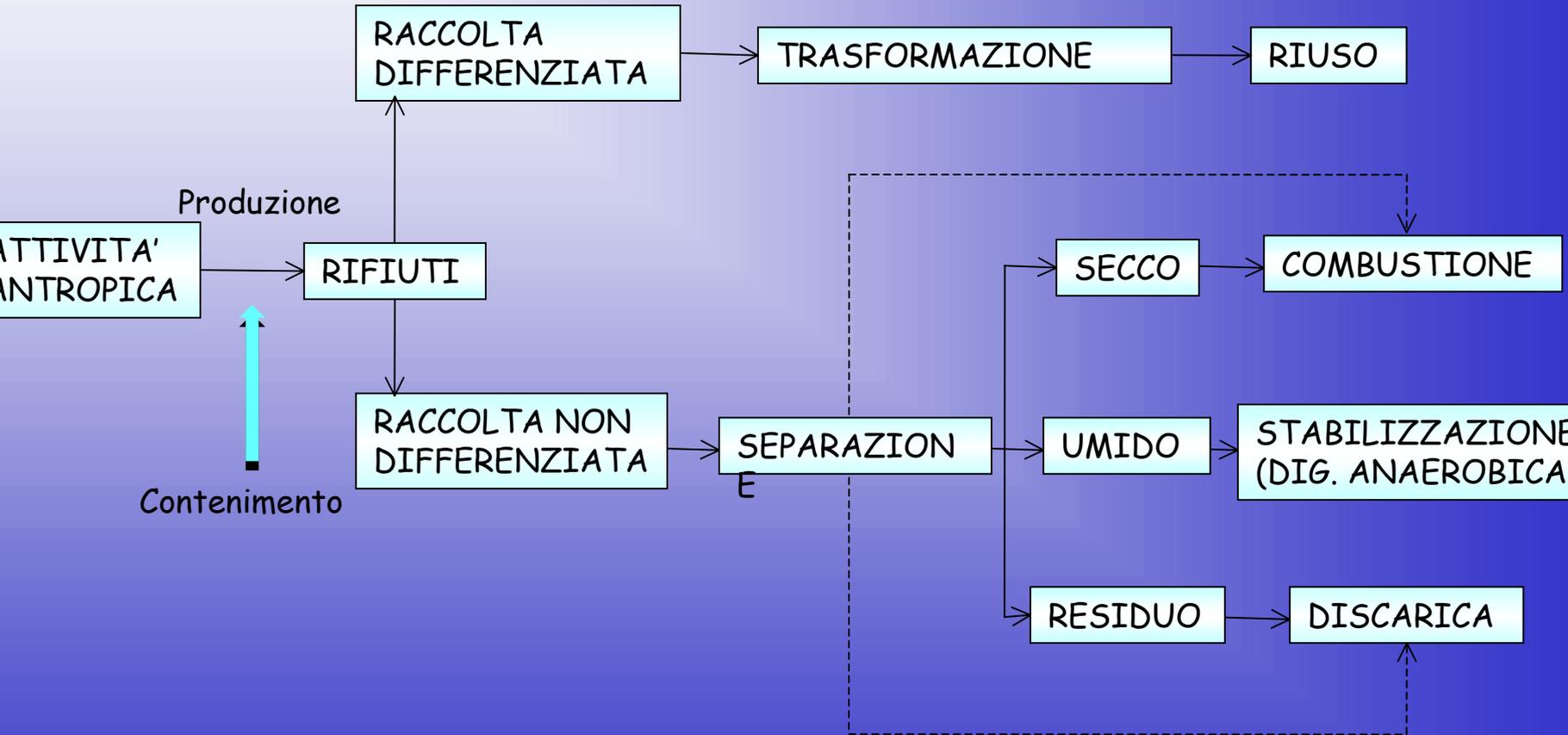
Quart, 20 gennaio 2010

POLITECNICO DI TORINO
DITAG

Prof. Ing. Giuseppe GENON

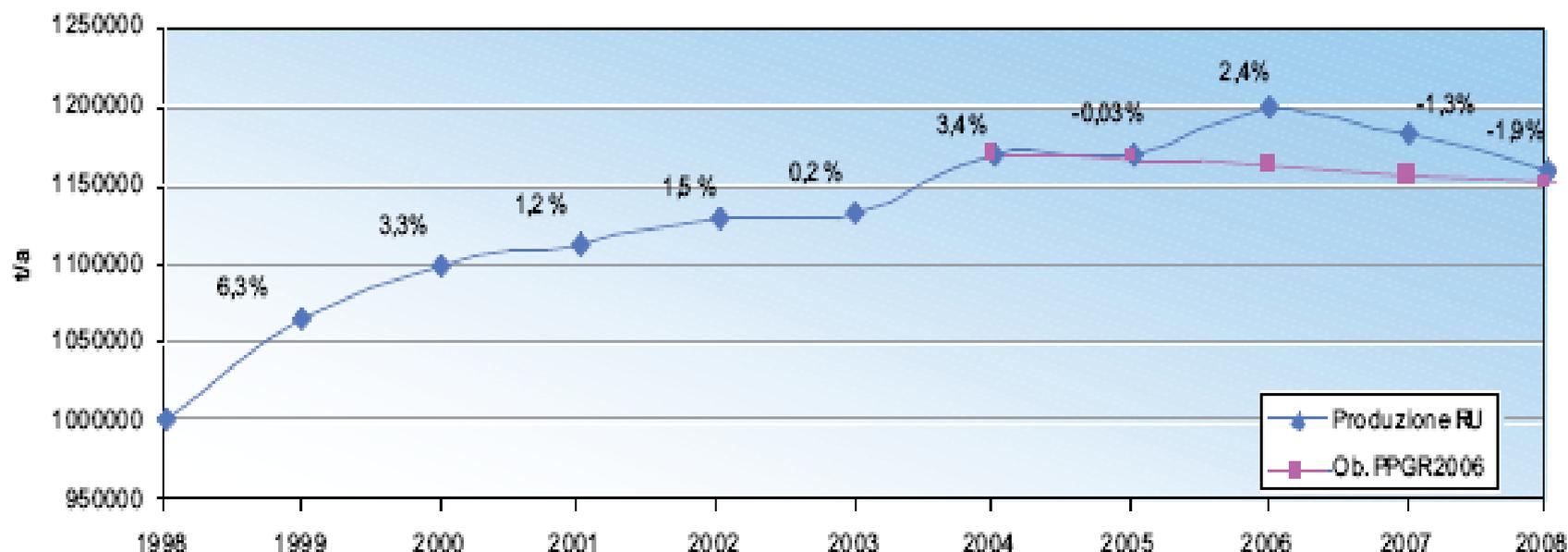


Gestione dei rifiuti

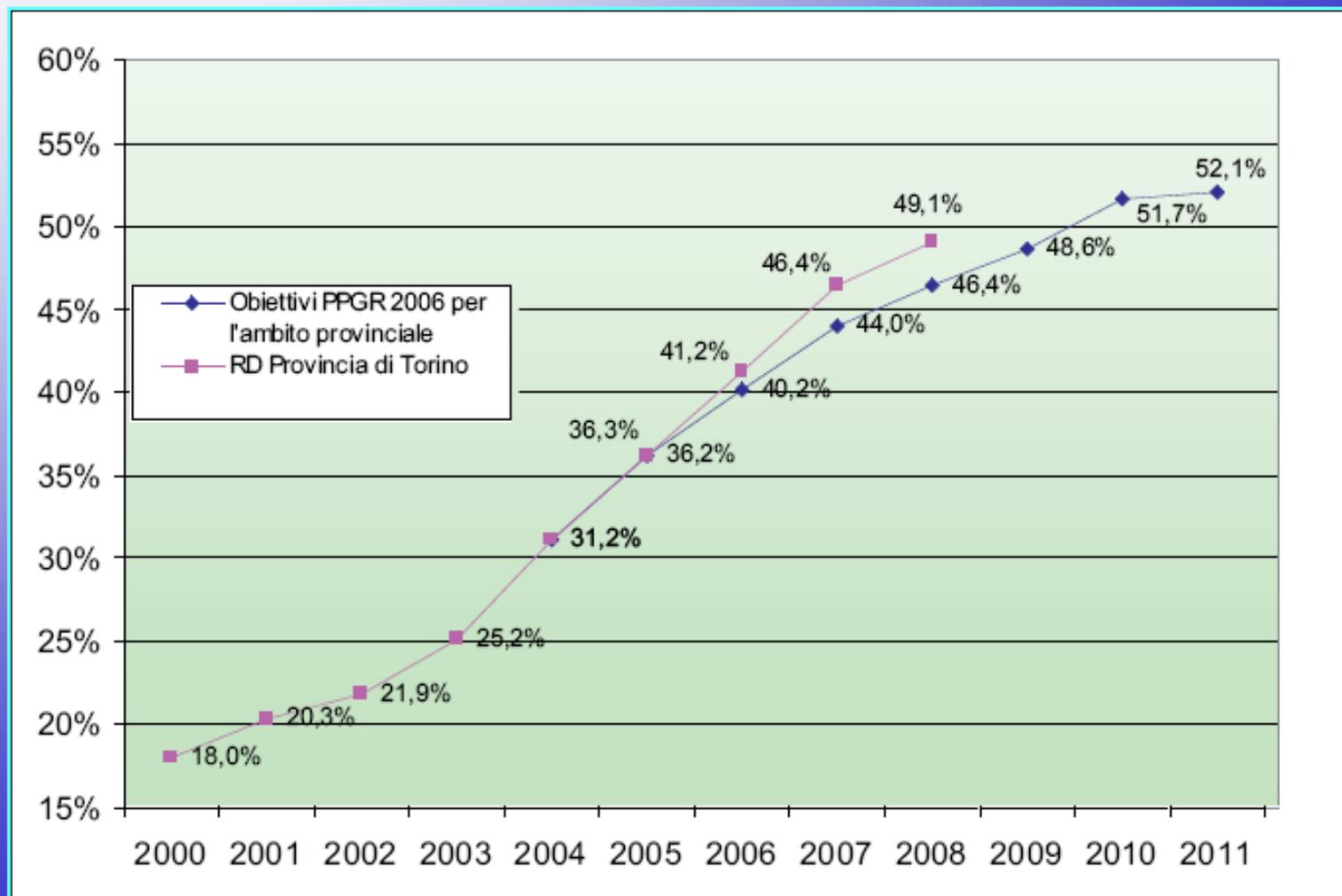


Situazione produzione rifiuti Torino

Produzione totale di Rifiuti Urbani e variazione % rispetto all'anno precedente

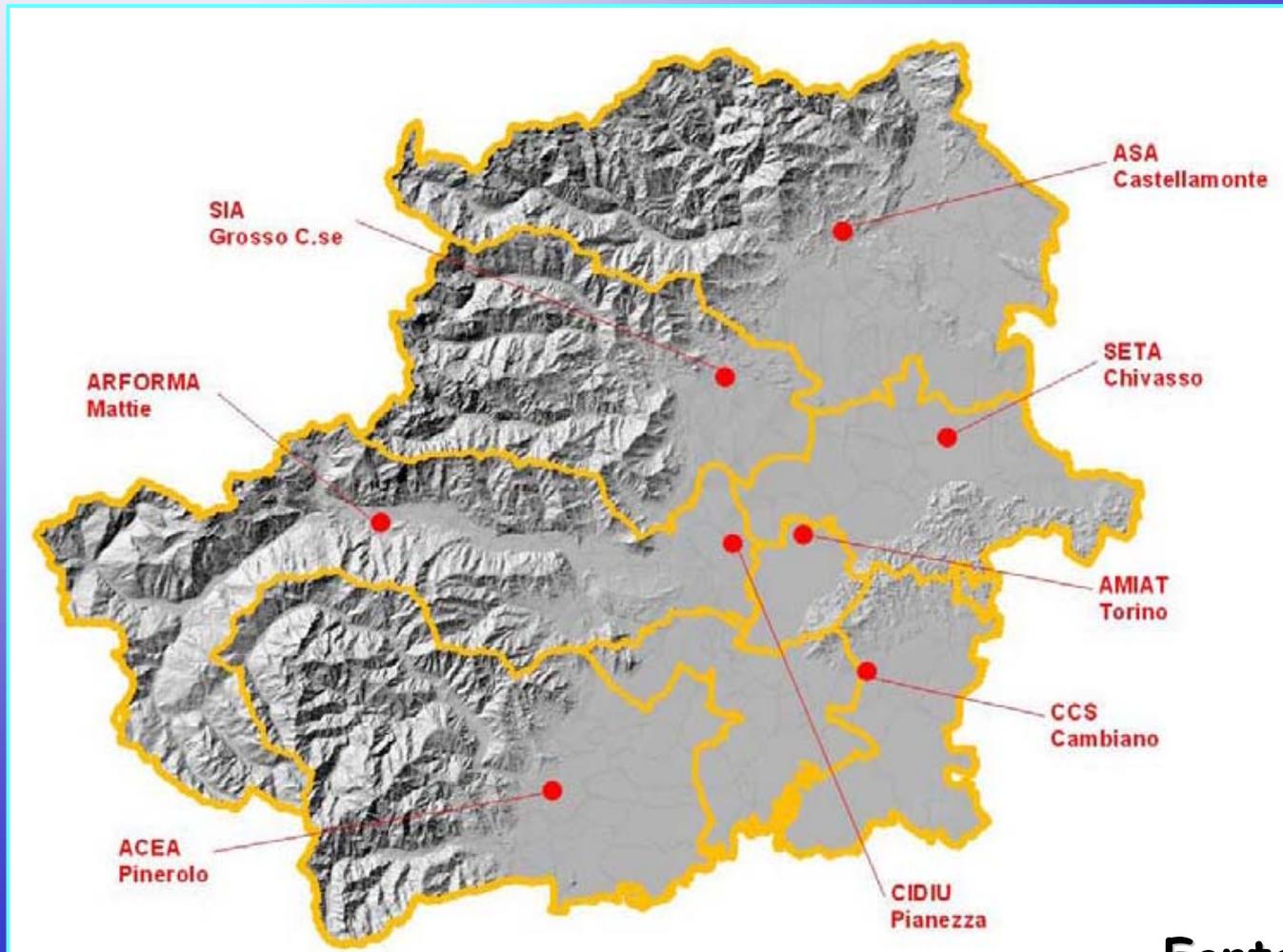


Andamento della raccolta differenziata Torino



Torino → Gestione dei rifiuti

Discariche attive e in fase di realizzazione in Provincia di Torino



Torino → Gestione dei rifiuti

Volumetrie residue delle discerliche attive in Provincia di Torino

| Gestore | Località | Disponibilità residua al 30/06/2009 (m ³) | Progetti di ampliamento in corso di istruttoria per l'autorizzazione (m ³) | Progetti autorizzati al 30/6/2009 (m ³) | Offerta aggiornata: disponibilità residua al 30/6/2009 + volumetria in corso di autorizzazione al 30/6/2009 (m ³) |
|---------|---------------|---|--|---|---|
| ACEA | Pinerolo | 10.800 | 190.000* | 85.000 | 285.800 |
| ARFORMA | Mattie | 115.947 | | | 115.947 |
| AMIAT | Torino | 585.000 | | | 585.000 |
| CCS | Cambiano | 38.870 | 80.000 | - | 118.870 |
| CIDIU | Pianezza | 19.111 | | 1.018.000 | 1.037.111 |
| SIA | Grosso | 71.800** | 388.000 | - | 459.800 |
| SETA | Chivasso | - | | 432.700 | 432.700 |
| ASA | Castellamonte | 40.000 | 250.000 | - | 290.000 |
| | | 881.528 | 908.000 | 1.535.700 | 3.325.228 |

Torino → Gestione dei rifiuti

Flussi di rifiuti e volumetrie residue delle discariche

| Anno | Tot RSU (t) | Tot rifiuti smaltiti (t) | Volumetrie residue al 31/12 (m ³) | Trattati con incenerimento (t) |
|------|-------------|--------------------------|--|--------------------------------|
| 2010 | 548.500 | 626.800 | 1.907.934 | 0 |
| 2011 | 544.100 | 590.400 | 1.254.194 | 0 |
| 2012 | 540.200 | 560.200 | 634.232 | 0 |
| 2013 | 536.900 | 556.900 | 262.532 | 220.000 |
| 2014 | 534.600 | 554.600 | ?? (II termovalorizzatore? Tecnologia innovativa?) | 421.000 |

Torino → Soluzione di gestione → TERMOVALORIZZATORE GERBIDO (2010 - 2013)

Griglia mobile raffreddata ad acqua

3 linee

Carico annuo: 421.000 t/a

Dati di progetto

| Dati di progetto | | per 3 linee |
|--------------------------------|--------|-------------|
| Carico rifiuti totale | T/anno | 421.000 |
| PCI nominale | Mj/kg | 11 |
| Carico termico nominale totale | MWt | 206 |
| Capacità nominale totale | t/h | 67 |
| Produzione vapore totale | T/h | 220 |
| Pressione vapore | Bar | 60 |
| Temperatura vapore | °C | 420 |

Torino → Soluzione di gestione → TERMOVALORIZZATORE GERBIDO (2010 - 2013)

Soluzioni tecniche

| Soluzione tecnica adottata | |
|-------------------------------------|--|
| Conferimento rifiuti | Ferrovia e gomma |
| Tipo di tecnologia | Forni a griglia mobile |
| Sistema di triturazione ingombranti | Tranciatrice a ghigliottina |
| Tipo di griglia | Griglia raffreddata ad aria/acqua con ricircolo dei fumi |
| Caldaia | Caldaia con canale convettivo orizzontale |
| Trattamento fumi | Elettrofiltro – iniezione reagenti (bicarbonato di sodio e carbone attivo) Filtro a maniche DeNOx catalitico (SCR) |
| Trattamento residui solidi | Trattamenti meccanici delle scorie (recupero metalli) Conferimenti ad impianti dedicati per inertizzazione ceneri volanti |
| Ciclo Termodinamico | Temperatura vapore < 420°C Pressione vapore < 60 bar |
| Tipo di Turbina | A condensazione con spillamenti regolati |
| Sistema di condensazione | Condensazione a circuito d'acqua e torri di raffreddamento tipo "wet dry" |

Torino → Soluzione di gestione → TERMOVALORIZZATORE GERBIDO (2010 - 2013)

Recupero energetico

| RECUPERO ENERGETICO | | |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | A. SOLO ELETTRICO | A. COGENERATIVO |
| P. termica originale prodotta [MW] | 206,22 | 206,22 |
| Potenza elettrica [MW] | 62,22 | 39,50 |
| Potenza termica [MW] | - | 106 |
| RENDIMENTO ELETTRICO | 30 % | 19 % |
| RENDIMENTO TOTALE | 30 % | 70 % |

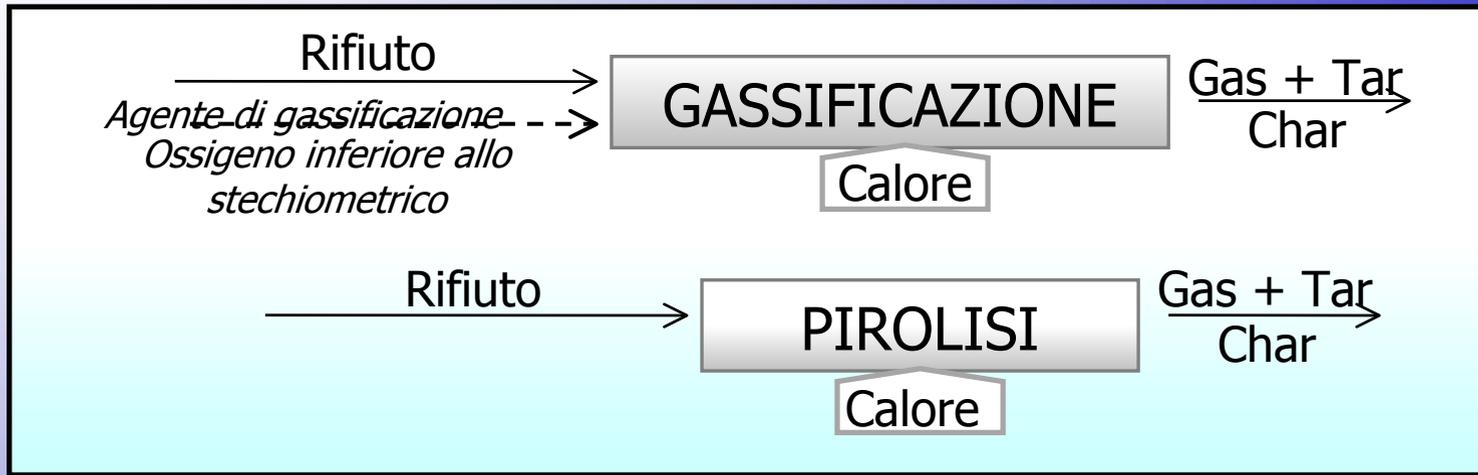
Torino → Soluzione di gestione del residuo → IMPIANTI CON TECNOLOGIE INNOVATIVE

2 IMPIANTI A TECNOLOGIA INNOVATIVA
(ciascuno di 50.000 - 60.000 t/a)



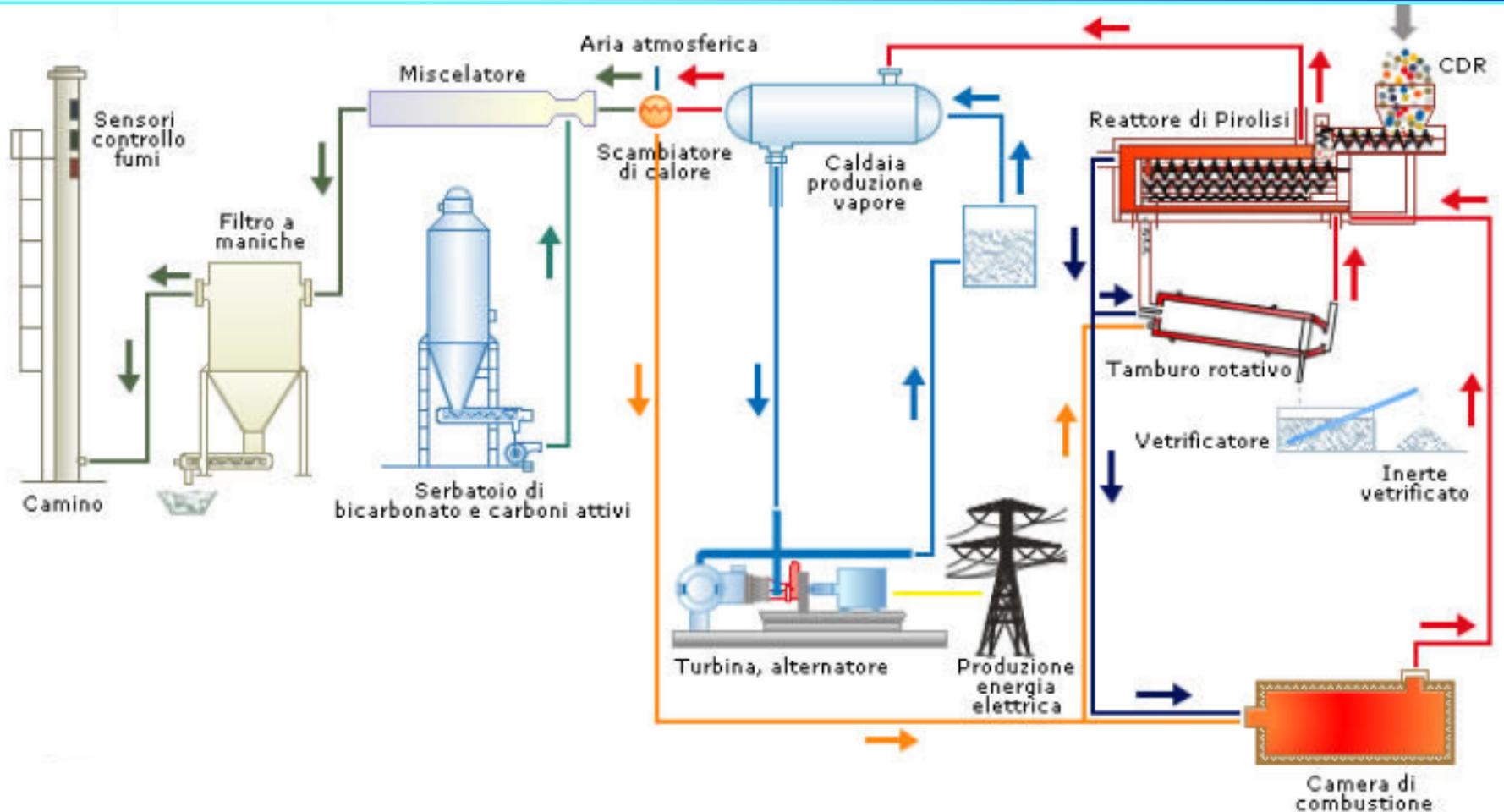
IMPIANTI DI PIROLISI/GASSIFICAZIONE

Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione



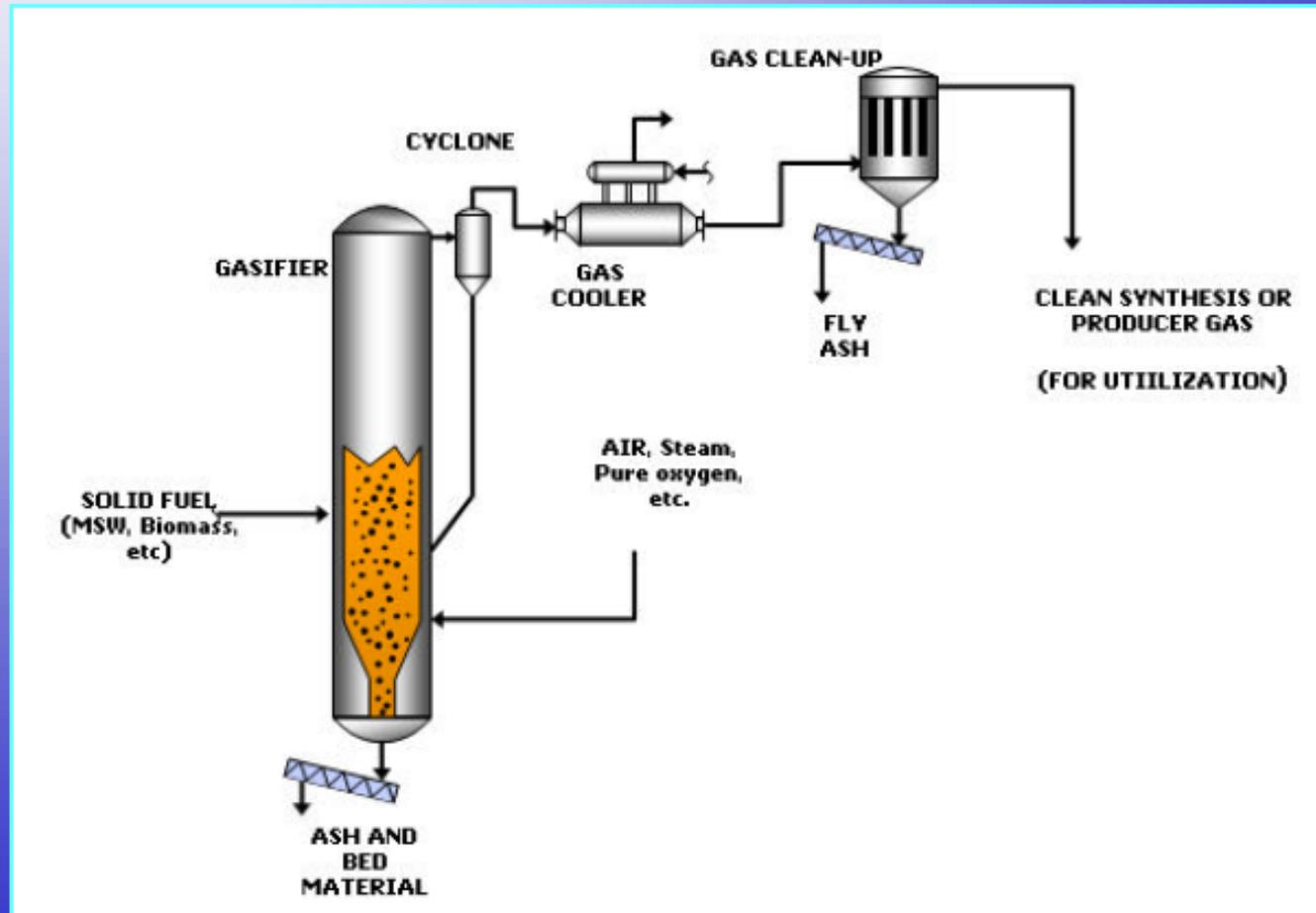
Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Schema impianto di pirolisi



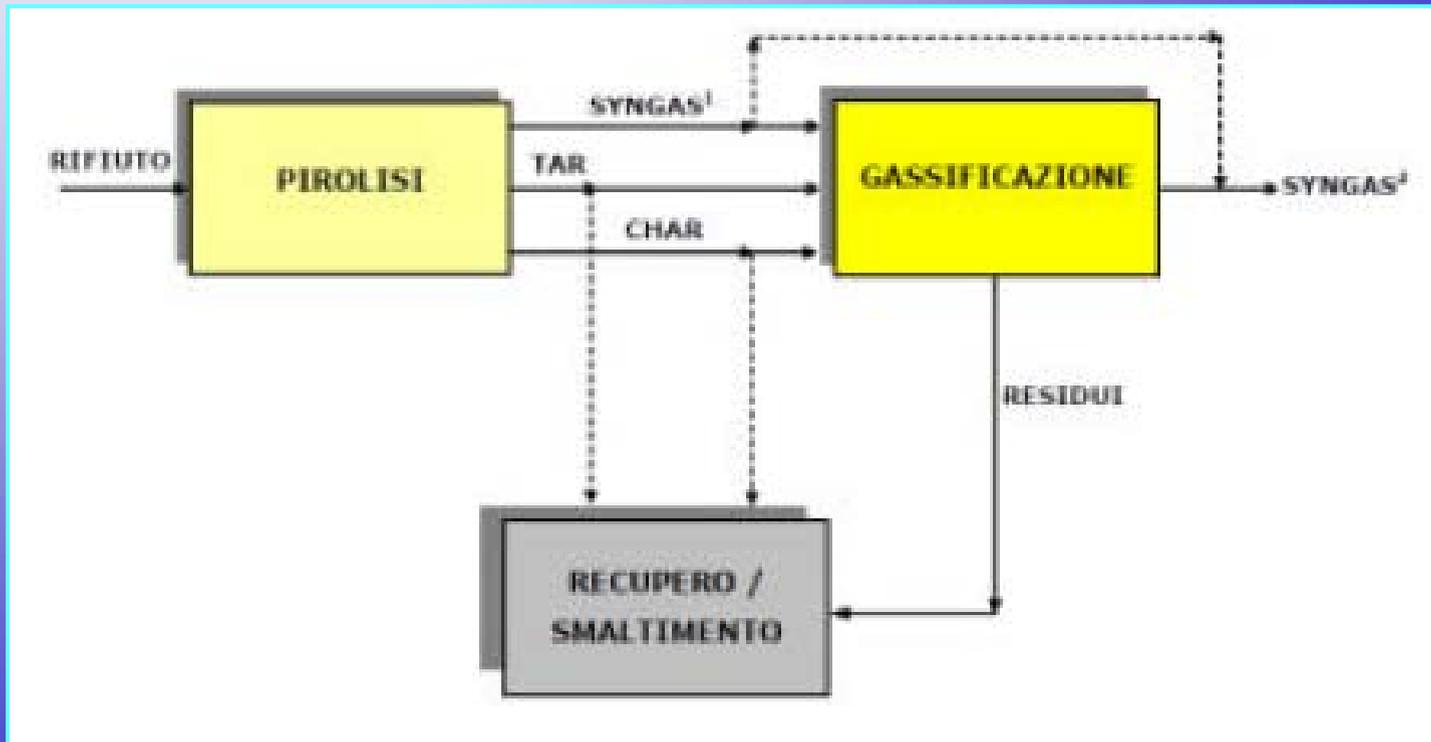
Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Schema impianto di gassificazione



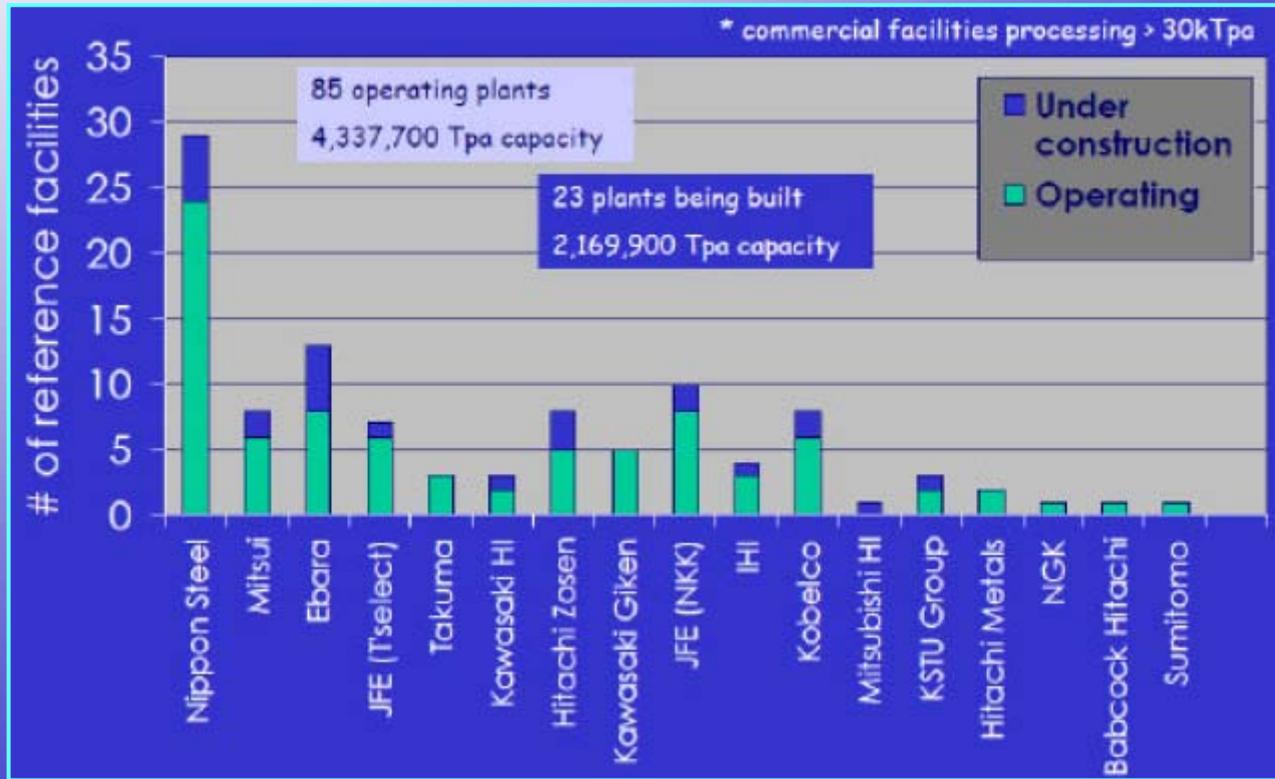
Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Processi combinati di pirolisi/gassificazione



Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Impianti di pirolisi/gassificazione in Giappone (2007)



Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

I 10 principali impianti di pirolisi/gassificazione al mondo

| Luogo | potenzialità (t/anno) | processo | Data di avviamento | tecnologia |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------|
| Waldshut, Germania | 250.000 | Envirotherm BGL | 2001 | Gassificazione + fusione scorie |
| Yamaguchi, Kitakyushu City, Giappone | 220.000 | Nippon Steel | 2007 | Gassificazione + fusione scorie |
| Yamaguchi, Giappone | 135.000 | Nippon Steel | 1980 | Gassificazione + fusione scorie |
| Yamaguchi, Giappone | 135.000 | Ebara | 2001 | Gassificazione+combustione + fusione |
| Yamaguchi, Giappone | 125.000 | Ebara | 2002 | Gassificazione+combustione + fusione |
| Yamaguchi, Giappone | 108.000 | Mitsui | 2002 | Pirolisi+combustione + fusione |
| Yamaguchi, Giappone | 120.000 | Nippon Steel | 2002 | Gassificazione + fusione scorie |
| Yamaguchi, Giappone | 115.000 | Nippon Steel | 2003 | Gassificazione + fusione scorie |
| Yamaguchi, Giappone | 100.000 | Thermoselect | 2002 | Gassificazione + fusione |
| Waldshut, Germania | 100.000 | Techtrade | 2002 | Pirolisi + combustione |

Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

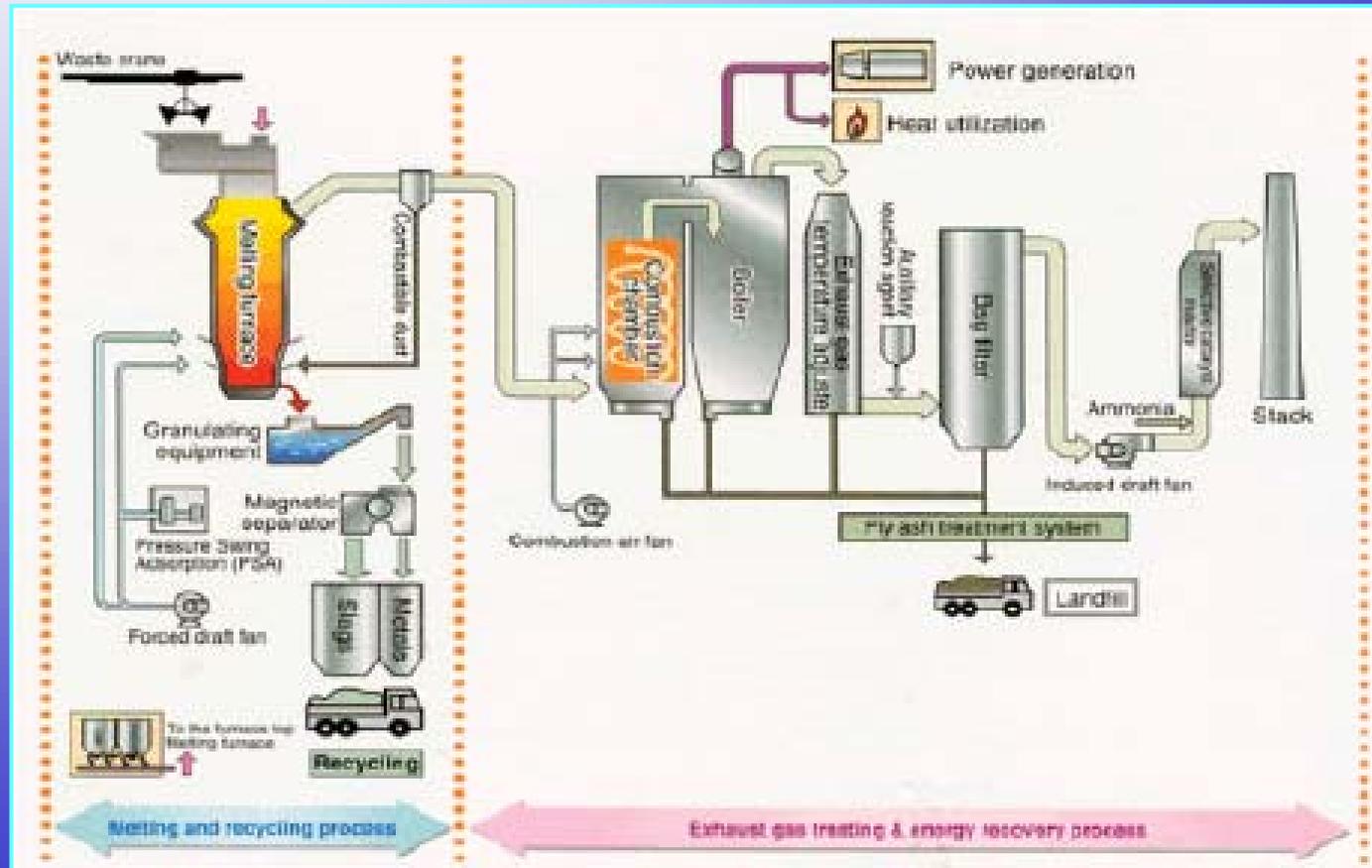
Impianti di pirolisi/gassificazione presenti in Italia

| Località | Stato | Sviluppo | Tecnologia | Rifiuti trattati | Potenzialità [t/y] |
|----------------------|------------------|--------------|-------------------------|------------------|--------------------|
| Villa Santina (UD) | Inattivo | Pilota | Gassificatore statico | CDR, RPM | n.d. |
| Sedegliano (UD) | In progettazione | Dimostrativo | Pirolisi+gassificazione | RI | 25.000 |
| Montebelluna (TV) | In progettazione | Commerciale | Torcia al plasma | Fraz. secca, CDR | 115.000 |
| Dueville (VI) | In progettazione | Commerciale | Torcia al plasma | CDR, RS | 92.000 |
| Vicenza | n.d. | Dimostrativo | Gassificatore statico | Carbone, CDR | n.d. |
| Fornovo S.G (BG) | Operativo | Pilota | Gassificazione | PFU, CDR, RS | 0,4 t/h |
| Cascina (PI) | In costruzione | Commerciale | Gass. a letto fluido | Biomasse | 50.000 |
| Terni | Operativo | Commerciale | Pirolisi | Biomassa | 28.500 |
| Roma | In fase di avvio | Commerciale | Gassificazione | CDR | 190.000 |
| Brindisi | In progettazione | Commerciale | Torcia al plasma | RU trattati | 125.000 |
| Rossano Calabro (CS) | In costruzione | Commerciale | Gassificazione | Sanse esauste | 35.000 |
| Torregrande (OR) | Operativo | Commerciale | Pirolisi | ROS, RS | 15.000 |
| Siniscola (NU) | In progettazione | Commerciale | Torcia al plasma | RS/RI | 50.000 |

RU = rifiuti urbani; CDR = combustibili da rifiuti; PFU = pneumatici fuori uso; RS = rifiuti speciali; ROS = rifiuti di origine sanitaria; RI = rifiuti industriali; RPM = rifiuti di plastiche miste

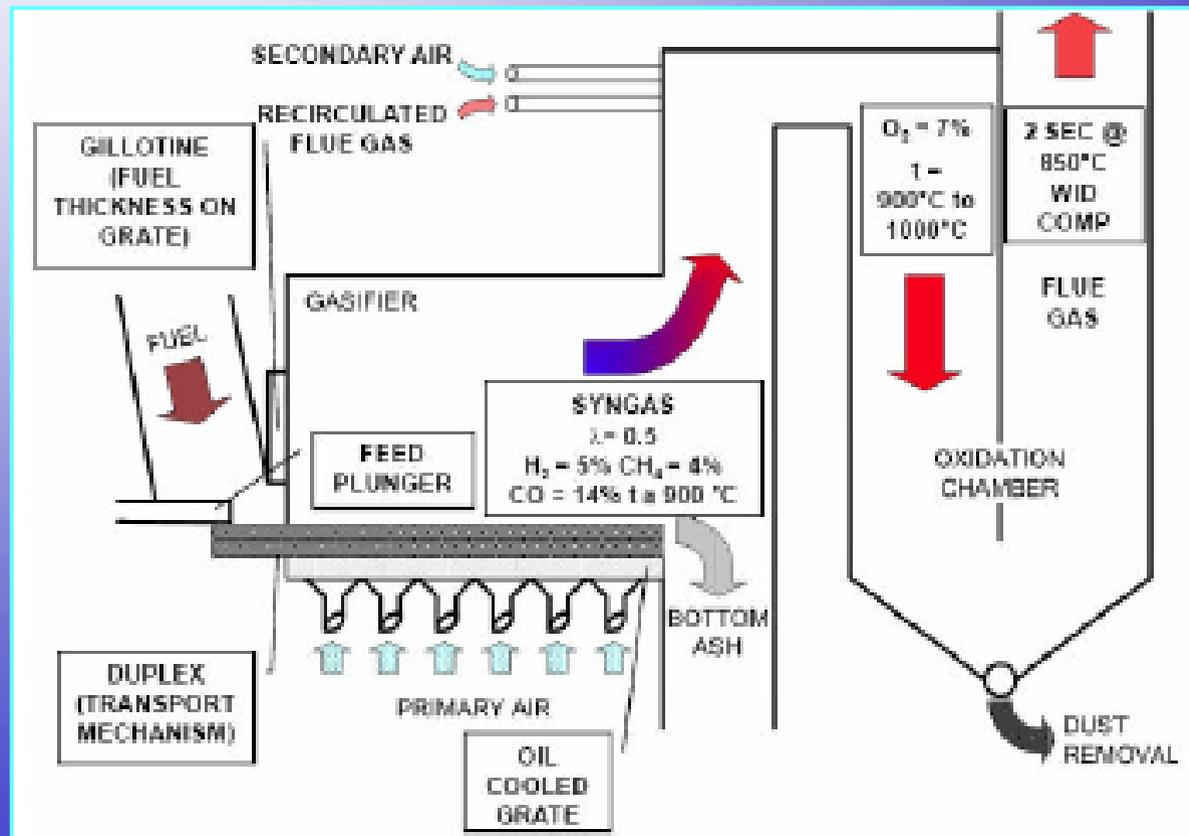
Tecnologie innovative: Gassificazione

Tecnologia Nippon steel - schema di processo



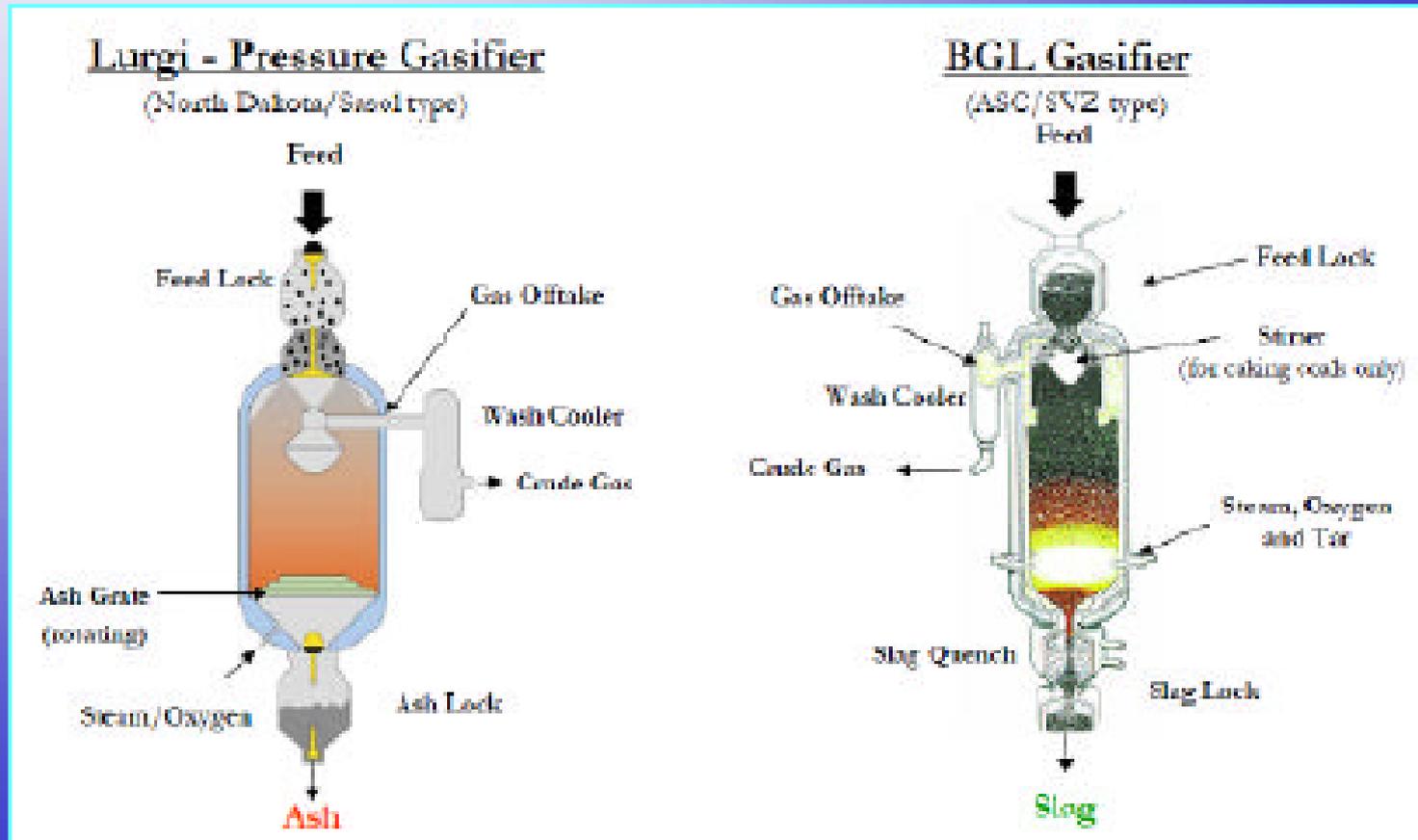
Tecnologie innovative: Gassificazione

Tecnologia Energoss - schema di processo



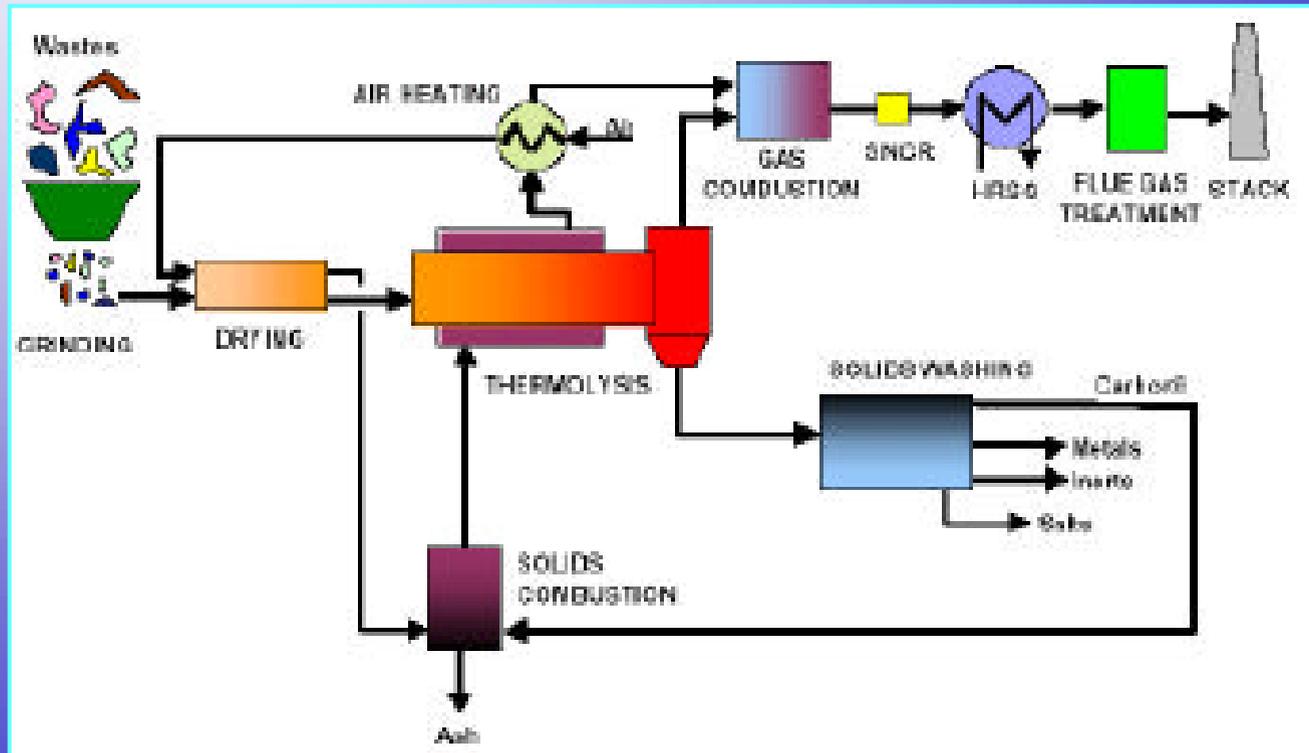
Tecnologie innovative: Gassificazione

Caratteristiche reattori impianto SVZ



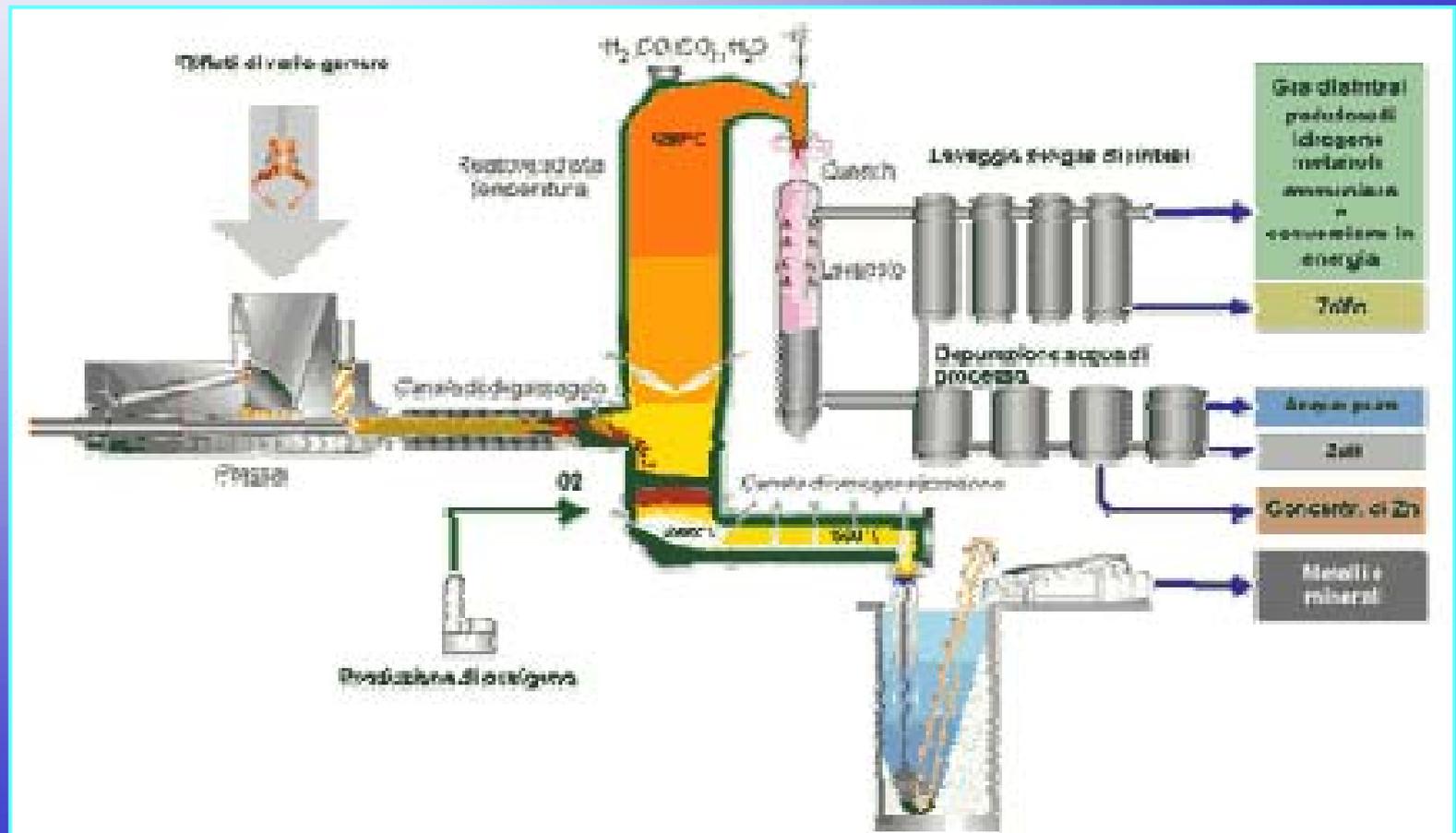
Tecnologie innovative: Pirolisi

Schema del processo Thide Environment



Tecnologie innovative: Pirolisi

Impianto Thermoselect - schema di processo



Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Caratteristiche di alcuni impianti

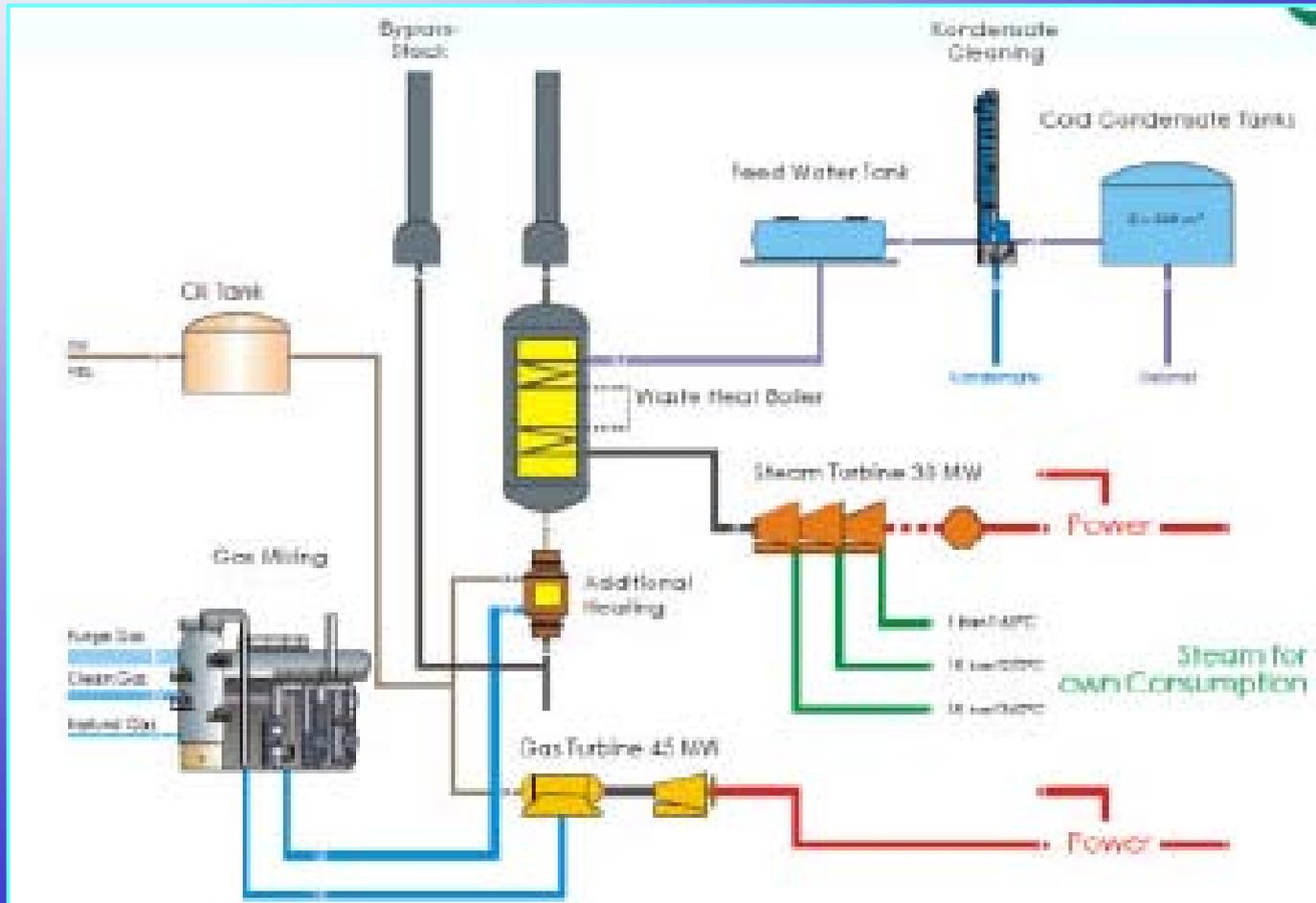
| Costruttore | | Impianto | Potenzialità [t/anno] | Tipologia rifiuto | PCI [MJ/kg] | Pretrattamento |
|-------------------------------|-----|------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|---|
| AlterNRG (Canada) | PL | Utashinai, Giappone | 80.000 | RU, PFU | 13.2 (8.4-20.1) | Triturazione, separazione magnetica + miscelazione con pneumatici triturati |
| Ebara (Giappone) | G | Kawaguchi, Giappone | 153.000 | RU | 13 | Triturazione per ottenere pezzatura di 300 mm |
| Energos (Norvegia) | G | Forus, Norvegia | 30.000 | RU, RS | 10.8 | Triturazione |
| Enerwaste (USA) | G | Husavik, Islanda | 16.000 | RU, RS e scarti agroindustriali | | no |
| Entech (Australia) | G | Genting, Malaysia | 22.250 | RU | | no |
| Mitsui (Giappone) | P+C | Toyohashi | 108.000 | RU | 9.63 | triturazione |
| Nippon Steel (Giappone) | G | Yongsan, Corea del Sud | 66.000 | RU, ingombranti, sovrappi da riciclaggio | 11,7 – 12,6 | no |
| Plasco Energy (Canada) | PL | Ottawa, Canada | 28.000 | RU e matrici al alto contenuto di carbonio (rapporto 1:0,13) | | Triturazione, separazione metalli |
| TechTrade (Germania) | P | Burgau, Germania | 40.000 | RU:83% RS:15% Ingombranti: 2% | Minimo: 5 Medio: 8,5 Max: 10 | Triturazione fino a 300 mm |
| Thermoselect (Svizzera) | P+G | Chiba, Giappone | 105.000 | RU, RI | | Non necessario pretrattamento del rifiuto, ma quantitativi di vetro superiori al 10% possono causare problemi |
| Thide Environnement (Francia) | P | Arras, Francia | 50.000 | RU (80%), RS (16%), fanghi (4%) | 7,5-9,4 | Triturazione fino a 150-200 mm, separazione metalli, essiccazione |
| Tpf Basse Sambre (Belgio) | P+G | Keflavik, Islanda | 12.000 | RU (73%) Rifiuti aeroporto (27%) | 12,5 | Non necessario pretrattamento del rifiuto se dimensioni <500 mm |

C = combustione; G = gassificazione; PL = plasma; P = pirolisi

RU = rifiuti urbani; CDR = combustibili da rifiuti; PFU = pneumatici fuori uso; RS = rifiuti speciali; ROS = rifiuti di origine sanitaria; RI = rifiuti industriali; RPM = rifiuti di plastiche miste

Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Produzione energia: schema flusso impianto SVZ



Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Dati di recupero energetico di alcune tecnologie

| Costruttore | | Impianto/ (rifiuto trattato nell'anno di riferimento) | E. elettrica prodotta [MWh/t] | E. elettrica ceduta [MWh/t] | E. termica prodotta [MWh/t] | E. termica ceduta [MWh/t] | η netto ⁽¹⁾ [%] |
|--|-----|--|---|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| AlterNRG (Canada) | PL | Utashinai, Giappone | 0,934 | 0,508 | | | 18,6% |
| Ebara (Giappone) | G | Progetto New York [30] | 0,547 | 0,383 | | | 13% -15% |
| Energos (Norvegia) | G | Dati di progetto impianto 30.000 t/anno con PCI = 12 MJ/kg | 0,750 | 0,625 | | | 18,5% |
| Enerwaste (USA) | G | Dati di progetto | 0,55 | | | | |
| Entech (Australia) | G | Dati di progetto | 0,573 | | | | 17% |
| Nippon Steel (Giappone) | G | Shin Moji, Giappone (194.000 t/y - PCI:11 MJ/kg) | 0,784 | 0,536 | | | 15,7% |
| TechTrade ⁽²⁾ (Germania) | P | Burgau, Germania (26.807 t/y - PCI: 8,5 MJ/kg) | 0,214 | 0,059 | | 0,056 | 2,9% |
| | | Ipotesi di progetto: 50.000 t/y - PCI : 14,6 MJ/kg | Ciclo a vapore: rendimento al lordo dell'autoconsumo=24,6% Ciclo combinato turbogas/turbo vapore (occorre verificare fattibilità con prove sperimentali): rendimento al lordo dell'autoconsumo= 33,6% Motore a combustione interna (occorre verificare fattibilità con prove sperimentali): rendimento al lordo dell'autoconsumo= 38,3% | | | | |
| Thermoselect (Svizzera) | P+G | Valore teorico con rifiuti aventi PCI di 12 MJ/kg | 1,03 | 0,705 | 1,39 | | 19% |
| Tpf Basse Sambre ⁽³⁾ (Belgio) | P+G | Keflavik, Islanda (12.000 t/y - PCI: 12,5 MJ/kg) | 0,200 | 0,140 | - | - | 4% |
| | | Ipotesi di progetto: 30.000 t/y - PCI : 12,5 MJ/kg | 0,700 | 0,620 | - | - | 18% |

Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

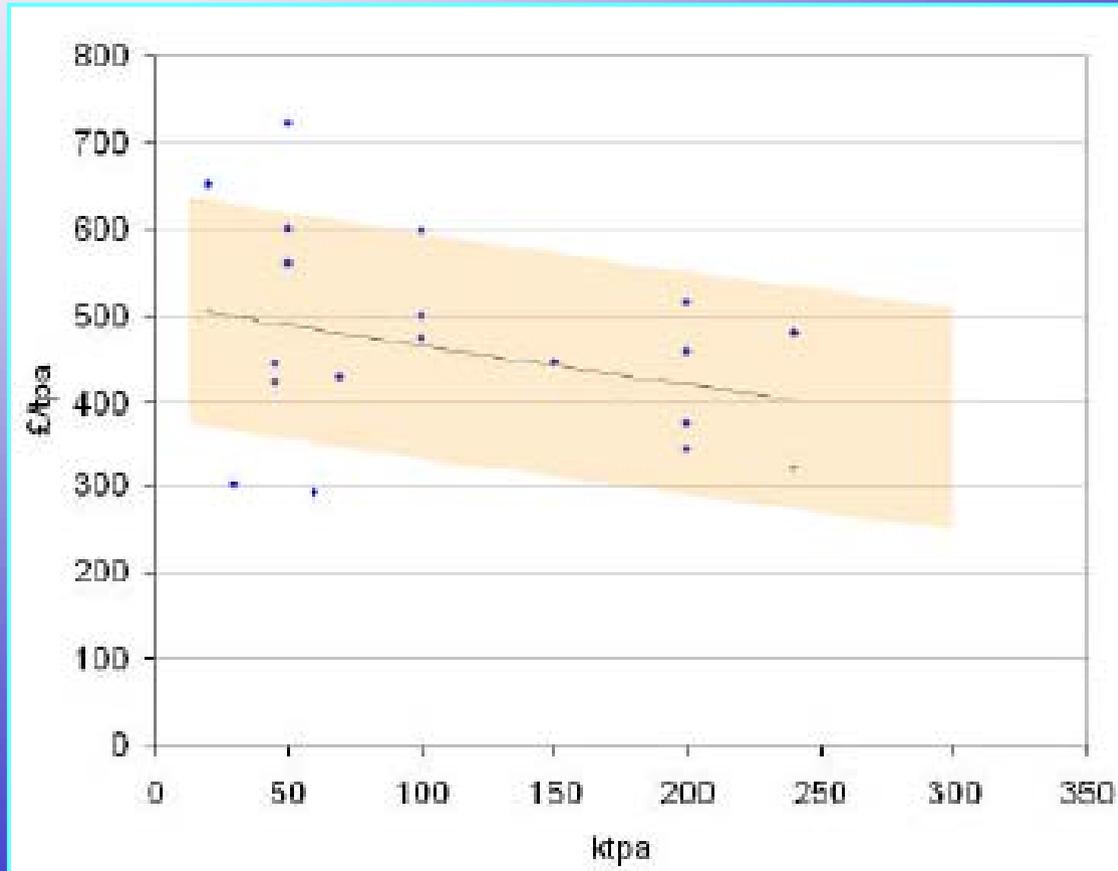
Dati emissivi di alcune tecnologie

| Costruttore | | Portata fumi Nm ³ /t | mg/Nm ³ | | | | | | | | PCDD/PCDF µg/Nm ³ |
|---------------------------------|-----|---|--------------------|--------------|-------|-----------------|-------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------------------|
| | | | polveri | HCl | HF | SO ₂ | NO ₂ | CO | Hg | Cd + Tl | |
| AlterNRG (Canada) | PL | 1.400-2.400 | <3 | 22-39 | | <1-2 | 62-82 | <27-29 | | | 0,00059- 0,00067 |
| Compact Power | P+G | | 1,4 | 0,96 | 0,12 | 0,74 | 21 | 3,9 | | 0,006 | <0,003 |
| Ebara (Giappone) | G | 2.952 | <1 | 2 | | <2,8 | 29,3 | | <0,005 | | 0,000051 |
| Energos (Norvegia) | G | 7.894 Nm ³ /t per un rifiuto con pci=10.8MJ/kg | 0,24 | 3,6 | 0,020 | 19,8 | 42 (senza deNOx) | 2 | 0,0032 7 | 0,0000 2 | 0,001 |
| Enerwaste (USA) | G | | | 0-6,5 | | 16,6- 25,4 | 58,7-199,2 (senza deNOx) | 30,9- 40,5 | | | |
| Mitsui Takuma (Giappone) | P+C | | <1 | 9 | | 8 | 150 | 5 | 0,01 | <0,001 | 0,016 |
| Nippon Steel (Giappone) | G | 5.760 (PCI: 8,4 MJ/kg) | 6 | 3 | | 0,5 | 16 | 5,2 | | | 0,023 |
| TechTrade (Germania) | P | 6.495 (PCI: 8,5 MJ/kg) | 0,316-1,8 | 5,5- 6,38 | | 5,42 | 179,5 | 5,65 | 0,0066- 0,0117 | 0,0006 | 0,0013 |
| Thermoselect (Svizzera) | P+G | | 0,2 | <5 | | | 14 | | | | 0,0072 |
| Tpf Basse Sambre (Belgio) | P+G | 5.600 (PCI: 12,5 MJ/kg) | 2,8 | 9,3 | 0,12 | 11,1 | 327 (oggi 200 senza DeNOx) | 7,4 | 0,0001 3 | 0,0011 | 0,06 |
| D lgs 133/2005 | | | 10 | 10 | 1 | 50 | 200 | 50 | 0,05 | 0,05 | 0,1 |
| BAT [5] | | | 1-5 | 1-8 | <1 | 1-40 | 40-100 | 5-30 | <0,05 | 0,005- 0,5 | 0,01-0,1 |

Valori riferiti a effluente gassoso secco a 0°C, 1 atm e tenore di ossigeno dell'11%

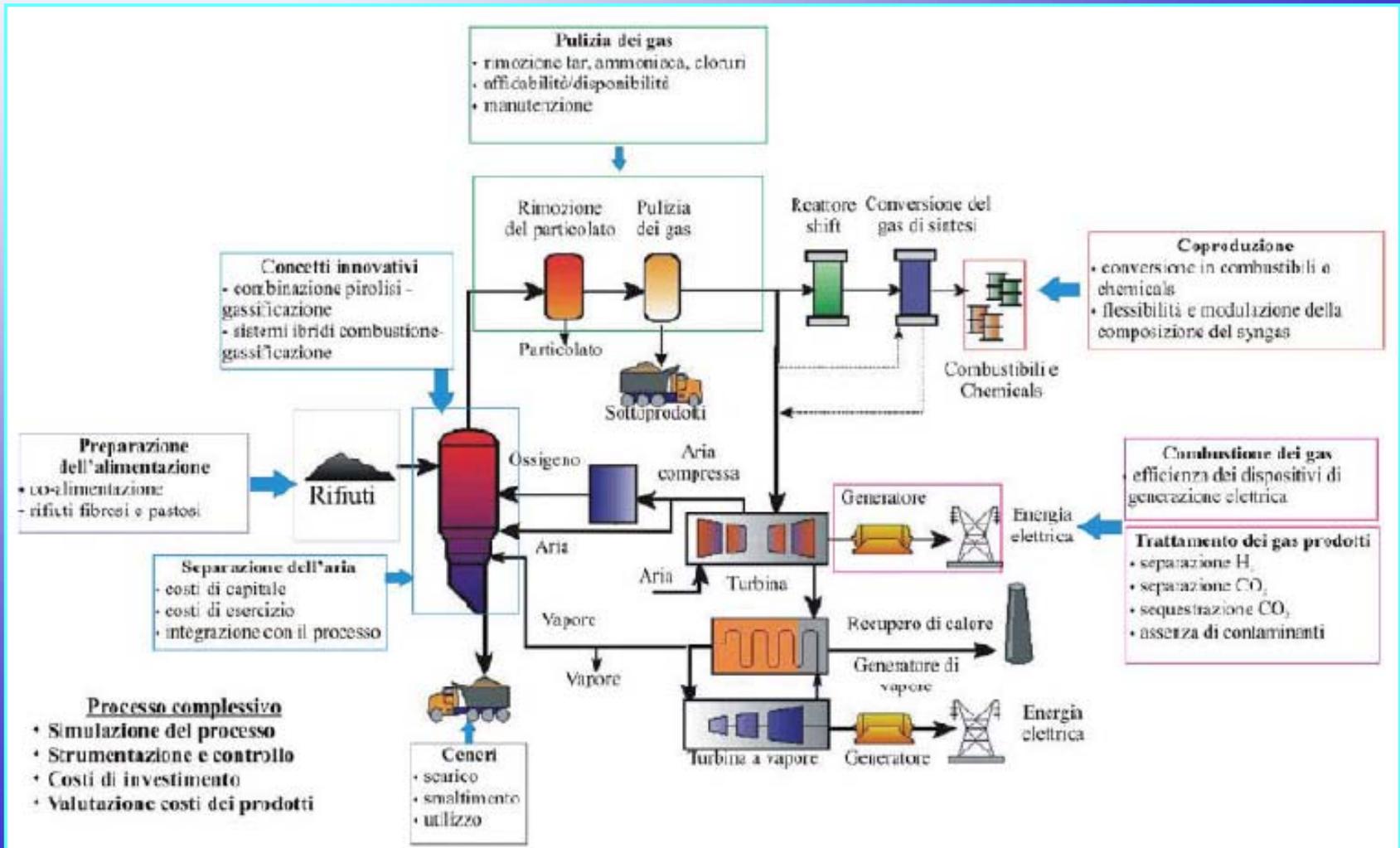
Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Costi di investimento impianti tecnologia innovativa



Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

Processo complessivo



Tecnologie innovative: Pirolisi/Gassificazione

VANTAGGI

- flessibilità della taglia;
- versatilità sul combustibile in ingresso;
- diverse alternative di impiego dei prodotti gassosi in uscita;
- possibilità di raggiungere elevate efficienze di generazione di energia elettrica attraverso l'uso del syngas depurato;
- facilità di smaltimento e di riutilizzo dei prodotti solidi in uscita;
- possibile riduzione della quantità di fumi rispetto agli inceneritori tradizionali se il syngas viene utilizzato in dispositivi di recupero energetico ad alta efficienza;
- miglioramento della qualità delle emissioni;
- possibile recupero di materia in termini di sostanze organiche

SVANTAGGI

- richiedono che il materiale alimentato subisca quanto meno un processo di triturazione;
- sono tanto più svantaggiosi, in termini energetici e conseguentemente economici, quanto più il materiale da trattare è umido e/o ha un contenuto elevato di sostanze non combustibili

Conclusioni

All'interno di un sistema integrato di gestione del rifiuto esiste una razionale motivazione operativa ed ambientale perché una opzione di valorizzazione energetica venga adottata.

A tal fine occorre:

- considerare l'operazione di combustione come un elemento di uno schema complessivo di destinazione del rifiuto;
- nella definizione di tale schema occorre introdurre le migliori tecnologie;
- nella scelta dei sistemi di combustione occorre considerare i seguenti criteri: maturità, applicabilità, costo, prestazione ambientale.

Conclusioni

Tecnologie di trattamento termico dei rifiuti alternative alla combustione diretta si presentano certamente come promettenti e pertanto meritevoli di applicazione sperimentale su taglie impiantistiche ad oggi più limitate di quelle di un inceneritore ed individuabili in una potenzialità di trattamento annua pari a 30.000 - 60.000 t/a (ATO -R)

L'effettivo vantaggio delle tecnologie innovative risiede nella versatilità impiantistica e nella flessibilità della taglia (ATO - R)

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Tecnologie innovative per la valorizzazione dei RSU: stato dell'arte e prospettive

Quart, 20 gennaio 2010

POLITECNICO DI TORINO
DITAG

Prof. Ing. Giuseppe GENON

