



Settore Servizi post-laurea

Unità Organizzativa Esami di stato, Dottorati e Master

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE - ANNO 2017

SEZIONE A - Settore Industriale

QUARTA PROVA

TRACCIA N. 1: Impianti Chimici

La produzione in continuo di probiotici (*"microorganismi vivi che, somministrati in quantità adeguate, apportano benefici misurabili alla salute dell'ospite"* [Hamilton-Miller et al., 2003]) prevede, in uno schema di processo semplificato, la successione in serie di un chemostato con riciclo della biomassa esercito in condizioni tali da poter ritenere valido il modello cinetico di Monod con inibizione da substrato, un sistema di filtrazione continuo costituito da una centrifuga a cesto, un sistema di trasporto pneumatico in compressione ed un sistema inerziale di separazione solido-gas costituito da cicloni inerziali. Con riferimento alle specifiche di processo fornite nel seguito, il Candidato dimensioni opportunamente ciascuno dei succitati elementi di impianto.

• **Chemostato:**

| | | | | |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| $V=1 \text{ m}^3$ | $Q=0.4 \text{ m}^3/\text{h}$ | $R=0.75$ | $C=2.5$ | |
| $S_0=25 \text{ kg/m}^3$ | $X_0 = 0.1 \text{ kg/m}^3$ | $K_S = 0.8 \text{ kg/m}^3$ | $\mu_{\max} = 0.78 \text{ h}^{-1}$ | $Y_{X/S} = 0.65 \text{ kg/kg}$ |

• **Centrifuga:**

| | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|
| $R_0=1 \text{ m}$ | $R_1=1.3 \text{ m}$ | $H = 0.75 \text{ m}$ |
|-------------------|---------------------|----------------------|

• **Sistema di trasporto:**

| | | |
|-----------------------|---|----------------------|
| $V = 1.35 \text{ m}$ | $H = 22.5 \text{ m}$ | |
| $D_T=0.075 \text{ m}$ | $\Delta P_{\text{mandata}}=3.5 \text{ bar}$ | 4 curve a 90° |

• **Cycloni:**

| | | |
|----------|------------------------------|--|
| $Eu= 56$ | $St_{50}=1.4 \times 10^{-3}$ | $d_{\text{cut}}=100 \text{ }\mu\text{m}$ |
|----------|------------------------------|--|

Per il sistema di cicloni, può ritenersi che le perdite di carico massime ammissibili siano pari alla differenza tra il valore di pressione valutato all'uscita dal sistema di trasporto pneumatico e la pressione atmosferica.

Le proprietà fisico-reologiche delle fasi liquide e gassose possono essere assunte uguali a quelle, rispettivamente, di acqua ed aria in condizioni ambiente. La biomassa filtrata può essere trattata alla stregua di un solido granulare di diametro medio $d_{SM}=150 \text{ }\mu\text{m}$ e densità $\rho_P=1600 \text{ kg/m}^3$.

TRACCIA N. 2: Impianti Elettrici

Per la rete elettrica di trasmissione rappresentata in figura, i cui dati sono riassunti in Tabella I, il Candidato:

1. Determini la matrice delle ammettenze nodali in coordinate rettangolari
2. Formalizzi le equazioni di load flow in forma polare

3. Formalizzi le equazioni di DC-load flow e determini la fase dei fasori delle tensioni di nodo ed i flussi di potenza attiva sulle linee.

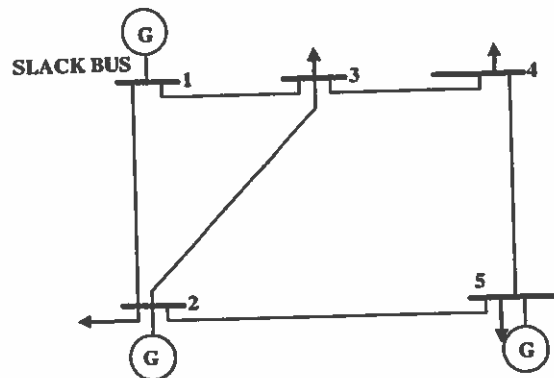


Figura 1

Tabella 1: Dati caratteristici in per unit della rete elettrica

| Linee | | | Nodi | | | | |
|------------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------|-------|-------------------|-------|
| Line a | Impedenza longitudinale | Ammettenz a trasversale | Nodo | Potenza Generata | | Potenza Assorbita | |
| <i>i-j</i> | Z_{ij} | Y_0 | <i>i</i> | P_G | Q_G | Q_D | Q_D |
| 1-2 | $0.02+j0.06$ | $j0.03$ | 1 | 2.50 | 1.15 | 0.95 | 0.40 |
| 1-3 | $0.08+j0.24$ | $j0.025$ | 2 | 1.75 | 0.45 | 1.45 | 0.50 |
| 2-3 | $0.06+j0.18$ | $j0.02$ | 3 | - | - | 1.40 | 0.10 |
| 2-5 | $0.04+j0.12$ | $j0.015$ | 4 | - | - | 0.65 | 0.45 |
| 3-4 | $0.01+j0.03$ | $j0.10$ | 5 | 1.25 | 0.30 | 0.40 | 0.10 |
| 4-5 | $0.08+j0.24$ | $j0.025$ | | | | | |

TRACCIA N. 3: Energetica

Un'azienda di 1200 m² ha le seguenti richieste energetiche:

| | |
|--|------------------|
| Elettrico puro invernale: | fH = 1900 h/anno |
| Energia termica per usi di processo invernale: | fH = 1700 h/anno |
| Riscaldamento invernale: | fH = 2100 h/anno |
| Acqua calda sanitaria invernale: | fH = 1800 h/anno |
| Elettrico puro estivo: | fH = 1800 h/anno |
| Energia termica per usi di processo estivo: | fH = 1400 h/anno |
| Raffrescamento estivo: | fH = 1700 h/anno |
| Acqua calda sanitaria estiva: | fH = 1500 h/anno |
| Elettrico puro intermedio: | fH = 1400 h/anno |
| Acqua calda sanitaria intermedia: | fH = 1300 h/anno |

In base alla tipologia ed all'ubicazione si può ritenere che siano necessarie una potenza elettrica pura pari a 0,30 kW/m² nel periodo invernale ed estivo e 0,10 kW/m² nel periodo intermedio, una potenza termica per riscaldamento pari a 0,20 kW/m², una potenza termica per acqua calda sanitaria pari a 0,15 kW/m², una potenza termica per raffrescamento pari a 0,17 kW/m². La potenza termica per usi di processo è pari a 0,20 kW/m². Si faccia l'ipotesi che il sistema di cogenerazione funzioni a pieno carico ed in particolare si ipotizzi che l'AHP riesca a valorizzare integralmente l'energia termica ad alta temperatura disponibile dal cogeneratore CHP e che sia in grado di coprire il 70% della richiesta termica sia per il riscaldamento in inverno che per il raffrescamento in estate.

SISTEMA TRADIZIONALE (ST):

| | |
|------------|--|
| Estate | Elettrico puro: ($\eta_{PP} = 0,409$); Raffrescamento: EHP ($\eta_{PP} = 0,409$; $\eta_{me} = 0,950$; $COP_{IIP} = 2,65$); Usi di processo: caldaia ($\eta_C = 0,900$); Acqua calda sanitaria ($\eta_C = 0,900$); |
| Inverno | Elettrico puro: ($\eta_{PP} = 0,409$); Riscaldamento: EHP ($\eta_{PP} = 0,409$; $\eta_{me} = 0,950$; $COP_{IIP} = 2,70$); Usi di processo ($\eta_C = 0,900$); Acqua calda sanitaria ($\eta_C = 0,900$); |
| Intermedio | Elettrico puro: ($\eta_{PP} = 0,409$); Acqua calda sanitaria: caldaia ($\eta_C = 0,900$); |

SISTEMA PROPOSTO (SP):

| | |
|------------|---|
| Estate | Elettrico puro: cogeneratore (CHP) ($\eta_m = 0,400$, $\eta_{ge} = 0,955$, $\eta_{th,HT} = 0,250$) e impianto fotovoltaico (PV); Usi di processo: recupero termico a bassa temperatura CHP (LT); Raffrescamento: Assorbitore (AHP) bistadio alimentato dai reflui termici ad alta temperatura del cogeneratore ($COP_{AHP} = 1,36$) ed evaporatore GHP (Motore a combustione interna $\eta_m = 0,4$, $\eta_{th} = 0,2$; $COP_{IIP} = 2,75$); Acqua calda sanitaria: recupero termico dal motore a combustione interna della GHP (Motore a combustione interna: $\eta_m = 0,4$, $\eta_{th} = 0,2$; $COP_{IIP} = 2,75$); |
| Inverno | Elettrico puro: cogeneratore (CHP) ($\eta_m = 0,400$, $\eta_{ge} = 0,955$, $\eta_{th,HT} = 0,250$) e impianto fotovoltaico (PV); Usi di processo: recupero termico a bassa temperatura CHP (LT); Riscaldamento: Assorbitore (AHP) bistadio alimentato dai reflui termici ad alta temperatura del cogeneratore ($COP_{AHP} = 0,930$) e GHP (CUC=1,5) Acqua calda sanitaria: recupero termico dal motore a combustione interna della GHP (CUC=1,5) |
| Intermedio | Elettrico puro: cogeneratore (CHP) ($\eta_m = 0,400$, $\eta_{ge} = 0,955$, $\eta_{th,HT} = 0,250$) e impianto fotovoltaico (PV); Acqua calda sanitaria: GHP (CUC=1,5). |

L'impianto fotovoltaico a servizio dell'utenza ha una potenza di picco pari a 40 kW_p. La "producibilità" annuale dell'impianto PV è pari a 1293 kWh/kW_p, mentre l'energia elettrica ad esso associata su base annuale viene ripartita nel seguente modo: 27,1% in inverno, 36,7% nel periodo estivo e 36,2% nel periodo intermedio. Il costo del impianto PV è pari a 1000 €/kW_p e non è previsto alcun incentivo associato a tale tecnologia.

Si considerino un cogeneratore alimentato a gas naturale (PCI = 9,52 kWh/Nm³) con una potenza elettrica di 270 kW e un sovraccosto pari a 1000 €/kW_{el}, una AHP da 207 kW_{fr} con un sovraccosto rispetto all'EHP di 400 €/kW_{fr}, una GHP da 70 kW_{fr} con un sovraccosto rispetto alla EHP di 350 €/kW_{fr}. I costi di manutenzione associati al sistema di cogenerazione sono pari a 12,0 €/MWh_{el}. Per la valorizzazione economica di eventuali eccedenze di energia elettrica si faccia riferimento alla tariffe di vendita relative alla Fascia F1, Sud (Ottobre 2016).

In base ai dati indicati si valuti su base annua per i sistemi ST ed SP:

1. il REP;
2. il REP su base annuale associato al solo sistema di cogenerazione;
3. il REP su base annuale associato alla sola GHP;
4. le emissioni di CO₂ equivalente ($\alpha = 0,569$ kg CO₂/kWh_{el}; $\beta = 0,205$ kg CO₂/kWh_{EP});
5. le emissioni di CO₂ evitate;
6. il PES (installazione in Campania nel 2016, impianto di cogenerazione basato su motore alternativo a combustione interna, erogazione energia elettrica in media tensione: 8,4 kV; energia termica per acqua calda (LT) e vapore (HT));
7. il SPB con l'apporto dei Certificati Bianchi (CB, valore certificato 130 €/tep);
8. VAN e IP ($a=4,00\%$ e $N=10$ anni) con l'apporto dei CB;
9. valutare gli indici energetici, economici e di impatto ambientale nel caso in cui non si consideri il contributo dell'impianto PV.
10. valutare gli indici energetici, economici e di impatto ambientale nel caso in cui si consideri la BAT (Best Available Technology) per il sistema tradizionale ($\eta_{PP} = 0,520$, $\eta_C = 0,950$, $COP_{IIP} = 3,00$ (estate), $COP_{IIP} = 3,10$ (inverno) e $\alpha = 0,405$ kg CO₂/kWh_{el}, $C_{u,el}$ ridotto del 10% rispetto al caso base) tenendo conto di una riduzione del sovraccosto del SP del 10%.

Prezzi 2016 (Euro/MWh)

| Fascia | | F1 | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Zona | gen. | feb. | mar. | apr. | mag. | giu. | lug. | ago. | set. | ott. | nov. | dic. |
| Centro Nord | 49,26 | 36,76 | 33,94 | 30,19 | 34,44 | 40,07 | 48,30 | 37,75 | 47,22 | 51,76 | | |
| Centro Sud | 48,50 | 36,16 | 33,69 | 29,24 | 33,73 | 39,76 | 45,72 | 34,74 | 46,14 | 43,56 | | |
| Nord | 58,26 | 41,72 | 37,00 | 31,71 | 35,61 | 39,24 | 44,86 | 34,76 | 46,43 | 42,85 | | |
| Sardegna | 49,06 | 36,76 | 34,18 | 29,56 | 33,19 | 39,72 | 44,86 | 34,76 | 46,43 | 42,85 | | |
| Sicilia | 45,98 | 39,93 | 36,17 | 31,03 | 35,12 | 38,40 | 49,44 | 50,25 | 46,61 | 44,56 | | |
| Sud | 37,16 | 36,40 | 31,68 | 28,74 | 33,70 | 38,32 | 42,33 | 34,84 | 37,59 | 43,08 | | |

| Fascia | | F2 | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Zona | gen. | feb. | mar. | apr. | mag. | giu. | lug. | ago. | set. | ott. | nov. | dic. |
| Centro Nord | 48,29 | 36,04 | 35,82 | 35,11 | 34,96 | 37,97 | 38,88 | 33,10 | 38,48 | 48,23 | | |
| Centro Sud | 47,51 | 35,10 | 35,48 | 34,65 | 34,39 | 36,34 | 38,41 | 33,02 | 39,08 | 46,72 | | |
| Nord | 49,10 | 37,47 | 36,39 | 34,43 | 31,59 | 32,98 | 39,59 | 34,25 | 39,32 | 53,68 | | |
| Sardegna | 49,77 | 37,99 | 37,03 | 35,16 | 38,25 | 37,26 | 39,83 | 33,72 | 36,69 | 44,06 | | |
| Sicilia | 51,34 | 44,75 | 47,76 | 39,35 | 38,00 | 39,07 | 53,61 | 57,26 | 53,52 | 56,13 | | |
| Sud | 43,62 | 35,54 | 34,94 | 34,19 | 34,94 | 36,59 | 38,16 | 33,09 | 37,59 | 45,07 | | |

| Fascia | | F3 | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Zona | gen. | feb. | mar. | apr. | mag. | giu. | lug. | ago. | set. | ott. | nov. | dic. |
| Centro Nord | 36,10 | 29,26 | 30,05 | 28,05 | 30,52 | 33,31 | 33,06 | 29,69 | 33,89 | 41,99 | | |
| Centro Sud | 35,81 | 29,39 | 30,08 | 27,62 | 29,89 | 32,94 | 32,43 | 29,66 | 34,33 | 41,93 | | |
| Nord | 38,26 | 29,07 | 30,11 | 26,73 | 25,84 | 26,06 | 33,55 | 30,29 | 34,14 | 43,76 | | |
| Sardegna | 34,55 | 29,81 | 29,94 | 27,48 | 31,88 | 33,14 | 33,99 | 30,39 | 33,40 | 41,44 | | |
| Sicilia | 39,71 | 33,51 | 37,52 | 29,04 | 36,31 | 34,26 | 45,59 | 46,82 | 46,60 | 41,33 | | |
| Sud | 32,06 | 29,09 | 29,23 | 27,64 | 30,09 | 33,32 | 32,33 | 29,61 | 33,91 | 41,51 | | |

| Tariffe settore industriale 2015 | | | |
|--|---------------------|------------------|--------------------------------|
| Tariffe in funzione delle fasce di consumo elaborate da AEEGSI | | Costo specifico | Costo specifico defiscalizzato |
| da [m ³] | a [m ³] | €/m ³ | €/m ³ |
| 0 | 5.000 | 1,067 | 1,046 |
| 5.001 | 200.000 | 0,854 | 0,833 |
| 200.001 | 2.000.000 | 0,801 | 0,780 |
| 2.000.001 | 26.000.000 | 0,761 | 0,740 |
| 26.000.001 | 263.000.000 | 0,591 | 0,570 |
| 263.000.001 | 2.627.000.000 | 0,397 | 0,376 |
| 2.627.000.001 | 26.268.000.000 | 0,324 | 0,303 |
| 26.268.000.001 | 105.072.000.000 | 0,305 | 0,284 |

| Dati 2015 - uso industriale dati AEEGSI | | | |
|---|----------------------|----------|-------------------------|
| Fascia di consumo | Consumo annuo in MWh | | Imposte e tasse incluse |
| | DA | A | €/kWh |
| IA | ≤20 | | 0,322 |
| IB | 20 | ≤500 | 0,225 |
| IC | 500 | ≤2.000 | 0,186 |
| ID | 2.001 | ≤20.000 | 0,166 |
| IE | 20.001 | ≤70.000 | 0,138 |
| IF | 70.001 | ≤150.000 | 0,114 |
| IG | >150.000 | | 0,100 |

| Utenza civile anno 2015 | | | |
|--|---------------------|------------------|--------------------------------|
| Tariffe in funzione delle fasce di consumo elaborate da AEEGSI | | Costo specifico | Costo specifico defiscalizzato |
| da [m ³] | a [m ³] | €/m ³ | €/m ³ |
| 0 | 120 | 0,728 | 0,508 |
| 121 | 480 | 0,910 | 0,690 |
| 481 | 1.560 | 0,890 | 0,670 |
| 1.561 | 5.000 | 0,883 | 0,663 |
| 5.001 | 80.000 | 0,796 | 0,576 |
| 80.001 | 2.000.000 | 0,876 | 0,656 |

| Dati 2015 - uso civile dati AEEGSI | | |
|------------------------------------|-------|-------------------------|
| Consumo annuo in kWh | | Imposte e tasse incluse |
| DA | A | €/kWh |
| 0 | 1000 | 0,294 |
| 1001 | 2500 | 0,211 |
| 2501 | 5000 | 0,244 |
| 5001 | 15000 | 0,304 |
| > 15000 | | 0,335 |

| Categoria | Tipo di combustibile | Anno di costruzione | | |
|-----------|--|---------------------|-----------|----------|
| | | Antecedente al 2012 | 2012-2015 | Dal 2016 |
| Solidi | S1 Carbon fossile compresa antracite, carbone bituminoso, carbone sub-bituminoso, coke, semicoke, coke di petrolio | 44,2 | 44,2 | 44,2 |
| | S2 Lignite, mattonelle di lignite, olio di scisto | 41,8 | 41,8 | 41,8 |
| | S3 Torba, mattonelle di torba | 39,0 | 39,0 | 39,0 |
| | S4 Biomassa secca fra cui legna e altri tipi di biomassa solida compresi pellet e mattonelle di legno, trucioli di legno essiccati, scarti in legno puliti e asciutti, gusci e noccioli d'oliva e altri noccioli | 33,0 | 33,0 | 33,0 |
| | S5 Altri tipi di biomassa solida compresi tutti i tipi di legno non inclusi in S4 e liquame nero e marrone. | 25,0 | 25,0 | 30,0 |
| | S6 Rifiuti urbani e industriali (non rinnovabili) e rifiuti rinnovabili/biodegradabili | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| Liquidi | L7 Olio combustibile pesante, gasolio, altri prodotti petroliferi | 44,2 | 44,2 | 44,2 |
| | L8 Bioliquidi compresi biometanolo, bioetanolo, biobutanolo, biodiesel e altri bioliquidi | 44,2 | 44,2 | 44,2 |
| | L9 Liquidi residui, compresi rifiuti biodegradabili e non rinnovabili (inclusi sego, grasso e trebbie) | 25,0 | 25,0 | 29,0 |
| Gassosi | G10 Gas naturale, GPL, GNL e biometano | 32,5 | 32,5 | 33,0 |
| | G11 Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi | 44,2 | 44,2 | 44,2 |
| | G12 Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica | 42,0 | 42,0 | 42,0 |
| | G13 Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria) | 35,0 | 35,0 | 35,0 |
| Altri | O14 Calore di scarto (compresi i gas di scarico ad alta temperatura e i prodotti da reazioni chimiche esotermiche) | | | 30,0 |
| | O15 Energia nucleare | | | 33,0 |
| | O16 Energia solare termica | | | 30,0 |
| | O17 Energia geotermica | | | 19,5 |
| | O18 Altri combustibili non menzionati | | | 30,0 |

| Zona climatica | Temperatura media (°C) | Fattore di correzione in punti percentuali |
|---|------------------------|--|
| Zona A: Valle d'Aosta; Trentino Alto-Adige; Piemonte; Friuli-Venezia Giulia; Lombardia; Veneto; Abruzzo; Emilia-Romagna; Liguria; Umbria; Marche; Molise; Toscana | 11,315 | -0,369 |
| Zona B: Lazio; Campania; Basilicata; Puglia; Calabria; Sardegna; Sicilia | 16,043 | -0,104 |

| Livello di tensione di consegna | Fattore di correzione (all'interno del sito) | Fattore di correzione (all'interno del sito) |
|---------------------------------|--|--|
| ≥ 345kV | 1 | 0,976 |
| ≥ 200 — < 345kV | 0,972 | 0,961 |
| ≥ 100 — < 200kV | 0,961 | 0,951 |
| ≥ 50 — < 100kV | 0,952 | 0,916 |
| ≥ 12 — < 50kV | 0,915 | 0,914 |
| ≥ 0,45 — < 12kV | 0,918 | 0,891 |
| < 0,45kV | 0,888 | 0,831 |

| Categoria | Tipo di combustibile | Anno di costruzione | | | | | |
|-----------|--|---------------------|------------|---|-------------|------------|---|
| | | Antecedente al 2016 | | | Dal 2016 | | |
| | | Acqua calda | Vapore (%) | Utilizzo diretto del gas di scarico (%) | Acqua calda | Vapore (%) | Utilizzo diretto del gas di scarico (%) |
| Solidi | S1 Carbon fossile compresa antracite, carbone bituminoso, carbone sub-bituminoso, coke, semicoke, coke di petrolio | 88 | 81 | 80 | 88 | 81 | 80 |
| | S2 Lignite, mattonelle di lignite, olio di scisto | 86 | 81 | 78 | 86 | 81 | 78 |
| | S3 Torba, mattonelle di torba | 86 | 81 | 78 | 86 | 81 | 78 |
| | S4 Biomassa secca fra cui legna e altri tipi di biomassa solida compresi pellet e mattonelle di legno, trucioli di legno essiccati, scarti in legno puliti e asciutti, gusci e noccioli d'oliva e altri noccioli | 86 | 81 | 78 | 86 | 81 | 78 |
| | S5 Altri tipi di biomassa solida compresi tutti i tipi di legno non inclusi in S4 e liquame nero e marrone. | 80 | 75 | 72 | 80 | 75 | 72 |
| | S6 Rifiuti urbani e industriali (non rinnovabili) e rifiuti rinnovabili/biodegradabili | 80 | 75 | 72 | 80 | 75 | 72 |
| Liquidi | L7 Olio combustibile pesante, gasolio, altri prodotti petroliferi | 89 | 84 | 81 | 85 | 80 | 77 |
| | L8 Bioliquidi compresi biometanolo, bioetanolo, biobutanolo, biodiesel e altri bioliquidi | 89 | 84 | 81 | 85 | 80 | 77 |
| | L9 Liquidi residui, compresi rifiuti biodegradabili e non rinnovabili (inclusi sego, grasso e trebbie) | 80 | 75 | 72 | 75 | 70 | 67 |
| Gassosi | G10 Gas naturale, GPL, GNL e biometano | 90 | 85 | 82 | 92 | 87 | 84 |
| | G11 Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi | 89 | 84 | 81 | 90 | 85 | 82 |
| | G12 Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica | 70 | 65 | 62 | 80 | 75 | 72 |
| | G13 Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria) | 80 | 75 | 72 | 80 | 75 | 72 |

fattore K:
1,4 per $P_{el} \leq 1$ MW;
1,3 per 1 MW $< P_{el} \leq 10$ MW;
1,2 per 10 MW $< P_{el} \leq 80$ MW;
1,1 per 80 MW $< P_{el} \leq 100$ MW;
1,0 per $P_{el} > 100$ MW.