



***Sistemi di Gestione  
dell'Energia –  
Audit Energetico e Case  
History di Risparmio***

**Giuseppe Lo Grasso**  
**Area Ambiente e Sicurezza**  
**Certiquality**  
**[g.lograsso@certiquality.it](mailto:g.lograsso@certiquality.it)**  
**Tel 334 5727136**

**Convegno c/o Parco  
Tecnologico Kilometro Rosso**  
**Bergamo**  
**29 giugno 2010**

## AUDIT ENERGETICO INDUSTRIALE e CIVILE - TERZIARIO

Le attività Certiquality nel settore energetico:

- Effettuazione di **Audit energetici in ambito industriale**
- **Partecipazione a Progetti europei di efficienza energetica (CARE PLUS - INTELLIGENT ENERGY)**
- Effettuazione di audit in ambito civile – terziario e attività di **Certificazione energetica di edifici (CENED, BEST CLASS, Protocollo LEED)**
- Verifica delle emissioni dei **gas serra** per il rispetto del protocollo di Kyoto
- Certificazione **ISO 14001 ed EMAS** delle aziende di produzione e distribuzione di energia elettrica

# AUDIT ENERGETICO: NOTE METODOLOGICHE

Per quanto riguarda la metodologia utilizzata per l'audit energetico **sono impiegate le seguenti Schede Tecniche** specifiche per il rilievo dei parametri significativi degli impianti:

- Scheda 1) **DATI GENERALI**
- Scheda 2) **IMPIANTI DI GENERAZIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA**
- Scheda 3) **IMPIANTI DI CONVERSIONE DI ENERGIA TERMICA**
- Scheda 4) **IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE AMBIENTI**
- Scheda 5) **IMPIANTI DI RISCALDAMENTO AMBIENTI**
- Scheda 6) **SISTEMI DI DISTRIBUZIONE DEI FLUIDI VETTORI CALDI E FREDDI**
- Scheda 7) **UTILIZZI DI ENERGIA ELETTRICA**
- Scheda 8) **IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**



## **AREE ESAMINATE DURANTE L'AUDIT**

- **1) Impianti di generazione e distribuzione di Energia elettrica e termica - Recupero Calore - Impianti con Fonti Energetiche Rinnovabili**
- **2) Ottimizzazione di Reti di distribuzione per Fluidi**
- **3) Ottimizzazione del Rendimento di Caldaie e Forni**
- **4) Bilancio Energetico complessivo e per singolo processo**
- **5) Sistemi innovativi per i processi di lavorazione**
- **6) Nuove tecnologie per la produzione di Energia Termica, Frigorifera, Elettrica (Meccanica)**
- **7) Contratti di fornitura energia (elettrica, combustibili)**
- **8) Addestramento e formazione del personale addetto alla gestione e utilizzo dell'energia**
- **9) Manutenzione degli Impianti**

## **8) ADDESTRAMENTO e FORMAZIONE del personale per la gestione e l'utilizzo dell'energia**

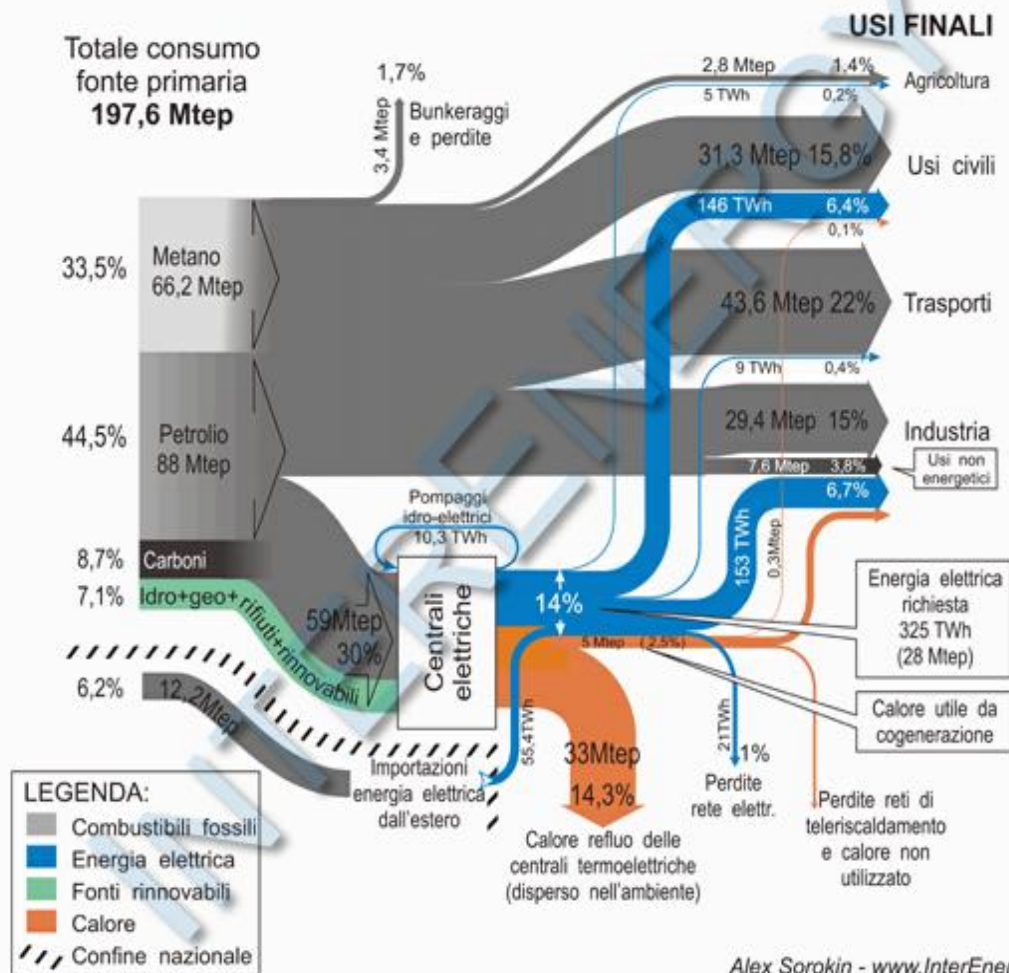
- **Nozioni di base e approfondimento di temi specifici sull'uso razionale dell'energia**
- **Corsi per la Conduzione di macchine termiche, caldaie, forni, impianti termici**
- **Applicazione di Sistemi per la Gestione dell'Energia (su schema Norme UNI CEI EN 16001, ISO 14000)**

## **9) MANUTENZIONE degli IMPIANTI**

- **Elevato peso della corretta Gestione Manutenzione Impianti sulla bolletta energetica complessiva di uno stabilimento: variabile da minimo 1% con manutenzione accurata, sino a valori di 15-20% con manutenzione superficiale**
- **Problema della “terziarizzazione “ad imprese esterne, non particolarmente attente ai costi energetici, né responsabilizzate**
- **Formazione specifica del personale di manutenzione per il controllo dei consumi energetici (collegamento con i Sistemi per la Gestione dell’Energia)**
- **Applicazione di Sistemi di controllo e supervisione (DCS - SCADA) per ottimizzare l’impiego dell’energia elettrica e termica**
- **Utilizzo di Sistemi informativi per la Manutenzione degli impianti (CMMS o SIM), gestione dei controlli di sicurezza**

# BILANCIO ENERGETICO - ITALIA 2004

## Principali fonti, flussi ed usi finali dell'energia



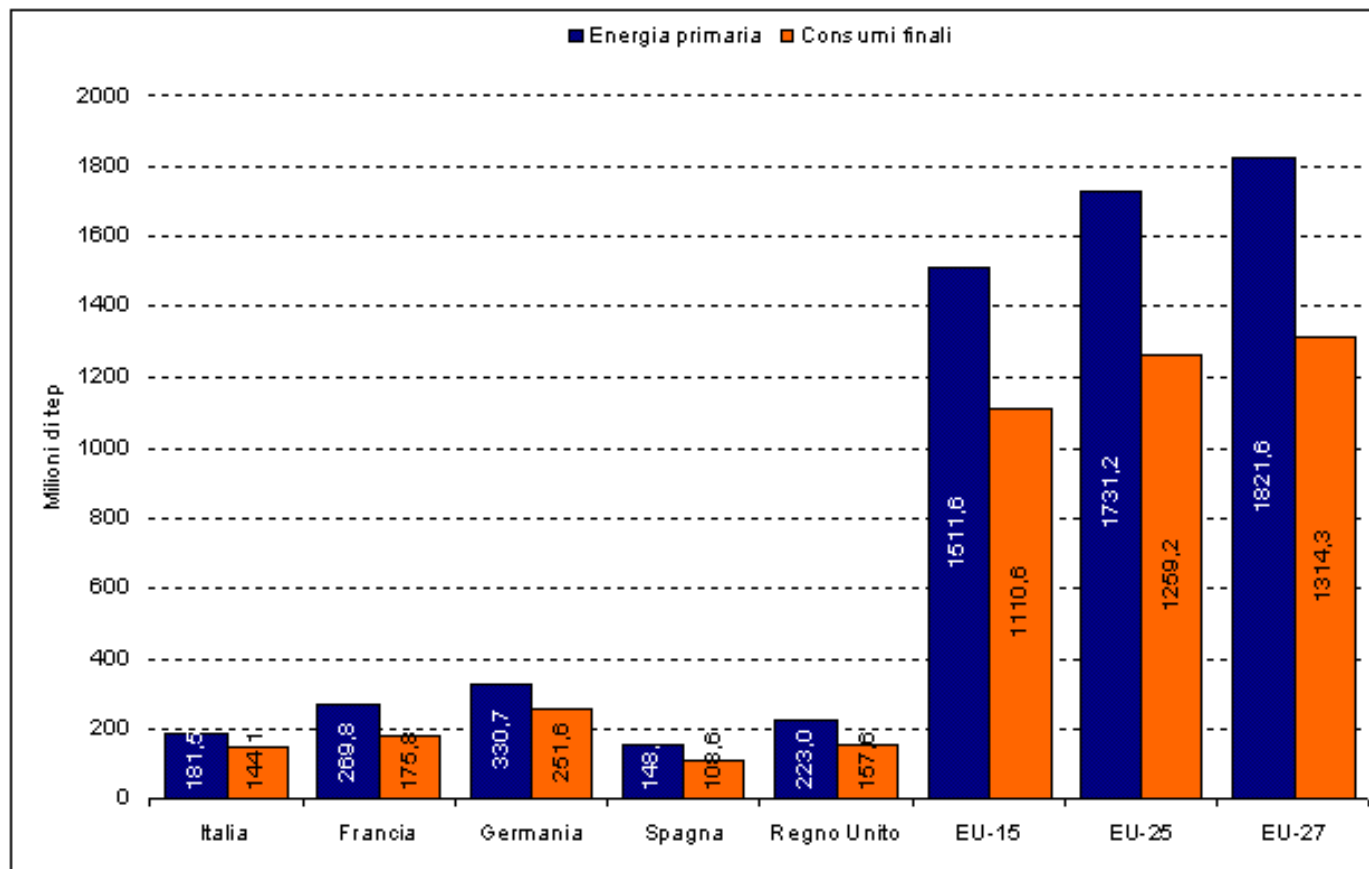
Tutte le percentuali sono riferite al totale di fonte primaria = 100%

Fonti:

- TERNA - Bilancio energia elettrica in Italia 2004
- ENEA - Rapporto Energia e Ambiente 2005
- AIRU - Foglio di collegamento - Annuario 2004

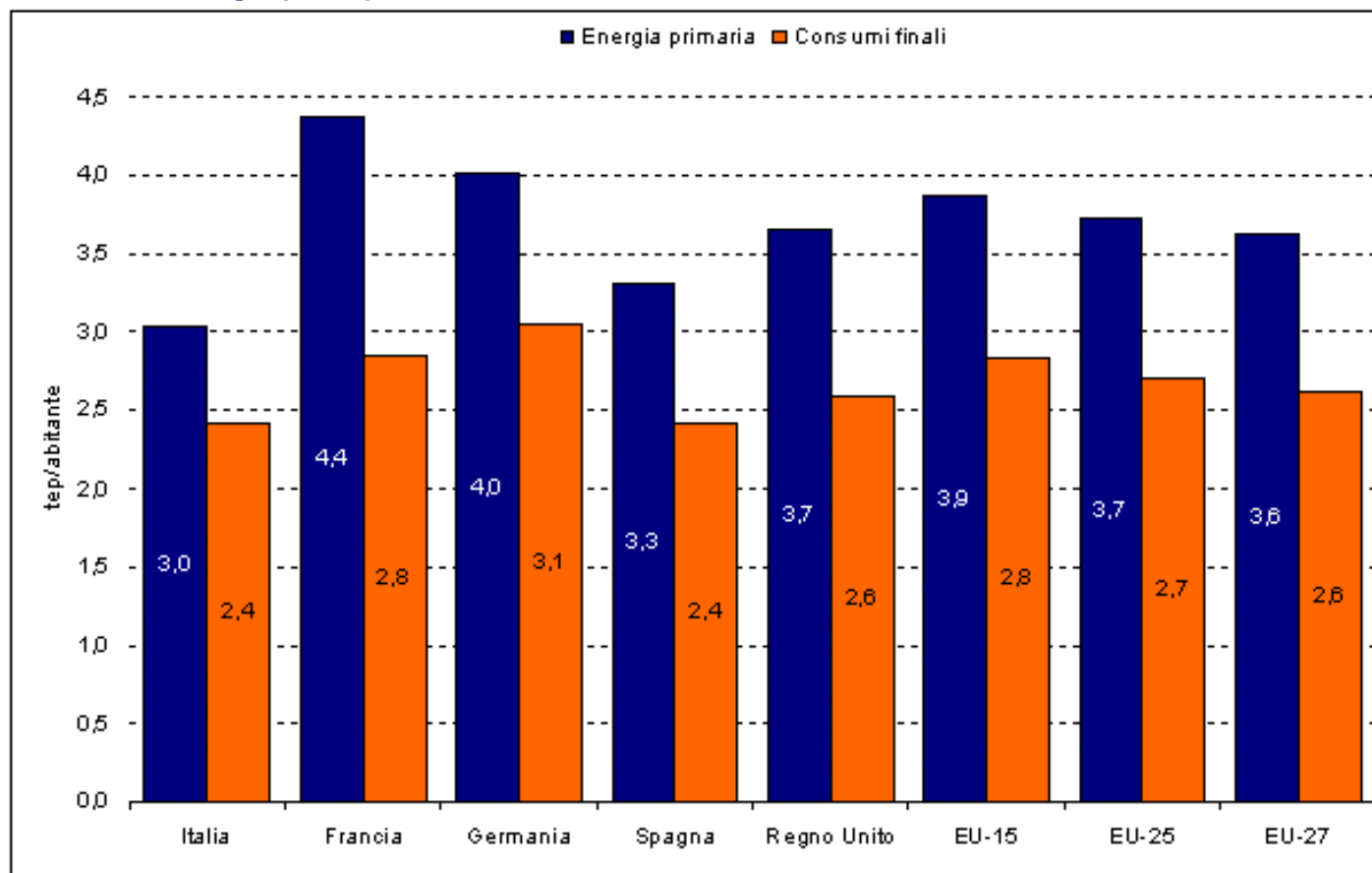
## Consumi di energia nel 2007

Fonte: Enerdata marzo 2009



| Mtep             | Italia | Francia | Germania | Spagna | Regno Unito | EU-15  | EU-25  | EU-27  |
|------------------|--------|---------|----------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| Energia primaria | 181,5  | 269,8   | 330,7    | 148,6  | 223,0       | 1511,6 | 1731,2 | 1821,6 |
| Consumi finali   | 144,1  | 175,8   | 251,6    | 108,6  | 157,6       | 1110,6 | 1259,2 | 1314,3 |

**Consumi di energia procapite nel 2007** Fonte: Enerdata marzo 2009



| tep/abitate      | Italia | Francia | Germania | Spagna | Regno Unito | EU-15 | EU-25 | EU-27 |
|------------------|--------|---------|----------|--------|-------------|-------|-------|-------|
| Energia primaria | 3,0    | 4,4     | 4,0      | 3,3    | 3,7         | 3,9   | 3,7   | 3,6   |
| Consumi finali   | 2,4    | 2,8     | 3,1      | 2,4    | 2,6         | 2,8   | 2,7   | 2,6   |

## Bilancio energetico nazionale 2007

- **Consumi finali di ~ 144 MTEP per settore:**
  - • **Trasporti ~ 30%**
  - • **Industria~ 28%**
  - • **Residenziale ~ 21%**
  - • **Terziario~ 11%**
  - • **Altri ~ 10%**
- **Consumi lordi di ~ 181,5 MTEP per fonte:**
  - **Petrolio ~ 43%**
  - **Gas ~ 36%**
  - **Carbone~ 9%**
  - **Elettricità primaria~ 6%**
  - **Altri ~ 6%**

## Cicli combinati

Ciclo Brayton

**Ciclo topper**

**temperature 1300°C - 560°C**

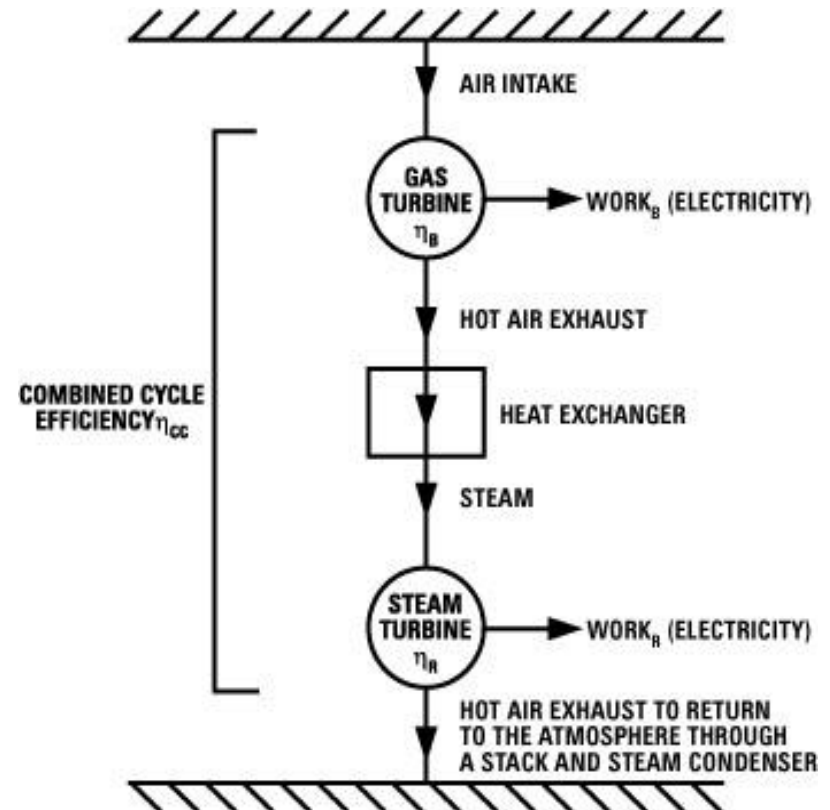
**(cascame di calore)**

Ciclo Rankine

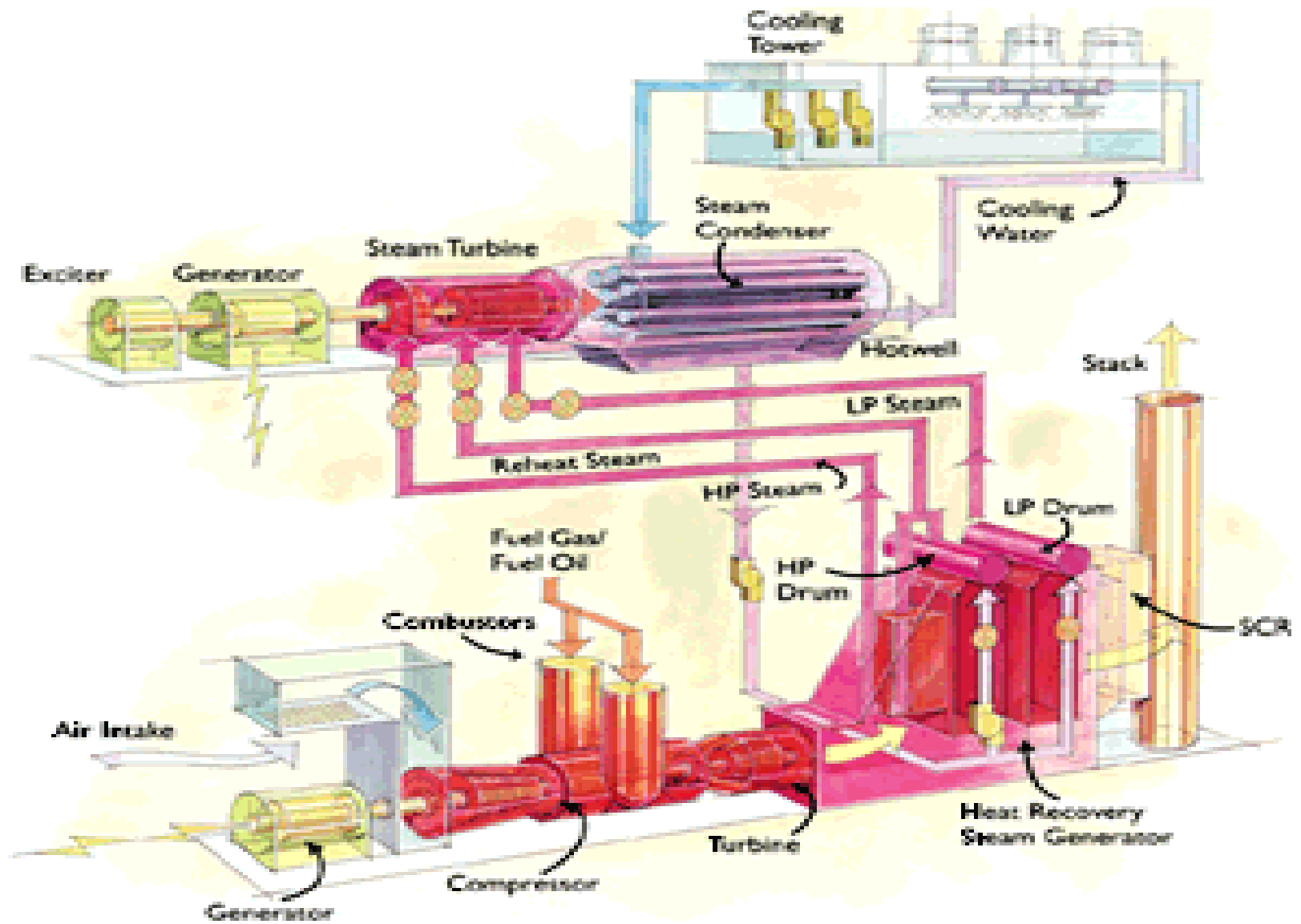
**Ciclo bottomer**

**temperature 540°C - 40°C**

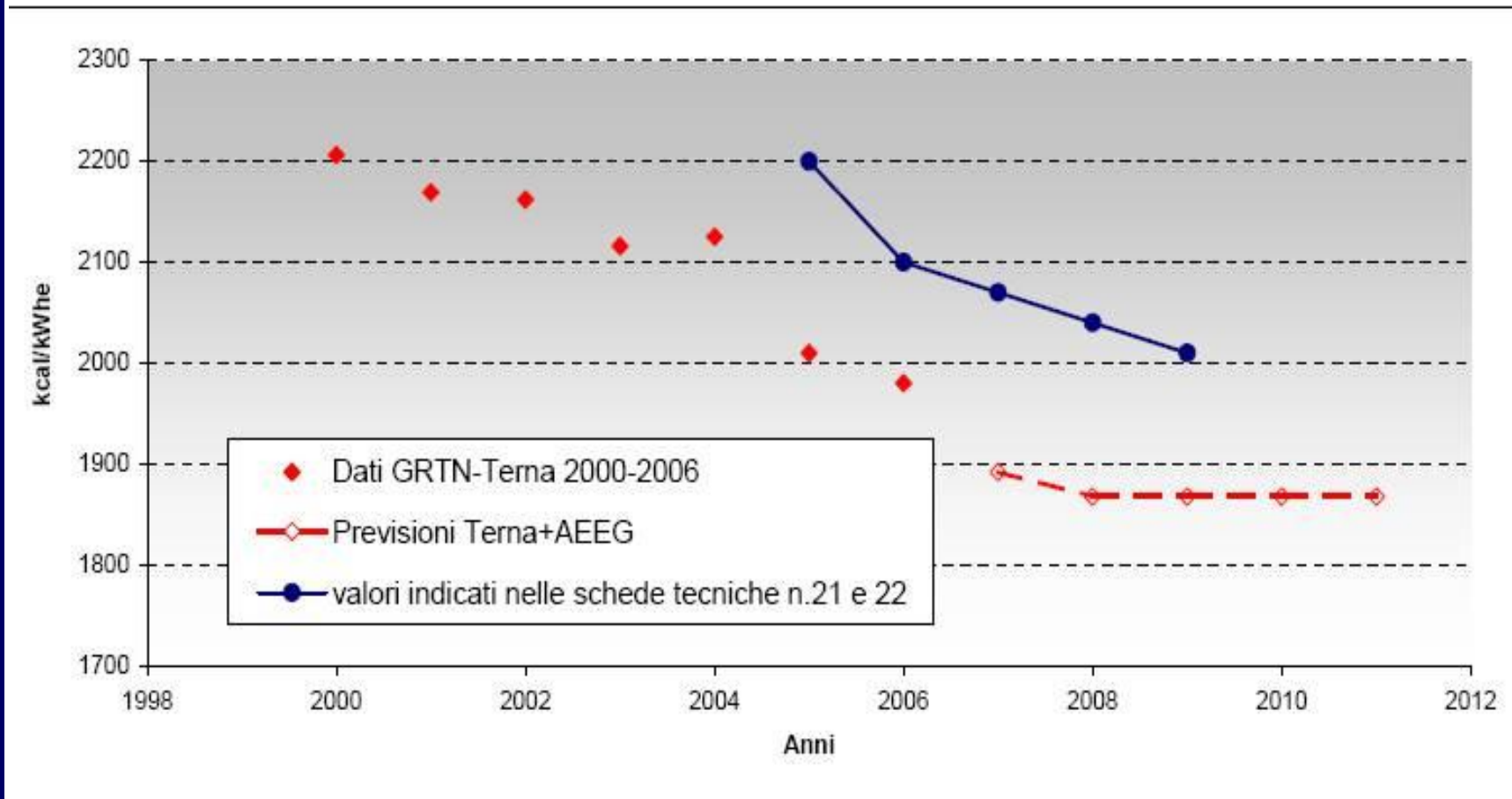
**(corrosione da idrogeno)**



# Cicli combinati



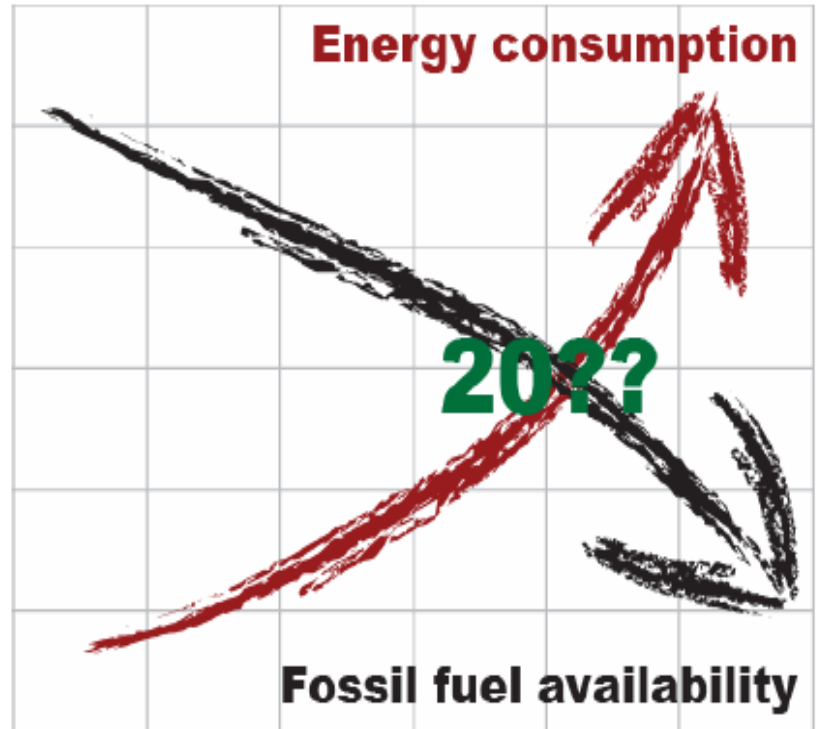
## Rendimento Cicli combinati



*Figura 1 - Andamento passato e previsioni future dei valori di consumo specifico medio riferito alla produzione netta (kcal/kWhe)*

## DISPONIBILITA' RISORSE E CONSUMI PREVISTI

1. Energy consumption is not only rising, but the rate of change is accelerating
2. The times for easy oil are over. Conventional resources will be soon used and non conventional resources are difficult/costly to utilize
3. The CO2 emissions are rising as a result of fossil fuels dominance as well as increased use of coal



Source: Shell, CEO J vd Veer 31.5.2007 in St Gallens

**CASE HISTORY di OTTIMIZZAZIONE  
dell'uso dell'ENERGIA  
nei processi produttivi e nei servizi  
industriali di stabilimento**



# STABILIMENTO PRODUZIONE DETERGENTI

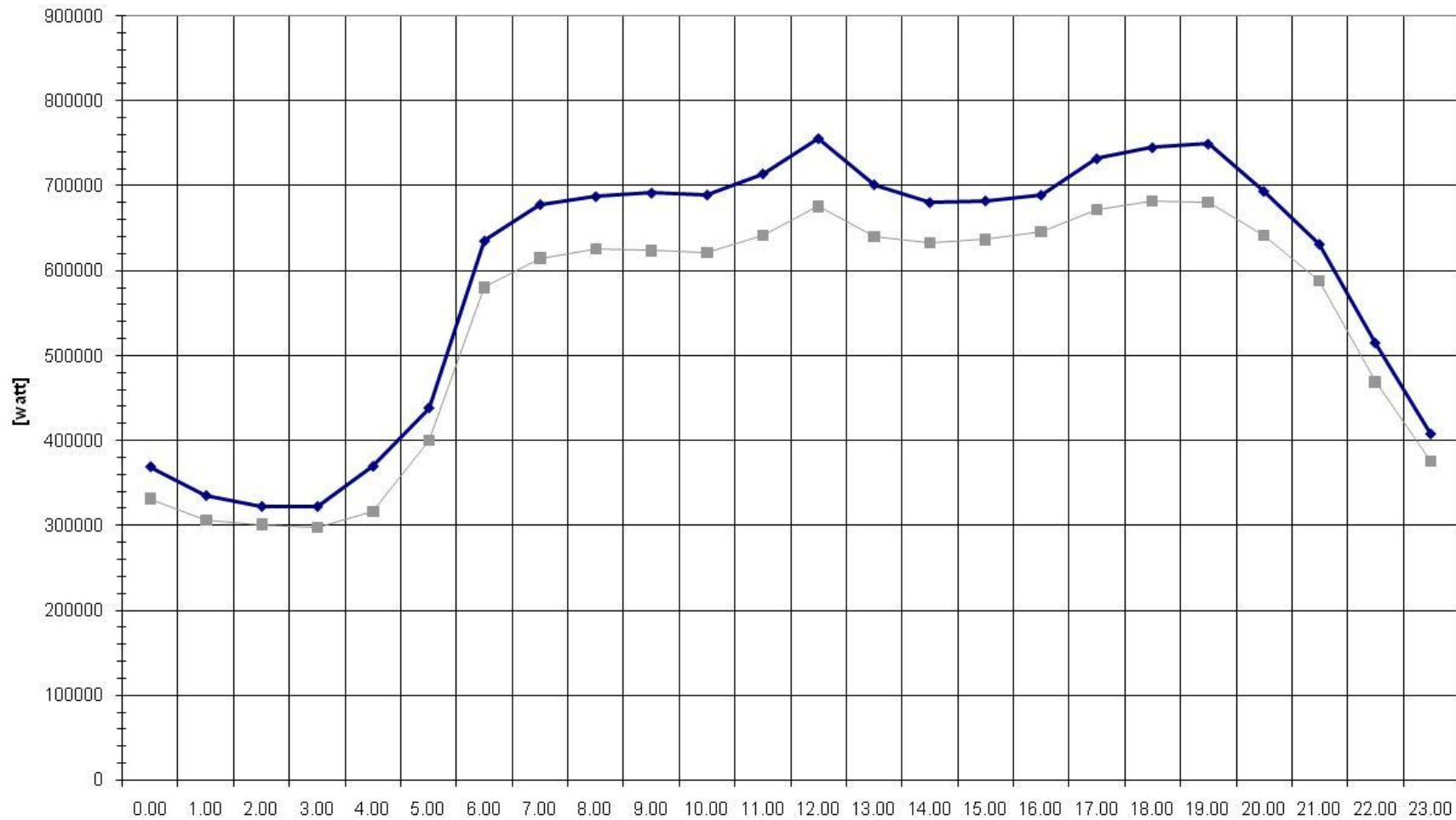
- **SOCIETA' MULTINAZIONALE** ben organizzata e attenta ai costi di gestione
- Consumo annuo energia elettrica: **4.200.000 kWh/anno**
- Consumo annuo gas: **543.000 Sm<sup>3</sup>/anno**
- Costo totale energia: (e.e. 540.000 € + gas 210.00 €) = **760.000 €/anno**
- **RIDUZIONE CONSUMO di ENERGIA ELETTRICA**
- Riduzione 30% e.e. ore vuote F3 mediante la fermata di utenze non utilizzate (pompe, motori, illuminazione, dispositivi vari) pari a **44.000 €/anno**
- Riduzione 7% mediante razionalizzazione motori-efficienza-taglia-inverter-no centraline oleodinamiche-DCS impianti-CMMS manutenzione pari a **27.000 €/anno**
- **RIDUZIONE CONSUMO di GAS**
- Riduzione 30% gas per produzione (trasformazione da vapore ad H<sub>2</sub>O calda) pari a **40.000 €/anno**
- Riduzione 10% gas per riscaldamento ambiente pari a **9.000 €/anno**
- Riduzione consumo di aria 25% con compressore VSD e accurata manutenzione delle macchine utilizzatrici, linee, collegamenti, innesti rapidi
- **TOTALE RISPARMIO INDIVIDUATO: 120.000 €/anno pari al 16%**
- **IMPIANTO COGENERAZIONE 300 kWe, 400 kWt, costo (con SCR) = 650.000 € :**
- **payback = 4 anni + ulteriore risparmio 161.000 €/anno pari al 21%**

# STABILIMENTO PRODUZIONE DETERGENTI

| ELENCO UTENZE ELETTRICHE<br>RAGGRUPPATE PER AREA -<br>Stabilimento B M - ANNO 2007 | CONSUMO ANNUO<br>PER GRUPPO DI<br>UTENZE valore<br>percentuale % | CONSUMO ANNUO<br>PER GRUPPO DI<br>UTENZE valore<br>kWh | CONSUMO<br>TOTALE E.E.<br>ANNUO kWh | Ore funz/<br>anno<br>h/ anno | Potenza<br>elettrica<br>media<br>kWe |
|--|--|--|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Pompe pozzi  | 1,2  | 50.505   |                                     |                              |                                      |
| Compressori  | 14,2   | 591.456  |                                     |                              |                                      |
| Condizionatore confezionamento   | 2,9  | 119.794  |                                     |                              |                                      |
| FABBRICAZIONE  | 10,6   | 442.861  |                                     |                              |                                      |
| CONFEZIONAMENTO  | 6,6  | 273.397  |                                     |                              |                                      |
| MAGAZZINO PF   | 16,1   | 672.849  |                                     |                              |                                      |
| MAGAZZINO SUD  | 9,5  | 394.860  |                                     |                              |                                      |
| MENSA  | 4,5  | 187.413  |                                     |                              |                                      |
| R&D  | 6,2  | 257.953  |                                     |                              |                                      |
| UFFICI 1° PIANO  | 2,3  | 94.332   |                                     |                              |                                      |
| Luci Confezionamento   | 8,9  | 371.069  |                                     |                              |                                      |
| Pastalavamani  | 1,4  | 59.271   |                                     |                              |                                      |
| CENTRALE TERMICA   | 3,4  | 143.586  |                                     |                              |                                      |
| ALTRI CONSUMI (da misurare)  | 12,3   | 514.654  |                                     |                              |                                      |
| <b>TOTALE</b>  | <b>100,0</b>   | <b>4.174.000</b>                                       | <b>4.174.000</b>                    |                              |                                      |

# STABILIMENTO PRODUZIONE DETERGENTI

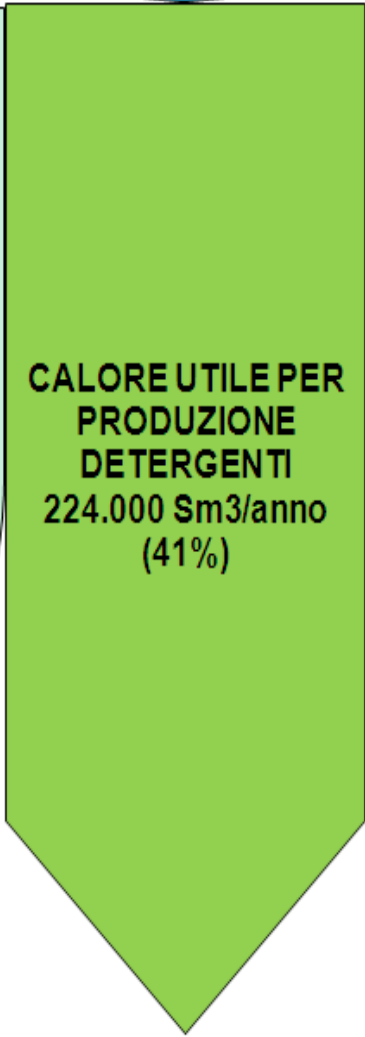
curva di carico feriale \_ febbraio 08 \_



**ENERGIA TERMICA ENTRANTE IN CENTRALE**  
543.000 Sm<sup>3</sup> di metano CH<sub>4</sub> (100%)



**CALORE PER RISCALDAMENTO AMBIENTE**  
reparti di produzione e uffici 156.000 Sm<sup>3</sup>/anno  
(29%)



**CALORE UTILE PER  
PRODUZIONE  
DETERGENTI**  
224.000 Sm<sup>3</sup>/anno  
(41%)

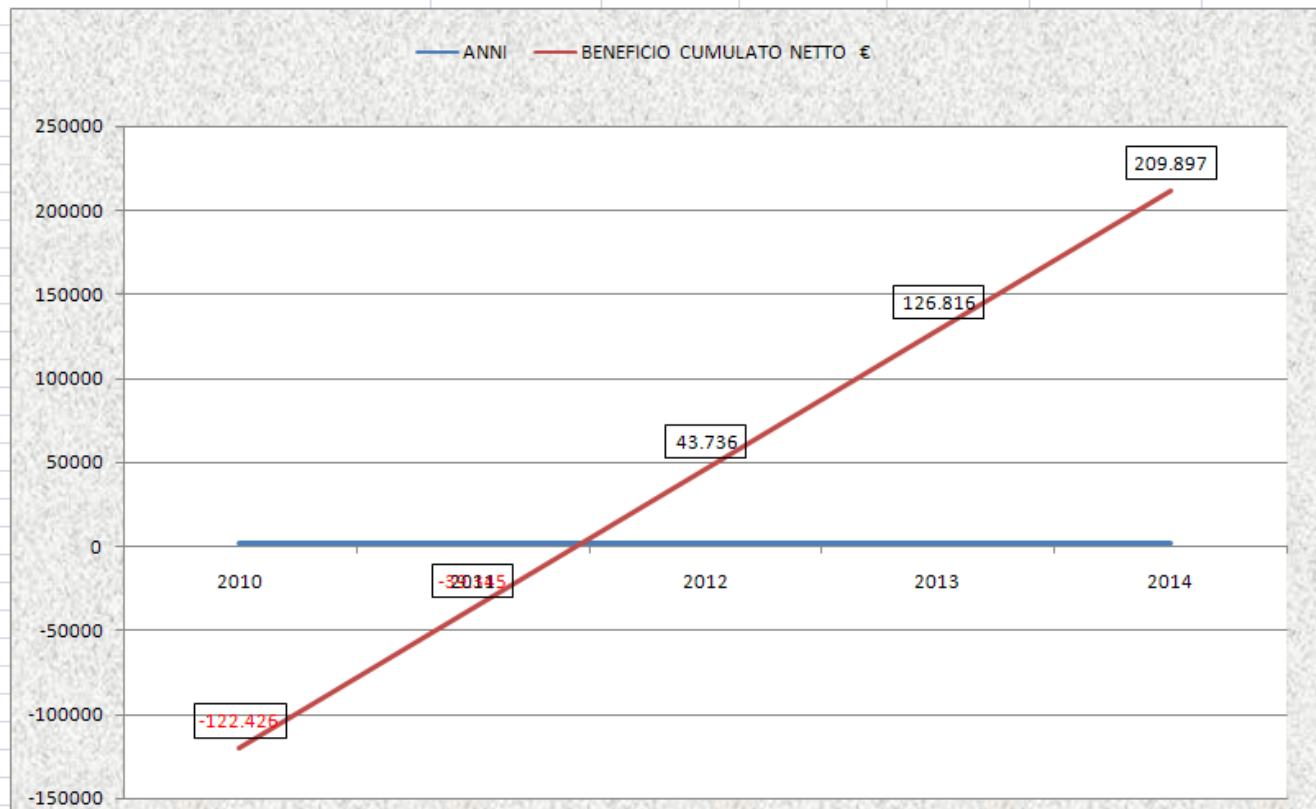


**PERDITE  
CALDAIE +  
RETE  
DISTRIBUZION**  
produzione +  
riscald amb  
163.000  
Sm<sup>3</sup>/anno  
(30%)

| <b>PROGETTO A) - REVAMPING CENTRALE TERMICA - n. 3 CALDAIE - DETTAGLIO COSTI</b> |   | <b>Costo parziale<br/>€</b> | <b>Costi parziali<br/>per argomenti<br/>€</b> |
|--|---|-----------------------------|---|
| <b>A 1</b>   | <b>APPARECCHIATURE MECCANICHE</b>   |                             | <b>143.500</b>                                |
|  | Acquisto n. 3 caldaie industriali tipo a condensazione, potenza nominale 800 kWt, complete di bruciatori modulanti con rapporto di regolazione 1:5 (150-800 kWt), quadri di comando e controllo elettronico, accessori vari   | 87.000                      |   |
|  | N. 3 nuove pompe regolabili con inverter / valvole / filtri / collegamenti ad impianti esistenti  | 15.000                      |   |
|  | Costruzione di nuova rete di distribuzione acqua calda dimensionata per 10-50 m <sup>3</sup> /h, delta T andata-ritorno = 25°C, potenza termica max 1.400 kWt - <b>lunghezza tubazione 250 m DN 80 (3")</b> , bene isolata termicamente, - <b>costo medio unitario previsto 110 €/m</b> | 27.500                      |   |
|  | N. 2 scambiatori a piastre: 1 per riscaldamento H <sub>2</sub> O demi, 1 per riscaldamento parco serbatoi, completi di valvole a 3 vie, quadri di termoregolazione, termometri, strumenti di controllo  | 14.000                      |   |
| <b>A 2</b>   | <b>MONTAGGI MECCANICI</b>   |                             | <b>56.000</b>                                 |
|  | Demolizione e smaltimento di attuale caldaia BONO, relativo camino / bonifica tubi-cieche   | 12.000                      |   |
|  | Trasporto / scarico con gru / installazione in centrale termica di n. 3 nuove caldaie / montaggio nuovi camini a tenuta per caldaie a condensazione / tralicci di sostegno / ponteggi relativi  | 12.000                      |   |
|  | Coibentazione di tutte le tubazioni in centrale termica   | 12.000                      |   |
|  | Interventi idraulici vari collegati ai punti precedenti - tubi metano   | 20.000                      |   |
| <b>A 3</b>   | <b>MONTAGGI ELETTRICI</b> - Collegamenti quadri potenza - alimentazioni   |                             | <b>15.000</b>                                 |
| <b>A 4</b>   | <b>OPERE EDILI</b> - Sigillatura camini su tetto - ripristino pavimento CT  |                             | <b>15.000</b>                                 |
|  | <b>TOTALE GENERALE</b>  |                             | <b>229.500</b>                                |
|  | INVESTIMENTO 1) per detrazioni 55% risparmio energetico   | 55.000                      |   |
|  | INVESTIMENTO 2) per Tremonti ter  | 174.500                     |   |

### CALCOLO ECONOMICO

| ANNI  | BENEFICIO CUMULATO NETTO € | RISPARMIO TOTALE ANNUO €      | RISPARMIO COSTI ENERGIA € | DETRAZIONE 55% | DETAZZAZIONE Tremonti ter 13,75% | Risparmio manutenzione € | Tempo ritorno investimento ROI anni  |
|---|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 2010  | -122.426                   | 107.074                       | 75.081                    | 6.000          | 23.994                           | 2.000                    | con agevolazione Tremonti ter<br>2,5 |
| 2011  | -39.345                    | 83.081                        | 75.081                    | 6.000          |                                  | 2.000                    |                                      |
| 2012  | 43.736                     | 83.081                        | 75.081                    | 6.000          |                                  | 2.000                    |                                      |
| 2013  | 126.816                    | 83.081                        | 75.081                    | 6.000          |                                  | 2.000                    |                                      |
| 2014  | 209.897                    | 83.081                        | 75.081                    | 6.000          |                                  | 2.000                    |                                      |
| <b>TOTALE BENEFICIO CUMULATO NETTO €</b>                                    | <b>209.897</b>             | <b>(tolto l'investimento)</b> |                           |                |                                  |                          |                                      |
| INVESTIMENTO 1 sostituzione n. 2 caldaie €                                  | 55.000                     |                               |                           |                |                                  |                          |                                      |
| INVESTIMENTO 2 nuova caldaia riscald amb, rete distribuzione, scambiatori € | 174.500                    | Trem ter                      | 13,75                     |                | 23.994                           |                          |                                      |
| <b>INVESTIMENTO TOTALE €</b>  | <b>229.500</b>             |                               |                           |                |                                  |                          |                                      |

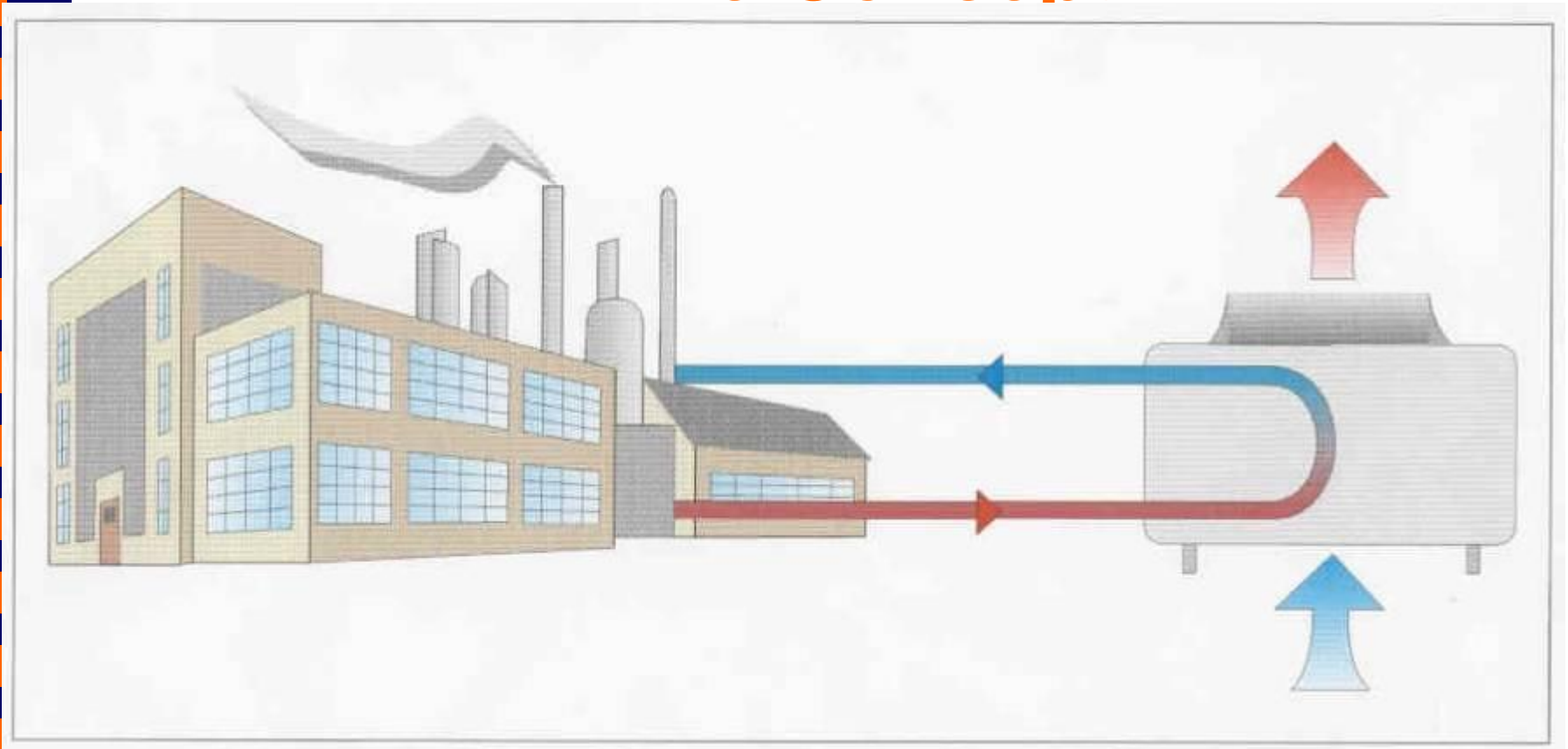


# EVONIK ENERGY SAVING ACTIONS

## TABLE 3

| <b>WATER TEMPERATURE CONTROL<br/>for COOLING TOWERS</b> | With<br>temperatur<br>e control | Without<br>Temperatur<br>e control |
|---|---------------------------------|------------------------------------|
| <b>ELECTRICAL ENERGY</b> year 2008                      |                                 |                                    |
| Nominal electrical power<br>kWh                         | 39                              | 39                                 |
| Annual working hours                                    | 3.465                           | 4.950                              |
| Mean electrical energy unit cost<br>eur / kWh           | 0,140                           | 0,140                              |
| Temperature control sistem ( investmet)<br>eur          | 8.000                           |                                    |
| <b>ANNUAL ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION</b><br>kWh/year | 135.135                         |                                    |
| <b>ANNUAL ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION</b><br>kWh/year |                                 | 193.050                            |
| <b>PAYBACK TIME</b><br>years                            | 1,0                             |                                    |

# The Concept



# EVONIK ENERGY SAVING ACTIONS

# TABLE 4

| <b>LIGHTING of EXTERNAL AREAS</b>           | Parameter value | Parameter value |
|---|-----------------|-----------------|
| <b>ELECTRICAL ENERGY</b> year 2008          |                 |                 |
| electrical power KW/h                       | 30              | 15              |
| Annual working hours                        | 1.650           | 1.650           |
| Mean electrical energy unit cost            | 0,140           | 0,140           |
| Investmet eur                               | 0,000           |                 |
| <b>ANNUAL ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION</b> | 49.500          |                 |
| <b>ANNUAL ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION</b> |                 | 24.750          |
| cost reduction years                        | € 3.465,00      |                 |
| No investment                               |                 |                 |

# EVONIK ENERGY SAVING ACTIONS

# TABLE 8

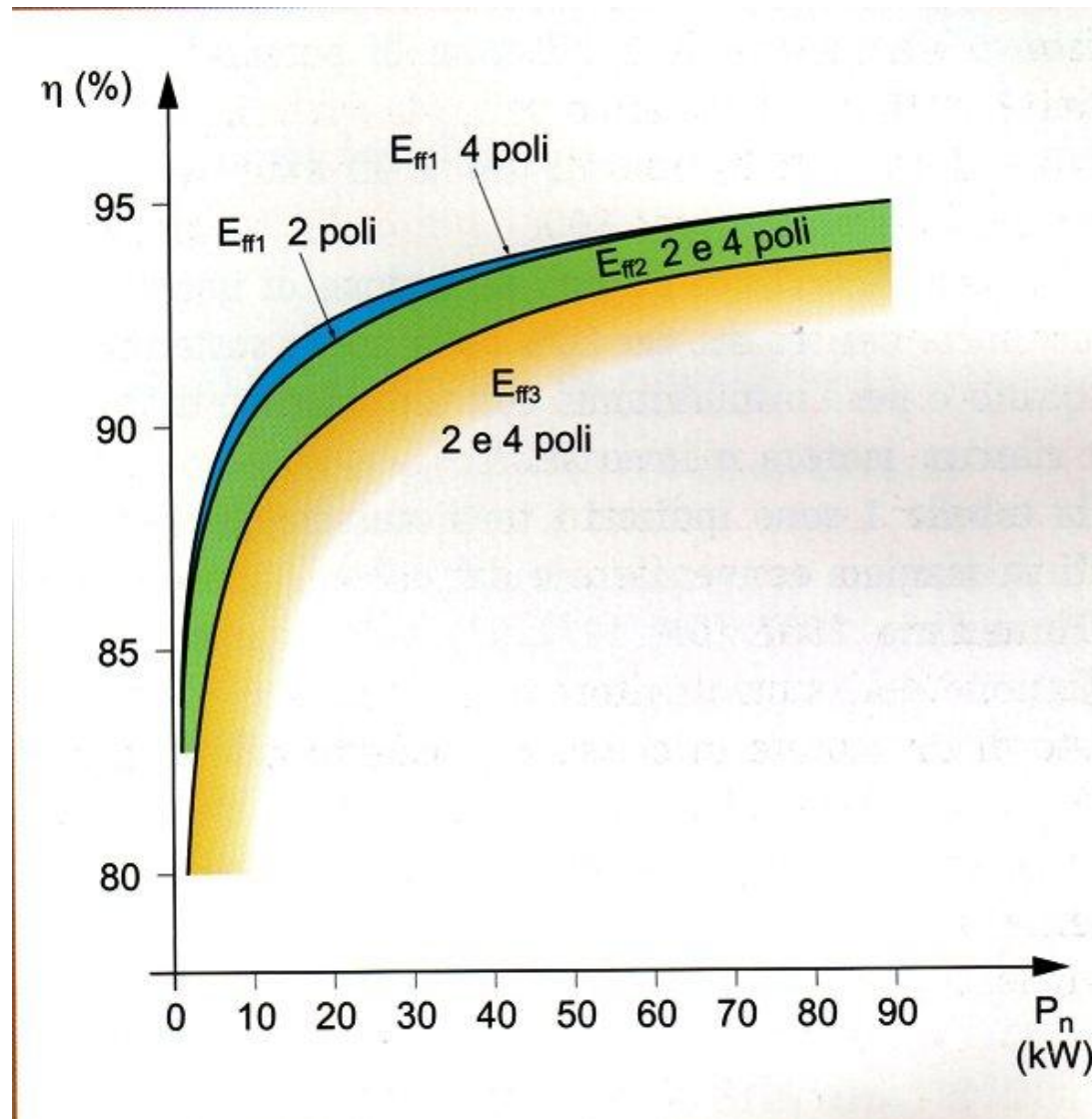
| <b>BASE LOAD REDUCTION</b>  | Parameter value | Energy saving % |
|---|-----------------|-----------------|
| During end 2008 - beginning 2009 years EVONIK suffered a dramatic production decrease, from a standard annual value of 5.000 tons / year to about 3.000 tons at end year 2008.  |                 |                 |
| Nevertheless this situation, they made a lot of work on manufacturing equipment and thanks to a big and careful management plan, they succeeded in decreasing the "BASE LOAD" of all plant.   |                 |                 |
| Indeed as everyone knows, during bad production periods like last ones, we generally see an increase in specific consumption, due to "BASE LOAD" consumption of all manufacturing machinery that exists also with idle equipments.              |                 |                 |
| Technical staff made a lot of activities on energy saving area in last 2 years, especially to stop idle equipments. They have made also many actions to keep under control energy consumption in hidden areas and improve all possible aspects. |                 |                 |
| This has allowed to reach an overall present specific energy consumption of 40 kWh/ ton, instead of previous 70 kWh/ ton during idle periods of all plant.  |                 |                 |
| Almost all actions made or planned by Evonik are the same proposed in Cefic Guidelines and BPM.   |                 |                 |
| <b>BASE LOAD REDUCTION (decrease of energy consumption during idle periods)</b>   |                 |                 |
| GLOBAL ENERGY UNIT CONSUMPTION year 2007  | kWh/ton         | 70              |
| GLOBAL ENERGY UNIT CONSUMPTION first 8 months year 2009   | kWh/ton         | 40              |
| <b>GLOBAL ENERGY DECREASE of UNIT CONSUMPTION</b>   | <b>kWh/ton</b>  | <b>30</b>       |
| <b>GLOBAL ENERGY DECREASE of UNIT CONSUMPTION</b>   | <b>%</b>        | <b>43</b>       |

## Risparmio di e.e. – ESEMPIO di CALCOLO

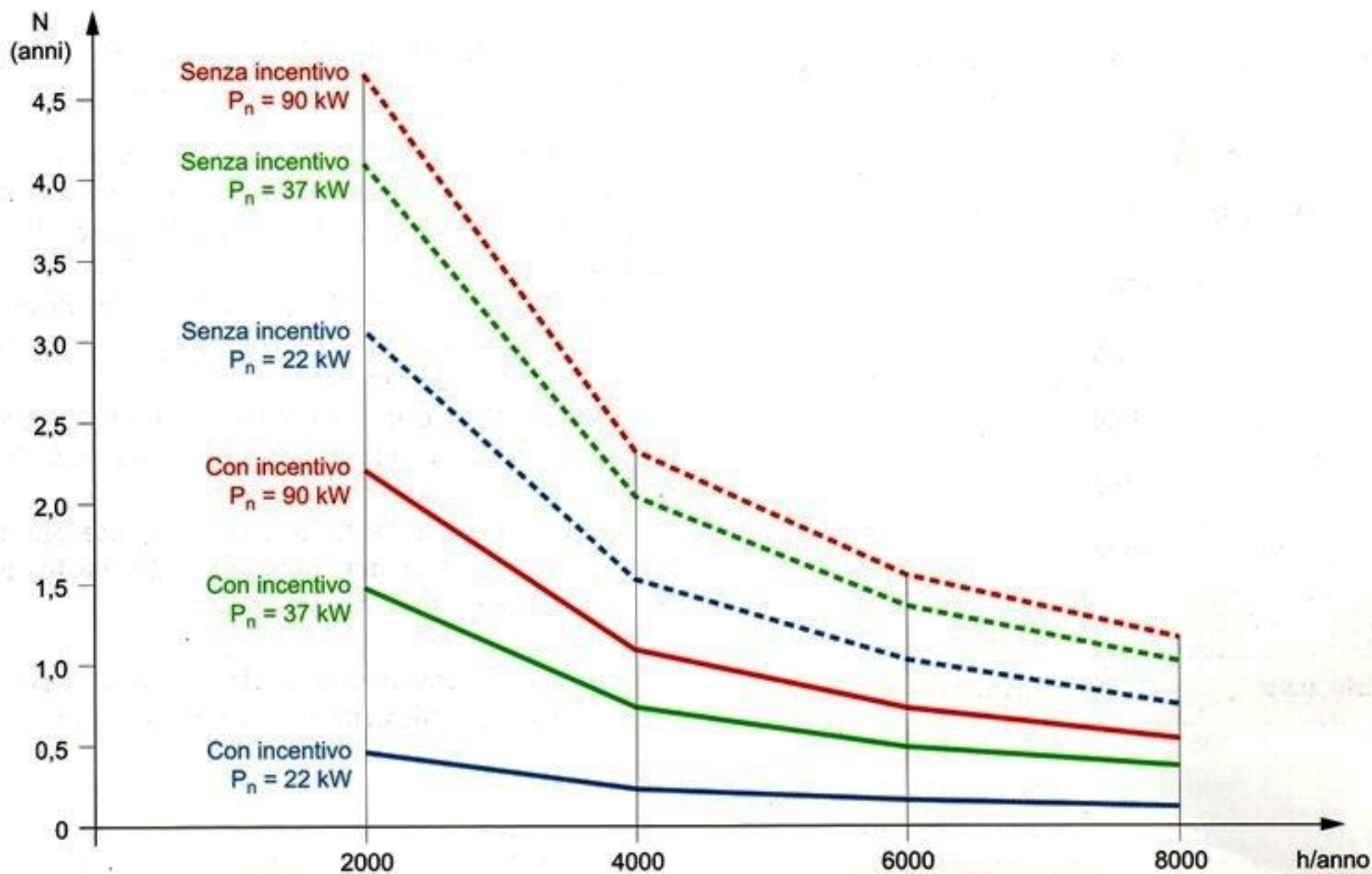
| <b>SOSTITUZIONE di MOTORI ELETTRICI OBSOLETI<br/>(aventi basso rendimento) con NUOVI MOTORI<br/>ELETTRICI EFF1 ad ALTO RENDIMENTO</b> |                 | Valore<br>parametro | Valore<br>parametro |
|---|-----------------|---------------------|---------------------|
| Potenza elettrica nominale  | kW              | 15                  | 15                  |
| Ore di funzionamento all'anno   | ore / anno      | 4.950               | 6.000               |
| Costo medio dell'energia elettrica  | € / kWh         | 0,160               | 0,160               |
| EFFICIENZA MOTORE OBSOLETO  | %               | 0,87                | 0,87                |
| EFFICIENZA NUOVO MOTORE EFF1  | %               | 0,96                | 0,96                |
| <b>COSTO del NUOVO MOTORE EFF1</b>  | <b>€</b>        | <b>1.800</b>        | <b>1.800</b>        |
| CONSUMO ANNUO DI ENERGIA ELETTRICA con MOTORE OBSOLETO  | kWh / anno      | 85.345              | 93.750              |
| <b>COSTO ANNUO dell'ENERGIA ELETTRICA CONSUMATA per MOTORE OBSOLETO</b>   | <b>€ / anno</b> | <b>13.655</b>       | <b>16.552</b>       |
| CONSUMO ANNUO DI ENERGIA ELETTRICA con NUOVO MOTORE EFF1  | kWh / anno      | 77.344              | 93.750              |
| <b>COSTO ANNUO dell'ENERGIA ELETTRICA CONSUMATA per MOTORE EFF1</b>   | <b>€ / anno</b> | <b>12.375</b>       | <b>15.000</b>       |
| RISPARMIO ANNUO DI ENERGIA ELETTRICA con NUOVO MOTORE EFF1  | kWh / anno      | 8.001               | 9.698               |
| <b>RISPARMIO ANNUO in EURO con NUOVO MOTORE EFF1</b>  | <b>€ / anno</b> | <b>1.280</b>        | <b>1.552</b>        |
| <b>COSTO ANNUO dell'ENERGIA ELETTRICA CONSUMATA</b>   | <b>€ / anno</b> |                     |                     |
| <b>TEMPO DI RECUPERO dell'INVESTIMENTO</b>  | <b>anni</b>     | <b>1,4</b>          | <b>1,2</b>          |

# CONFRONTO Rendimento Motori

Fig. 1



# Tempo di recupero dell'investimento (anni) Fig. 2



## Risparmio e.e. con INVERTER

Tab. 4

| <i>Portata</i>     | <i>Durata<br/>(h/anno)</i> | <i>Energia assorbita<br/>dal motore</i> |                           | <i>Risparmio<br/>percentuale<br/>dovuto<br/>all'inverter</i> |
|--------------------|----------------------------|---|---------------------------|--|
|                    |                            | <i>Serranda<br/>(kWh)</i>               | <i>Inverter<br/>(kWh)</i> |  |
| 50%                | 200                        | 4000                                    | 1000                      | 75%  |
| 60%                | 500                        | 11000                                   | 3500                      | 68%  |
| 70%                | 1500                       | 36000                                   | 16500                     | 54%  |
| 80%                | 1000                       | 25000                                   | 16000                     | 36%  |
| 90%                | 500                        | 13500                                   | 10500                     | 22%  |
| 100%               | 300                        | 8400                                    | 8400                      | 0%   |
| <b>Totale anno</b> |                            | <b>97900</b>                            | <b>55900</b>              | <b>43%</b>   |



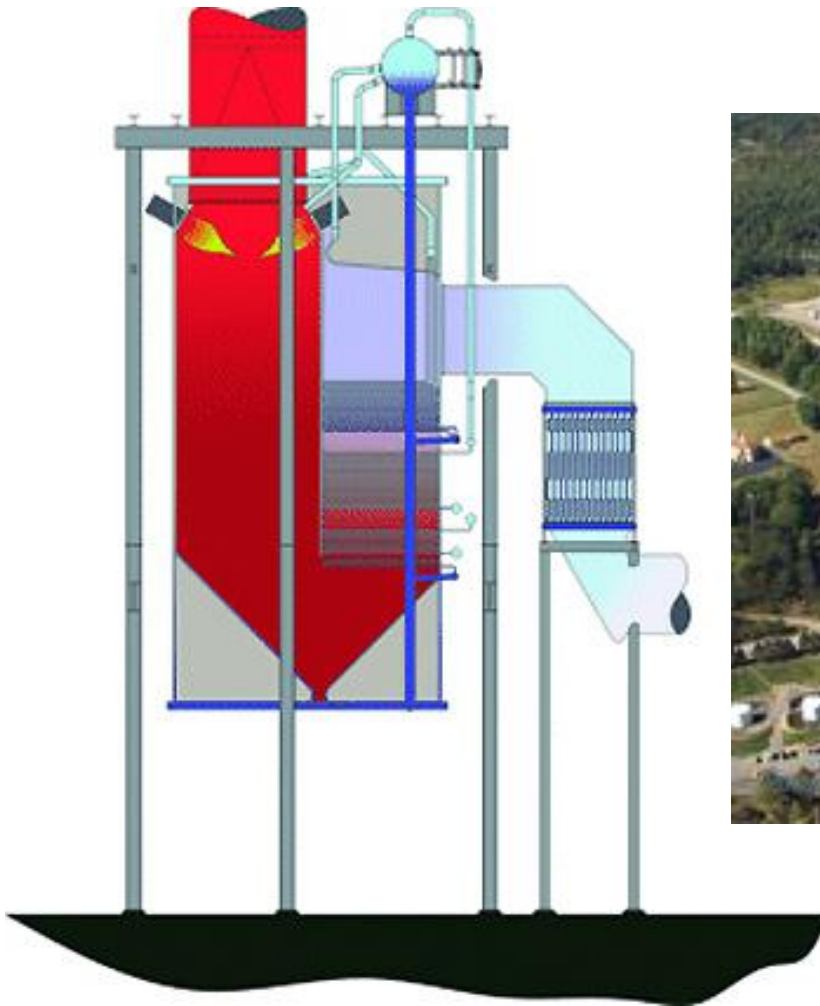
## RISPARMI NELL'ILLUMINAZIONE

- Interventi proposti:** nuove lampade fluorescenti, regolazione elettronica, applicazioni LED, sensori di presenza, crepuscolari interni-esterni
- Esempio: valore di consumo attuale per illuminazione 200.000 kWh/anno elettrici.
  - Valore consumo previsto: 120.000 -140.000 kWh/anno elettrici
  - **Riduzione rispetto allo stato di fatto: 30 - 40% sui consumi elettrici per illuminazione**

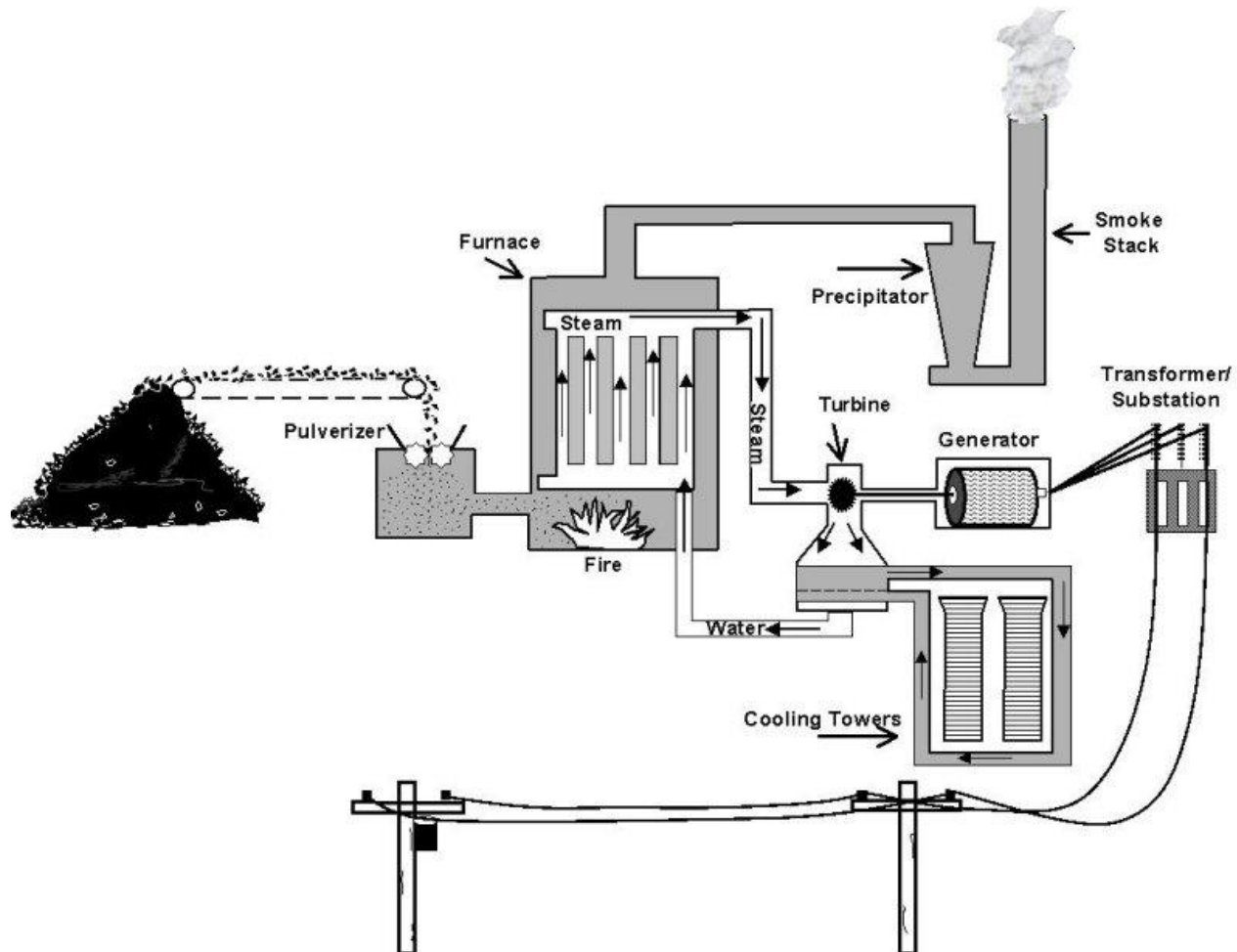
## **PRODOTTI CHIMICI INORGANICI DI BASE**

- **GRUPPO NAZIONALE**
- **Produzione acido solforico + vendita energia a società confinanti**
- **Produzione vapore da recupero calore + integrazione pari a:  
664.000 ton/anno vapore a 40 bar – 450°C**
- **AutoProduzione annua energia elettrica: 91.600.000 kWh/anno  
Con Turbovapore 22,5 MW a condensazione**
- **AutoConsumo annuo energia elettrica: 51.400.000 kWh/anno**
- **Consumo annuo gas: 10.600.000 Sm<sup>3</sup>/anno (8.700 TEP/a)**
- **Costo totale energia termica (gas) = 2.650.000 €/anno**

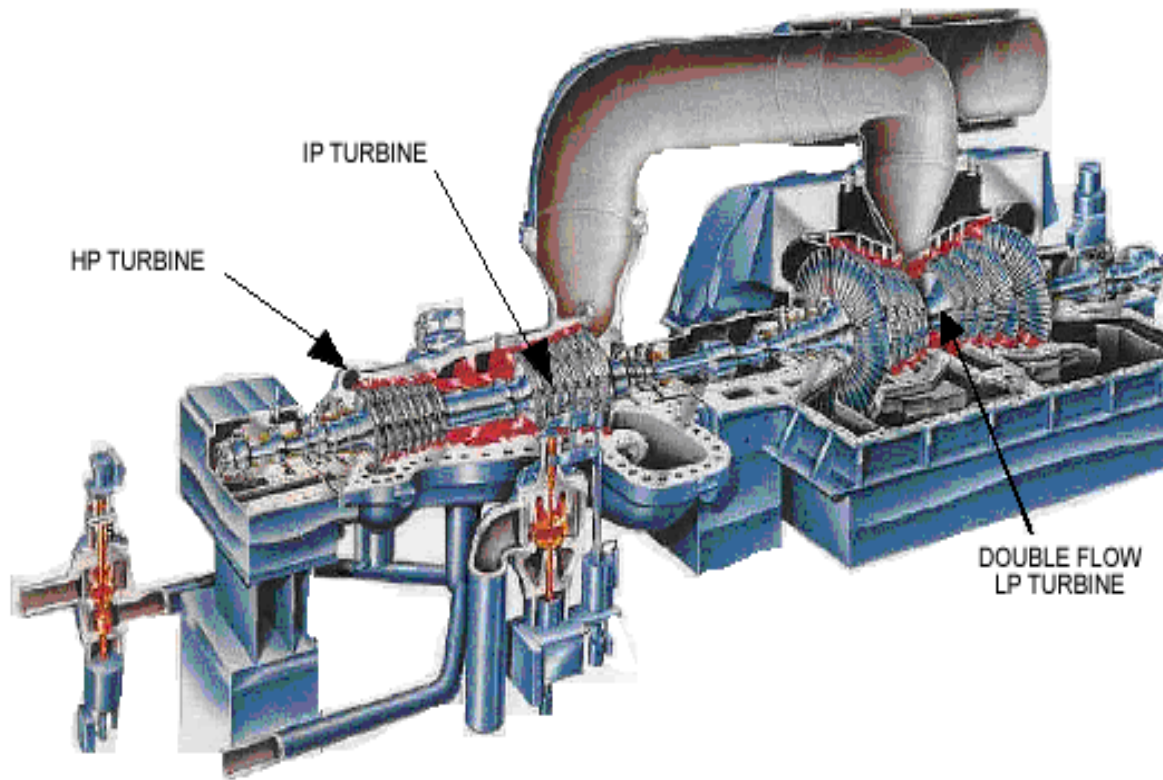
## Caldaia



## Macchine che realizzano cicli bifasi



## Turbina a vapore



**VIEW OF THE INTERNALS OF A TYPICAL POWER STATION STEAM TURBINE**

## Condensatore e pompe di alimento



# PRODOTTI CHIMICI INORGANICI DI BASE

| ELENCO UTENZE ELETTRICHE<br>RAGGRUPPATE PER AREA -<br>Stabilimento NS - ANNO 2009 | CONSUMO ANNUO<br>PER GRUPPO DI<br>UTENZE valore<br>percentuale % | CONSUMO ANNUO<br>PER GRUPPO DI<br>UTENZE valore<br>kWh | CONSUMO<br>TOTALE E.E.<br>ANNUO kWh | Ore funz/<br>anno<br>h/ anno | Potenza<br>elettrica<br>media<br>kWe |
|---|--|--|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Soffiante KKK   | 36,7   | 18.863.800   |                                     |                              |                                      |
| Pompe caldaie recupero calore F   | 4,5  | 2.313.000  |                                     |                              |                                      |
| Compressori CENTAC  | 7,6  | 3.906.400  |                                     |                              |                                      |
| Pompe acqua refrigeranti acido  | 6,0  | 3.084.000  |                                     |                              |                                      |
| Termochimica-H2O demi   | 1,6  | 822.400  |                                     |                              |                                      |
| Pompe acqua Scarlino-Energia  | 2,9  | 1.490.600  |                                     |                              |                                      |
| Pompe acqua mare Tioxide  | 2,9  | 1.490.600  |                                     |                              |                                      |
| Caldaia ausiliaria CTE Breda  | 4,0  | 2.056.000  |                                     |                              |                                      |
| Ausiliari Turbo 3   | 3,4  | 1.747.600  |                                     |                              |                                      |
| Pompe molo  | 5,7  | 2.929.800  |                                     |                              |                                      |
| Pompe Gora  | 1,1  | 565.400  |                                     |                              |                                      |
| Utenze linea solforico  | 11,7   | 6.013.800  |                                     |                              |                                      |
| Utenze varie  | 11,9   | 6.116.600  |                                     |                              |                                      |
| <b>TOTALE</b>   | <b>100,0</b>   | <b>51.400.000</b>                                      | <b>51.400.000</b>                   |                              |                                      |

## **AZIENDA ALIMENTARE**

- **Riduzione dei consumi di aria compressa 35% mediante compressori a velocità variabile VSD. L'aria compressa pesa circa in generale 15% del totale consumo elettrico.**
- **Riduzione dei consumi di aria 10% con accurata manutenzione delle macchine utilizzatrici, linee, collegamenti, innesti rapidi**
- **Riduzione dei consumi di gas 7% per caldaie con installazione di economizzatore, controllo fine della combustione con analisi O<sub>2</sub>**
- **Riduzione dei consumi di vapore 10% mediante razionalizzazione della rete e utilizzo di componenti speciali per distribuzione (tubi flessibili invece di giunti rotanti), valvole a sfera, scaricatori condensa dimensionati correttamente**
- **Impianto di cogenerazione 500 kWe, costo 850.000 €, funzionamento 6.000 ore/anno, tempo recupero 4 anni, risparmio annuo 20% su bolletta energetica nei successivi anni**

# Co-generation Plant

(Power + Heating)



# **COGENERAZIONE**

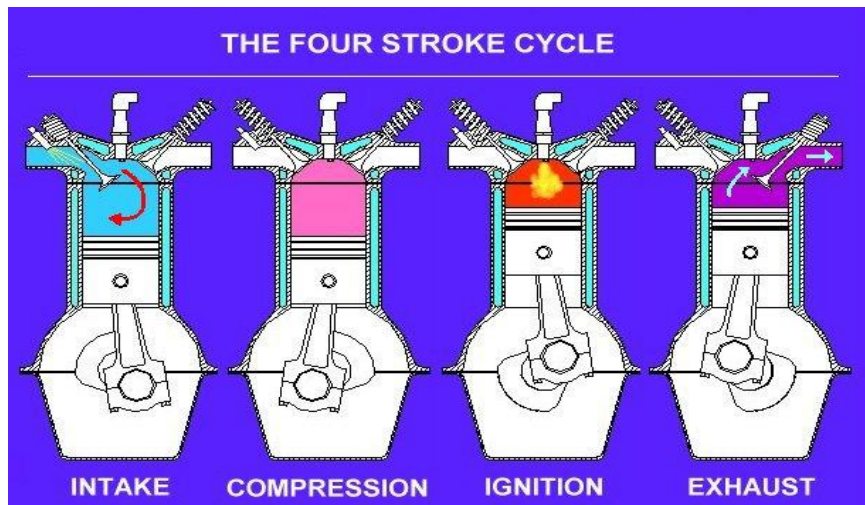
**CRITERI DI BASE PER L'APPLICAZIONE NEL SETTORE INDUSTRIALE**

- 1) REQUISITI MINIMI**
- 2) COSTI DEGLI IMPIANTI**
- 3) VALUTAZIONI ECONOMICHE**
- 4) ESEMPI PRATICI**
- 5) CONSIDERAZIONI FINALI**

# 1) REQUISITI MINIMI

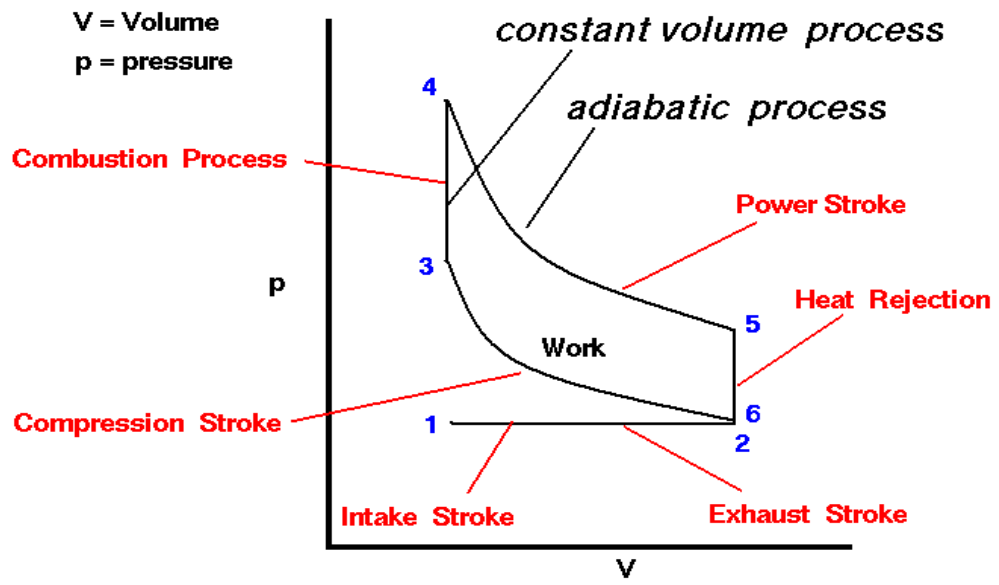
- **UTILIZZO CONTEMPORANEO di ENERGIA ELETTRICA e TERMICA / CALORE** (gas metano o altro combustibile)
- **NUMERO MINIMO di ORE di UTILIZZO** dell'energia da parte degli impianti produttivi pari a **6.000 ore/ anno** (sul totale di 8.760 ore/ anno)
- **CONSUMO MINIMO** annuo di energia pari ad es a:  
**3.000.000 kWh/ anno** di energia elettrica  
**600.000 m<sup>3</sup>/ anno** di gas metano
- **Costi unitari** dell'energia indicativi pari a:  
energia elettrica = **0,15 €/ kWh**  
gas metano = **0,40 €/ m<sup>3</sup>**
- Bolletta energetica annua **MINIMA** pari a: **700.000 €/ anno**
- Il **gruppo di cogenerazione** deve funzionare con **collegamento in parallelo** alla rete elettrica nazionale (vendita energia alla rete)

# Macchina volumetrica: Motore a pistoni (Otto, Diesel)



**Ideal Otto Cycle**  
*p-V diagram*

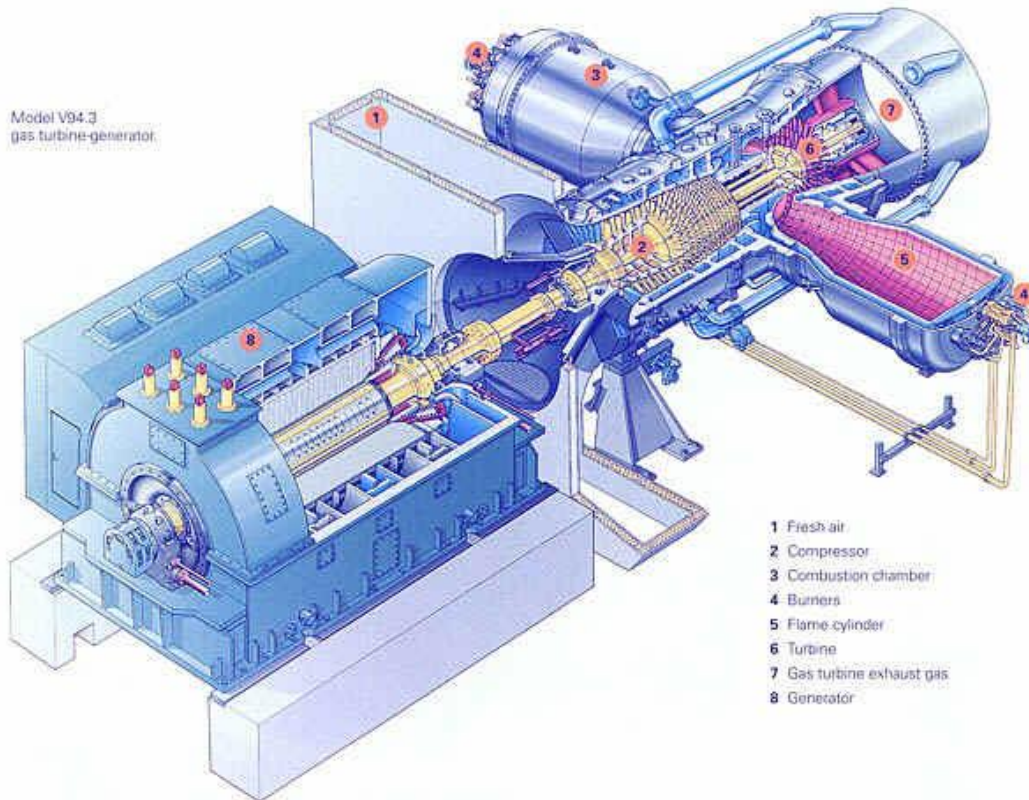
Glenn  
 Research  
 Center



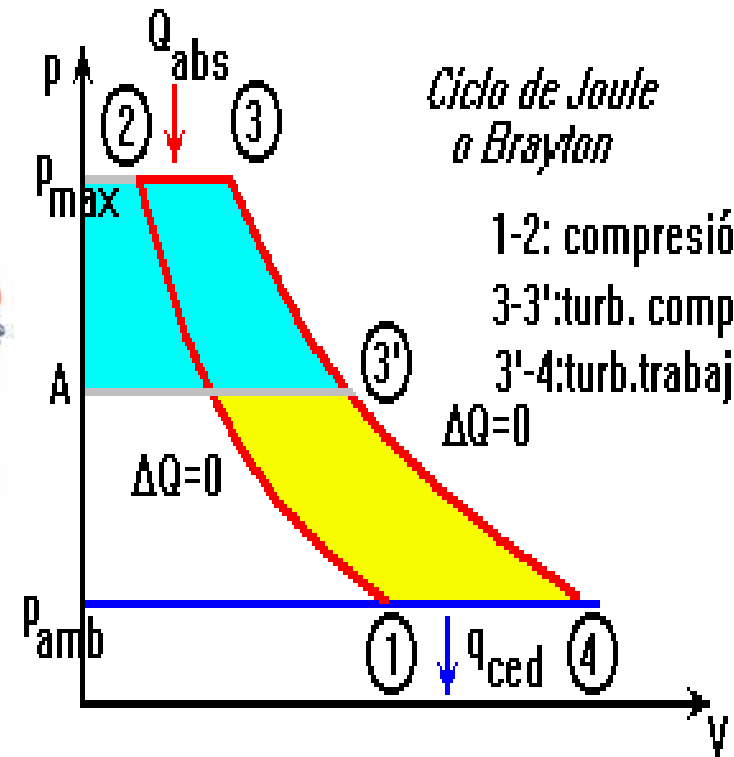
# Turbina a gas

## MACCHINA

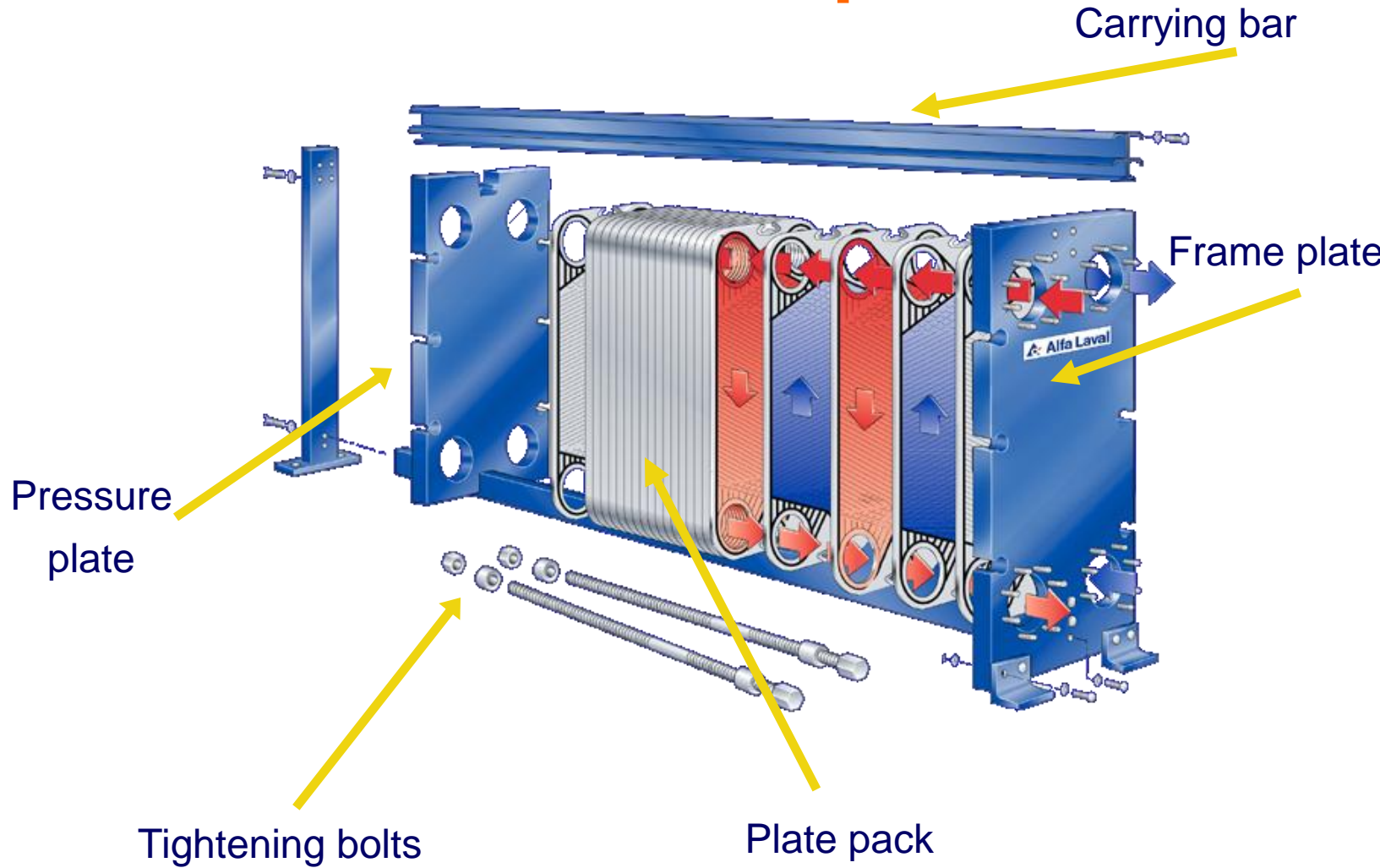
Model V94.3  
gas turbine-generator.



## CICLO



# PHE - Main Components



# Key Technologies

## Heat Transfer

Energy saving solutions for heating, cooling, ventilation, evaporation and condensation

- Plate heat exchangers
- Air heat exchangers
- Tubular heat exchangers
- Purpose built systems



**Brazed Heat Exchangers**



**Plate Heat Exchangers**



**Steam Exchangers**

### 3) VALUTAZIONI ECONOMICHE

Con un gruppo da 300 kWe e **rispettando TUTTI i requisiti minimi** del punto 1), si può generalmente ottenere un **risparmio indicativo NETTO** del 20% sulla bolletta energetica annua totale, equivalente ad es a circa **150.000 €/ anno**.

Tale risparmio è al netto dei costi di manutenzione e comprende anche la **sostituzione del motore** principale (ciclo Otto) al raggiungimento delle **40.000 ore** di funzionamento.

I costi di manutenzione considerati (circa 9 €/ ora di funzionamento gruppo) sono relativi al Servizio Full Service e non richiedono manodopera specializzata dell'Azienda

#### **Costi aggiuntivi:**

Occorre un Contratto di soccorso/emergenza con un Fornitore Elettrico in caso di guasto improvviso del gruppo di cogenerazione (necessario anche per la vendita di energia)

## 4a) ESEMPI PRATICI

- **SOCIETA' MULTINAZIONALE - Stabilimento Detergenti**
- Consumo annuo energia elettrica: 4.200.000 kWh/ anno
- Consumo annuo gas: 600.000 m<sup>3</sup>/ anno
- **Bolletta energetica totale: (e.e. 540.000 € + gas 230.00 €) =  
770.000 €/ anno**
- **COSTO dell'IMPIANTO di COGENERAZIONE con motore a ciclo Otto da 300 kW<sub>e</sub> + 400 kW<sub>t</sub> = 650.000 €**
- **Risparmio annuo NETTO: 161.400 €/ anno (pari al 21%)**
- **Payback semplice = 4,03 anni**

## 4b) ESEMPI PRATICI

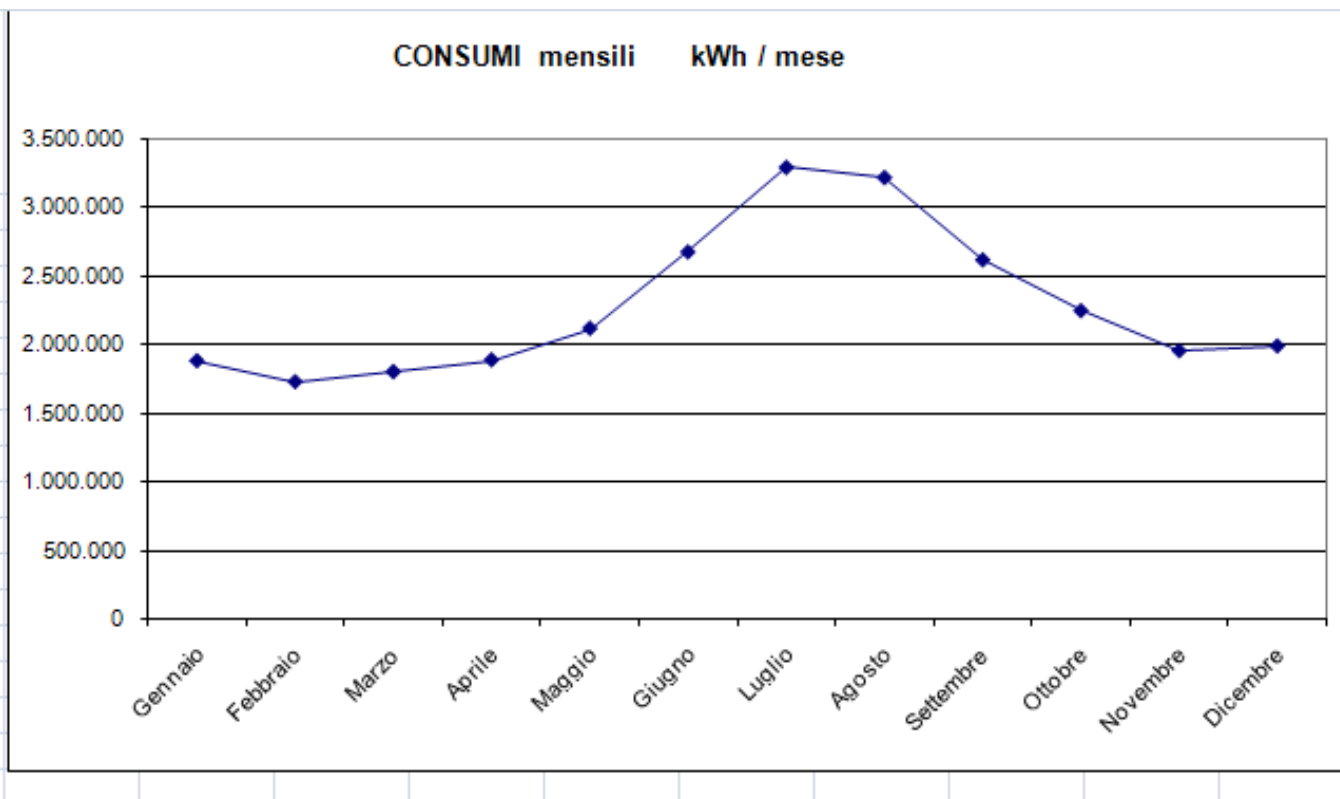
- **SOCIETA' CHIMICA – Produzione lastre plexiglas**
- Consumo annuo energia elettrica: 4.200.000 kWh/ anno
- Consumo annuo gas: 1.100.000 m<sup>3</sup>/ anno
- **Bolletta energetica totale: (e.e. 540.000 € + gas 400.00 €) = 940.000 €/ anno**
- **COSTO dell'IMPIANTO di COGENERAZIONE con turbina a gas da 700 kW<sub>e</sub> + 1.300 kW<sub>t</sub> = 1.400.000 €**
- **Risparmio annuo NETTO: 250.000 €/ anno (pari al 27%)**
- **Payback semplice = 5,6 anni**

## 4c) ESEMPI PRATICI

- **Grande Ospedale Pubblico – RM**
- Consumo annuo energia elettrica: 27.400.000 kWh/ anno
- Consumo annuo gas: 2.900.000 m<sup>3</sup>/ anno
- **Bolletta energetica totale: (e.e. 4.500.000 € + gas 2.100.00 €) = 6.600.000 €/ anno**
- **COSTO dell'IMPIANTO di COGENERAZIONE** con n. 3 motori a ciclo Otto da 1.000 kW<sub>e</sub>, con totale di 3.000 kW<sub>e</sub> + 2.400 kW<sub>t</sub> = **3.850.000 €**
- **Risparmio annuo NETTO: 1.850.000 €/ anno** (pari al 28%)
- **Payback semplice = 2,1 anni**

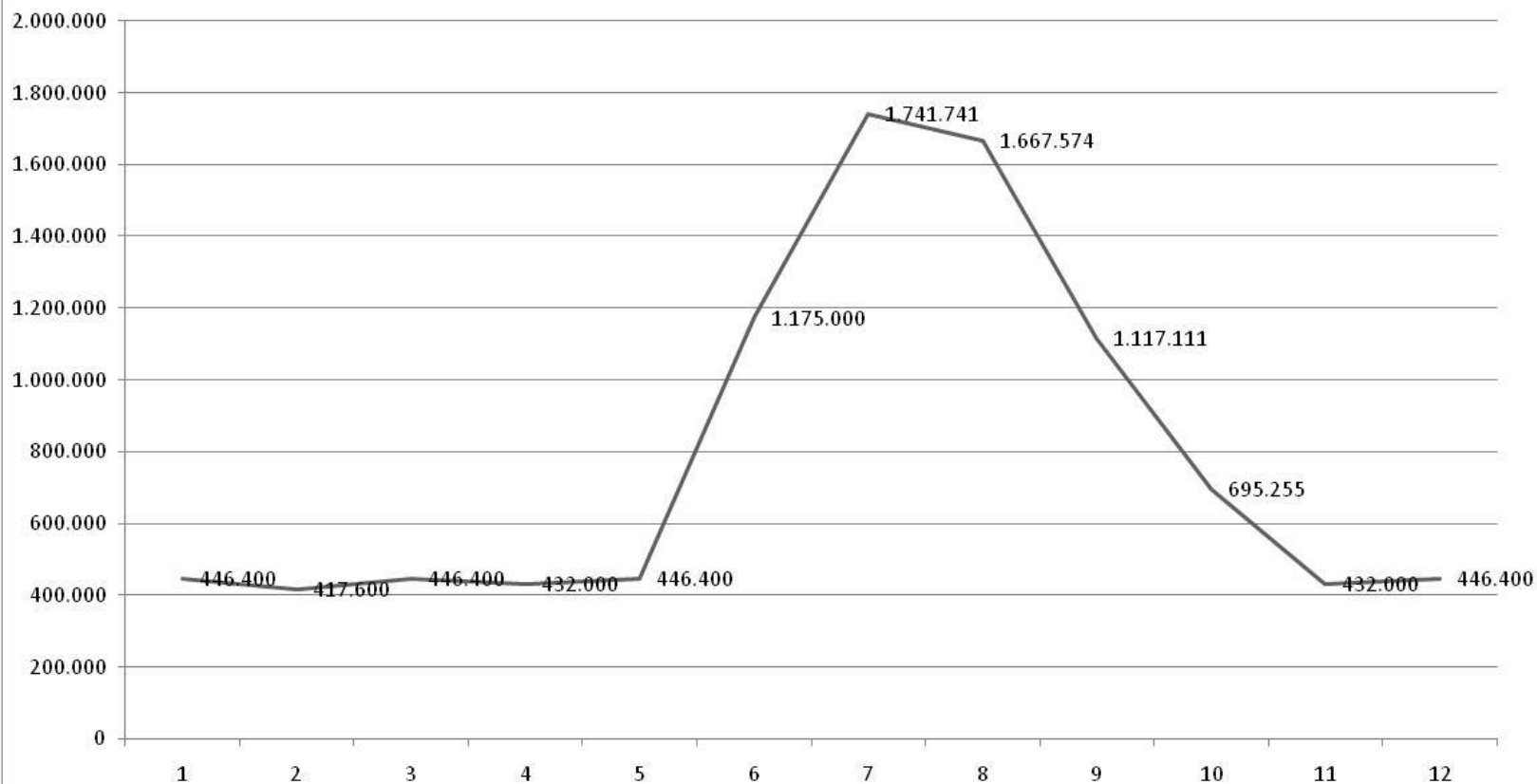
# Esempio Ospedale RM Consumo e.e. Gruppi Frigoriferi

| ANNO 2008          | CONSUMI mensili energia elettrica kWh/ mese |
|--------------------|---|
| Gennaio            | 1.880.715                                   |
| Febbraio           | 1.726.836                                   |
| Marzo              | 1.800.113                                   |
| Aprile             | 1.887.747                                   |
| Maggio             | 2.117.541                                   |
| Giugno             | 2.675.000                                   |
| Luglio             | 3.291.741                                   |
| Agosto             | 3.217.574                                   |
| Settembre          | 2.617.111                                   |
| Ottobre            | 2.245.255                                   |
| Novembre           | 1.954.496                                   |
| Dicembre           | 1.988.505                                   |
| <b>Totale anno</b> | <b>27.402.634</b>                           |
| dati bilancio      |   |
| fatture corrette   |   |
|                    |   |
|                    |   |



# Esempio Ospedale RM Consumo e.e. Gruppi Frigoriferi

Consumo mensile per gruppi frigo inverno-condizionamento estivo kWh/ mese





## AUDIT ENERGETICO CIVILE e CERTIFICAZIONE EDIFICI

### ESEMPI di REALIZZAZIONI

- Comune di Milano
- Associazione Bancaria Italiana (ABI)
- Progetto ARPA Emilia Romagna
- Assolombarda

Certificazione energetica edifici: 250.000 m<sup>2</sup>



**Grazie**  
**grazie**  
**Arrivèderci**

**Giuseppe Lo Grasso**

[g.lograsso@certiquality.it](mailto:g.lograsso@certiquality.it)  
[marlog@alice.it](mailto:marlog@alice.it)

**Tel. 334 5727136**