Palermo, 19 Novembre 2015

CGT Energia

LA COGENERAZIONE:

UN'OPPORTUNITA' PER L'INDUSTRIA ITALIANA

Ing. Francesco Lambri
P.I. Giancarlo Di Berardo

Palermo, 19 Novembre 2015

COGENERAZIONE.

L'ENERGIA EFFICIENTE.

1 INTRODUZIONE

1.1 CASE STUDY

2 TECNICA

1 INTRODUZIONE

Definizioni ex-direttiva 2012/27/UE

EFFICIENZA ENERGETICA

Il rapporto tra un risultato in termini di rendimento, servizi, merci o energia e l'immissione di energia.

RISPARMIO ENERGETICO

Quantità di energia risparmiata, determinata mediante una misurazione e/o una stima del consumo prima e dopo l'attuazione di una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, assicurando nel contempo la normalizzazione delle condizioni esterne che influiscono sul consumo energetico.

COGENERAZIONE

La produzione simultanea, nell'ambito di un unico processo, di energia termica e di energia elettrica o meccanica.

L'energia termica può essere recuperata sotto diverse forme, anche contemporanee:

- Acqua calda
- Acqua surriscaldata
- Olio diatermico
- Vapore
- Acqua refrigerata

Raccomandazioni ex-direttiva 2012/27/UE

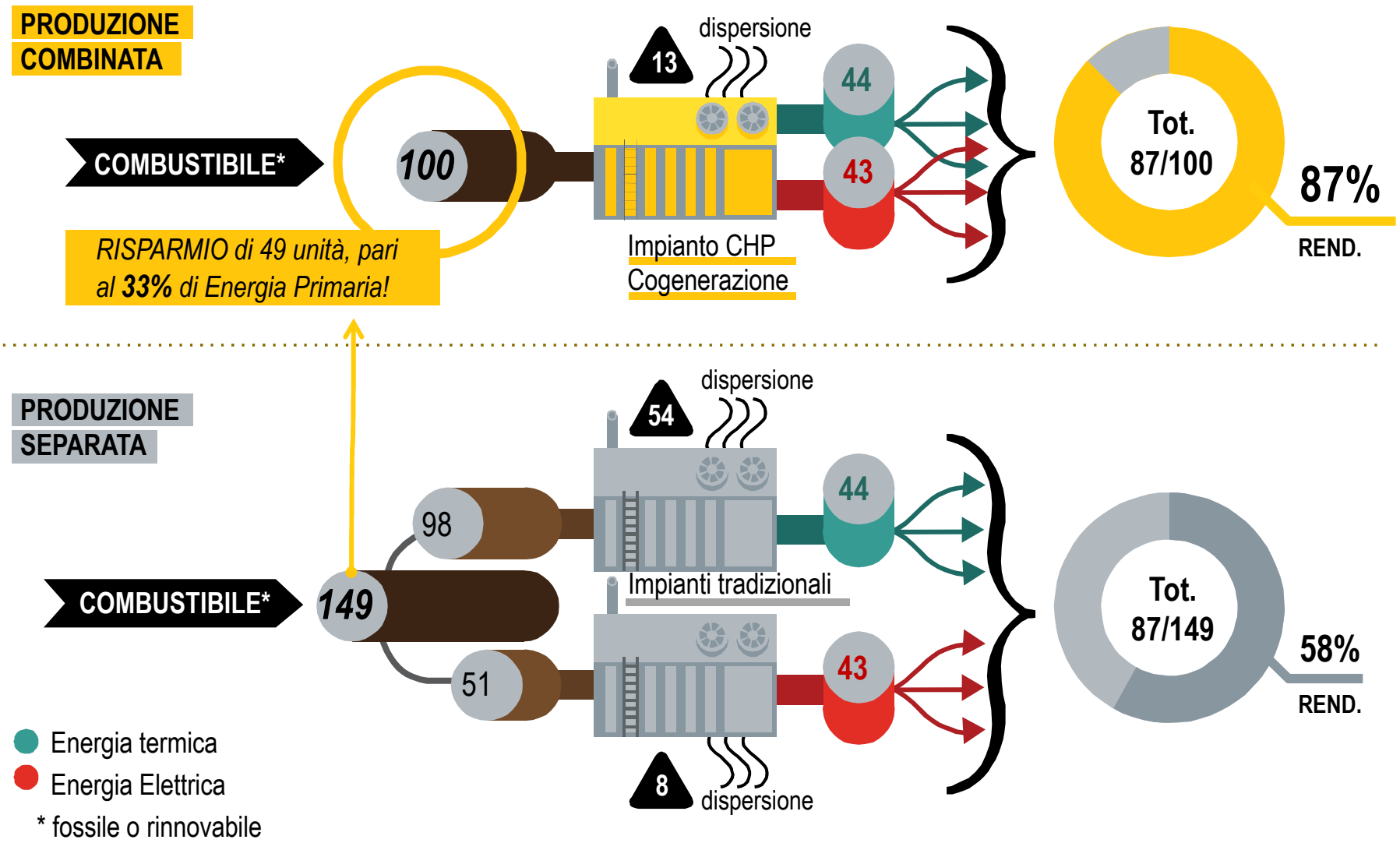
*" … la **cogenerazione ad alto rendimento** e il **teleriscaldamento** e teleraffreddamento presentano significative **possibilità di risparmio** di energia primaria che sono **largamente inutilizzate** nell'Unione. **È opportuno che gli Stati membri effettuino una valutazione globale del potenziale della cogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento e teleraffreddamento**. Tali valutazioni dovrebbero essere aggiornate, su richiesta della Commissione, per fornire agli **investitori informazioni relative ai piani nazionali di sviluppo e contribuire a creare un contesto stabile e favorevole agli investimenti.** I nuovi impianti di produzione di energia elettrica e gli impianti esistenti che sono stati profondamente ammodernati o i cui permessi o licenze sono rinnovati dovrebbero, su riserva di un'analisi costi-benefici che dimostri un surplus costi-benefici, essere **dotati di unità di cogenerazione ad alto rendimento per recuperare il calore di scarto derivante dalla produzione di energia elettrica**. Il calore di scarto potrebbe **poi essere trasportato dove è necessario mediante le reti di teleriscaldamento**. Gli eventi che determinano l'obbligo di applicare i criteri di autorizzazione saranno in genere eventi che determinano anche gli obblighi riguardanti le autorizzazioni a norma della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 24 novembre 2010, relativa alle emissioni industriali e le autorizzazioni a norma della direttiva 2009/72/CE … "*

COGENERAZIONE
Principali tecnologie adottate

- Turbina a gas a ciclo combinato con recupero di calore
- Turbina a vapore a contropressione
- Turbina di condensazione a estrazione di vapore
- Turbina a gas con recupero di calore
- Motore a combustione interna
- Microturbine
- Motori Stirling
- Pile a combustibile
- Motori a vapore
- Cicli Rankine a fluido organico

La scelta della tecnologia è dettata dalla potenza richiesta e dall'uso dell'energia termica resa disponibile.

Bilancio energetico



Quadro regolamentare di interesse per la cogenerazione e per le autorizzazioni

- Aspetti regolamentari da tenere in considerazione per lo sviluppo della cogenerazione

- Autorizzazioni per la cogenerazione

(Principali) Aspetti regolamentari per la cogenerazione (ex ante)

- Valutazione energetica per la verifica della condizione (a progetto) di cogenerazione ad alto rendimento

- Verifica (preliminare) di corretta configurazione del sistema nei confronti della definizione di sistema efficiente di utenza (SEU) e verifica delle condizioni di applicazioni delle disposizioni di cui al DL 91/2014

(Principali) Aspetti regolamentari per la cogenerazione (procedure)

- Iscrizione e registrazione a sistema Gaudì

- Connessione alla rete

- Iscrizione al registro dei SEU

(Principali) Aspetti regolamentari per la cogenerazione (ex post)

- Iscrizione al portale RICOGE
- Dichiarazione annuale dello stato di funzionamento CAR
- Procedura per l'ottenimento dei TEE per la CAR
- Obblighi di comunicazioni annuali (Agenzia Dogane, AEEGSI, GSE, TERNA)

Autorizzazioni schema riassuntivo

TIPO DI IMPIANTO	POTENZA	AUTORIZZAZIONE
Centrale termoelettrica	<300MW	AU Provincia
Centrale termoelettrica con cogenerazione	<300 MW	AU Provincia
Unità di piccola cogenerazione	<1 MWe	DIA (Comune)
Unità di microcogenerazione	<50 kWe	Comunicazione (Comune)
Gruppo elettrogeno (in continuo)	>3 MW (metano o GPL) oppure >1 MW (benzina o gasolio)	AU (Provincia)
Gruppo elettrogeno (in continuo)	<3 MW (metano o GPL) oppure <1 MW (benzina o gasolio)	Comunicazioni ex D.P.R. 53/1998
Gruppo elettrogeno	Da fonte rinnovabile, senza emissioni in atmosfera	Comunicazioni ex D.P.R. 53/1998
Gruppo elettrogeno (in continuo)	Da fonte fossile, con inquinamento atmosferico poco significativo	Comunicazioni ex D.P.R. 53/1998
Gruppo elettrogeno	Produzione energia elettrica di soccorso	Comunicazioni ex D.P.R. 53/1998

Autorizzazioni - Cogenerazione

Autorizzazione Unica Provinciale (AU) alla costruzione ed all'esercizio degli impianti di cogenerazione di potenza termica inferiore ai 300 MW, comprendente le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi (D. Lgs. 115/2008 art. 11 comma 7)

TIPO DI IMPIANTO	POTENZA	AUTORIZZAZIONE
Centrale termoelettrica con cogenerazione	<300MW	AU Provincia
Unità di piccola cogenerazione	<1 MWe	DIA (Comune)
Unità di microcogenerazione	<50 MWe	Comunicazione (Comune)

Attuazione della direttiva 2006/ 32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

Art. 11. Semplificazione e razionalizzazione delle procedure amministrative e regolamentari

7. La costruzione e l'esercizio degli impianti di cogenerazione di potenza termica inferiore ai 300 MW, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dall'amministrazione competente ai sensi del I' art. 3 del D. Lgs. 8 febbraio 2007 n. 20, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, che costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico.
A tale fine la Conferenza dei servizi è convocata dall'amministrazione- competente entro trenta giorni dal ricevimento della domanda di autorizzazione

8. L'autorizzazione di cui al comma è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990 n. 241, e successive modificazioni. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto.
Il termine massimo per la conclusione del procedimento di cui al presente cera ria non può comunque essere superiore a centottanta giorni.

Autorizzazioni – Nulla osta e pareri

Nulla osta e pareri vengono recepiti nell'ambito della conferenza dei servizi.
Per tale finalità alcuni atti richiedono redazione documentazione ad-hoc firmata da tecnici abilitati a specifiche materie (ad es. relazione su inquinamento acustico)

TEMA	ATTO DA RECEPIRE	ENTE
Paesaggio	Nulla Osta	Comune o Provincia o Regione
Rumore	Nulla Osta	Comune
Edilizia	Permesso	Comune
Edilizia	Autorizzazione alla costruzione di sopraelevazioni	Provincia
Atmosfera	Autorizzazione alle emissioni	Provincia
Sicurezza	Parere di conformità	Vigili del Fuoco
Idrogeologico	Provvedimento	Comunità Montana o Provincia
Impatto ambientale	Provvedimento	Regione
Sorvolo Aereo	Nulla Osta	ENAC / ENAV
Sorvolo Aereo	Nulla Osta	Aeronautica militare
Demanio	Nulla Osta	Enti Preposti
Linee elettriche	Nulla Osta	Ministero dello Sviluppo Economico Comunicazioni

Autorizzazioni – Connessione alla rete

In qualunque caso (ad eccezione di sostituzione del gruppo esistente con gruppo di identiche caratteristiche) è necessario passare dalla procedura di richiesta di connessione alla rete elettrica

In linea generale il preventivo di connessione alla rete validamente accettato è prerequisito essenziale per poter effettuare l'istanza di autorizzazione

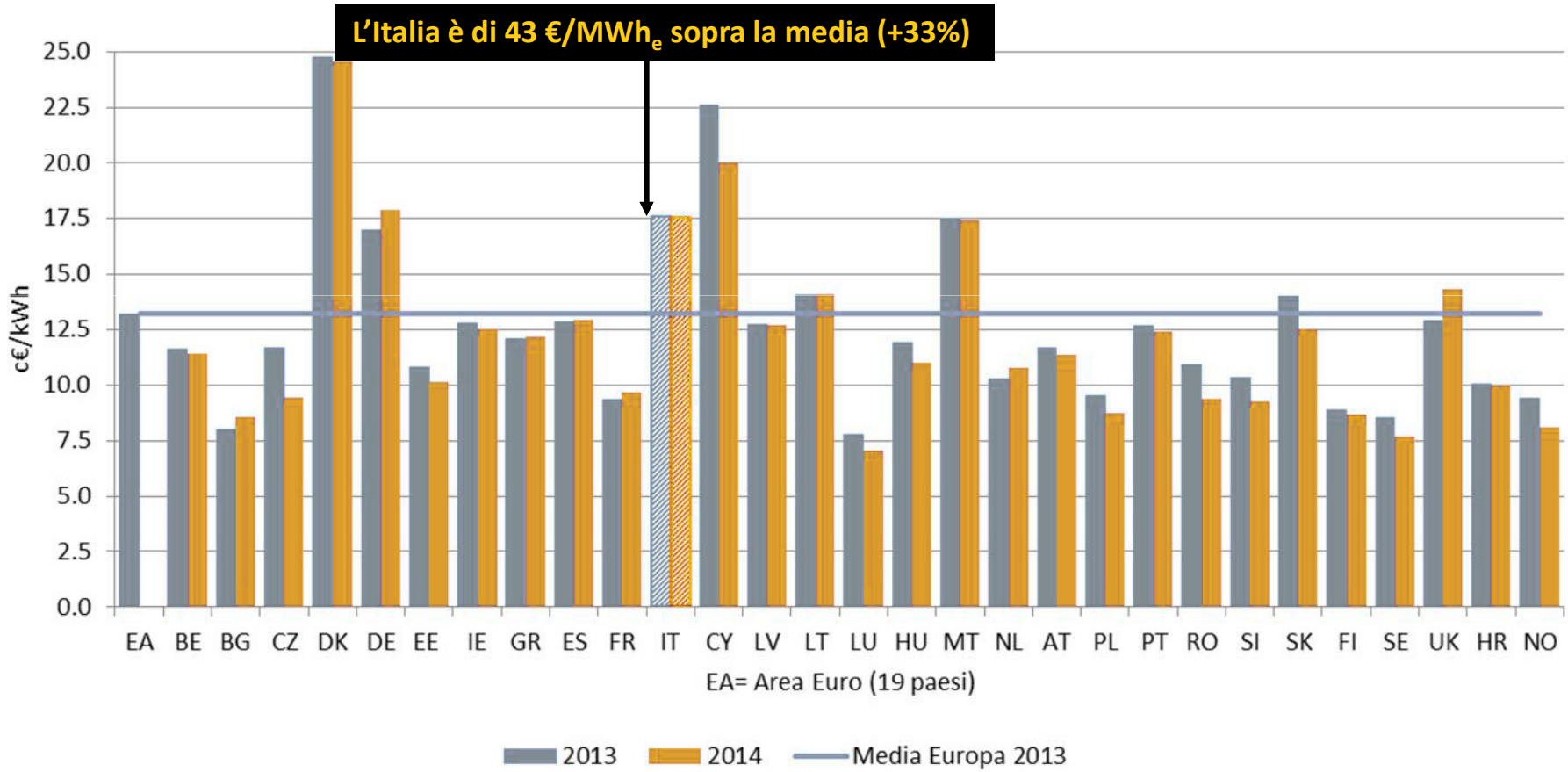
Devono poi essere completate tutte le procedure per la stipula del regolamento di esercizio con il gestore di rete

1.1 Case study

Il prezzo dell'energia elettrica in Europa

Figura 4. Prezzi dell'energia elettrica per I consumatori industriali con consumo annuo compreso tra 2.000 e 20.000 MWh.

Prezzi al lordo delle imposte.

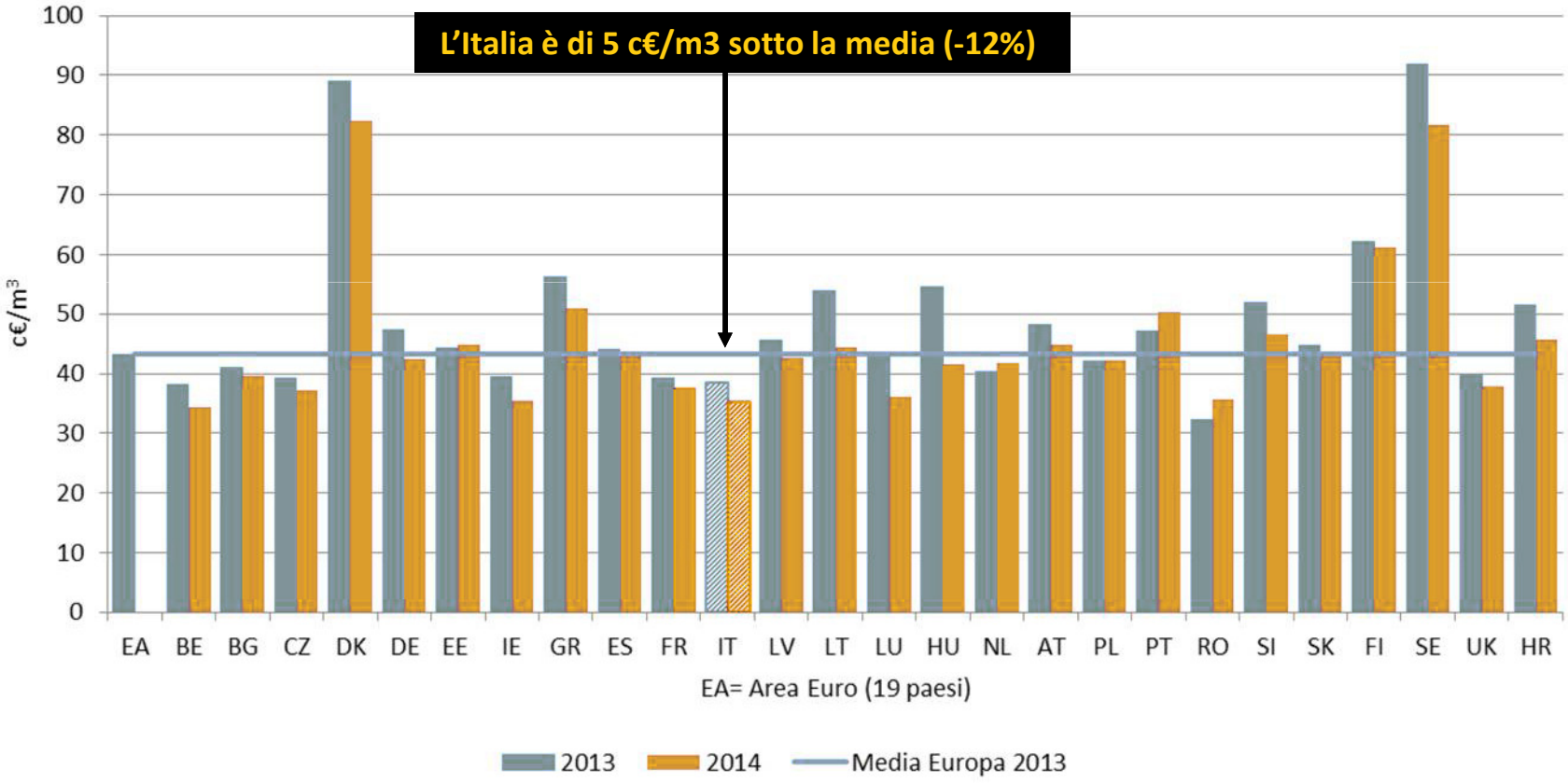


Fonte: Elaborazione AEEGSI su dati Eurostat.

Il prezzo del gas naturale in Europa

Figura 6. Prezzi del gas naturale per i consumatori industriali con consumo annuo compreso tra 100.000 e 1.000.000 GJ, ovvero tra 2,6 e 26,3 M(m³).

Prezzi al lordo delle imposte C€/m ³: anno 2014

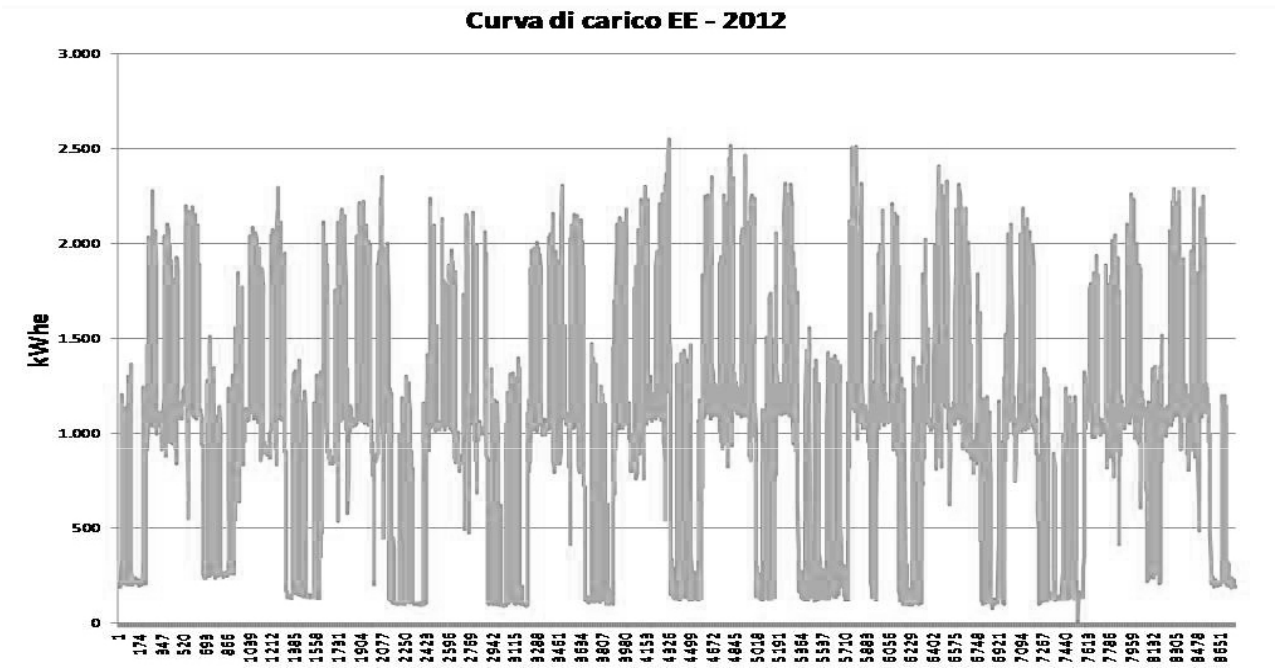


Fonte: Elaborazione AEEGSI su dati Eurostat.

L'analisi dei consumi

ELETTRICI

8.150 MWhe



TERMICI

2.700.000 m3/y

1.900.000 m^3/y → produzione ····· ► P media = 3.000 kW_t (Vapore)

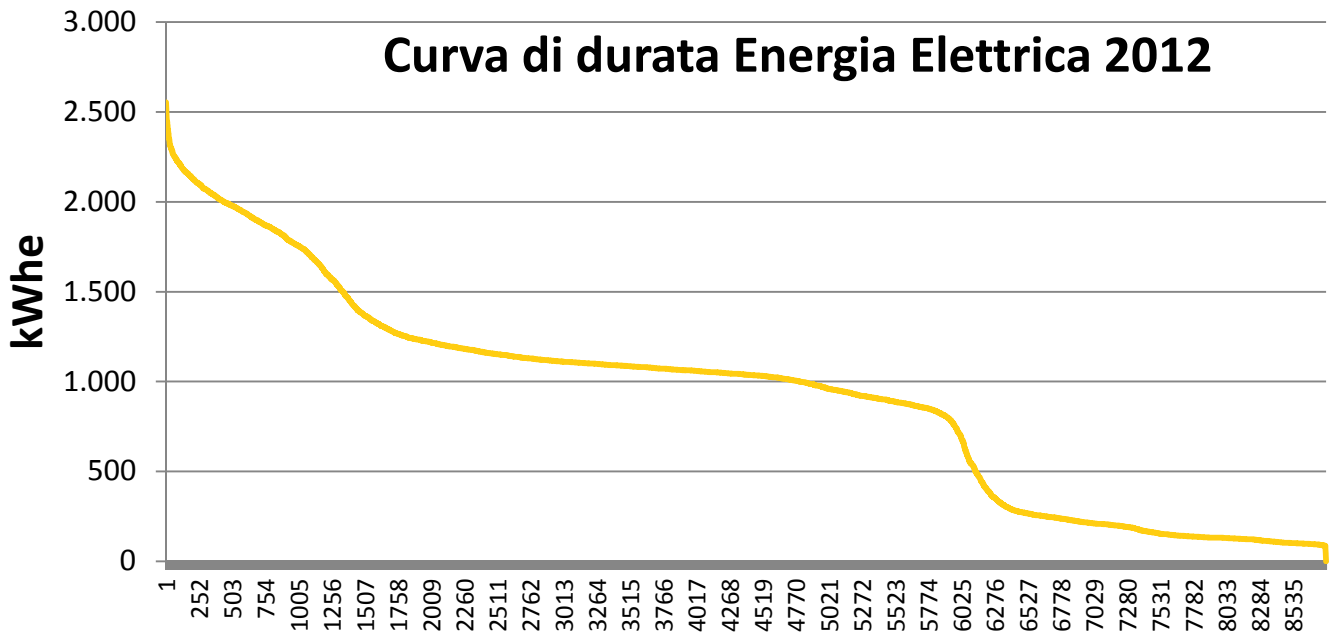
500.000 m^3/y → lavaggi, degasatore, preriscaldo condense ····· ► P media = 600 kW_t

300.000 m^3/y → riscaldamento invernale ·· ► P media = 800 kW_t

L'analisi dei consumi

ELETTRICI

8.150 MWhe



TERMICI

2.700.000 m3/y

1.900.000 m^3/y → produzione ····· P media = 3.000 kW_t (Vapore)

500.000 m^3/y → lavaggi, degasatore, preriscaldo condense ····· P media = 600 kW_t (Acqua calda)

300.000 m^3/y → riscaldamento invernale ··· P media = 800 kW_t (Acqua calda)

Dimensionamento impianto

CG170-12

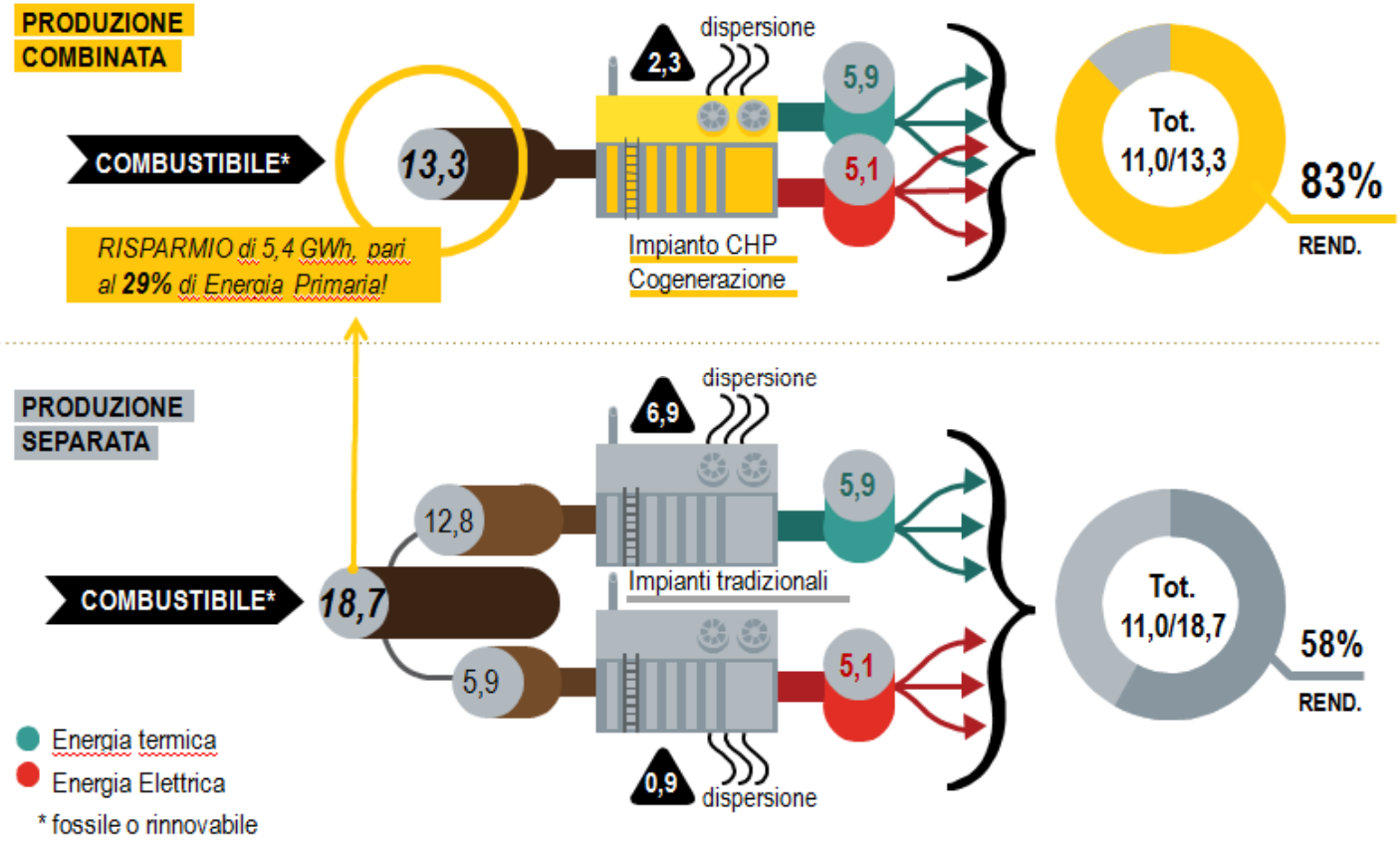
Dati tecnici	Potenza [kW]	Rendimento [%]
Elettrica	1.200	43,7%
Gas di scarico raffreddati a 120° C	581	21,1%
Raffreddamento circuiti motore	608	22,1%
Aftercooler 2° stadio	106	3,9%
TOTALE	**2.495**	**90,8%**

Ore funzionamento/anno: 5.275

Risultato del risparmio energetico

	SENZA COGENERAZIONE	CON COGENERAZIONE CGT
EE acquistata [MWhe/y]	8.150	**2.265**
EE autoprodotta [MWhe/y]	-	5.885
GN caldaie [Sm3/y]	2.700.000	**2.080.000**
GN cogeneratore [Sm3/y]	-	**1.390.000**

Risultato del risparmio energetico



Risultato del risparmio economico

	ORE DI FUNZIONAMENTO
Peak	2.021
Off Peak	3.254
Tot	**5.275**

	Ricavi[€]			Costi variabili [€]				Margine orario [€/h]	Risparmio annuo [€]
	Mancato acquisto EE	EE export	Mancata produzione Energia Termica	GN Coge	MO coge	Costo olio	Costo urea		
P	166	***0***	35	114	9,5	1,0	0,7	**76**	**152.678**
OP	145	***0***	37	108	9,5	1,0	0,7	**63**	**205.924**
									358.602
								+ TEE	***63.161***

Margine medio: 68 €/h = 57 €/MWhe = ridurre il prezzo dell'energia elettrica di 14 €/MWhe (-11%) rispetto al valore medio europeo

Risultato globale

ENERGETICO/ EMISSIVO

- **1.100 tCO_2/y**
- **470 Tep/y**

ECONOMICO

- **360.000 €/a**
  Payback 3 anni

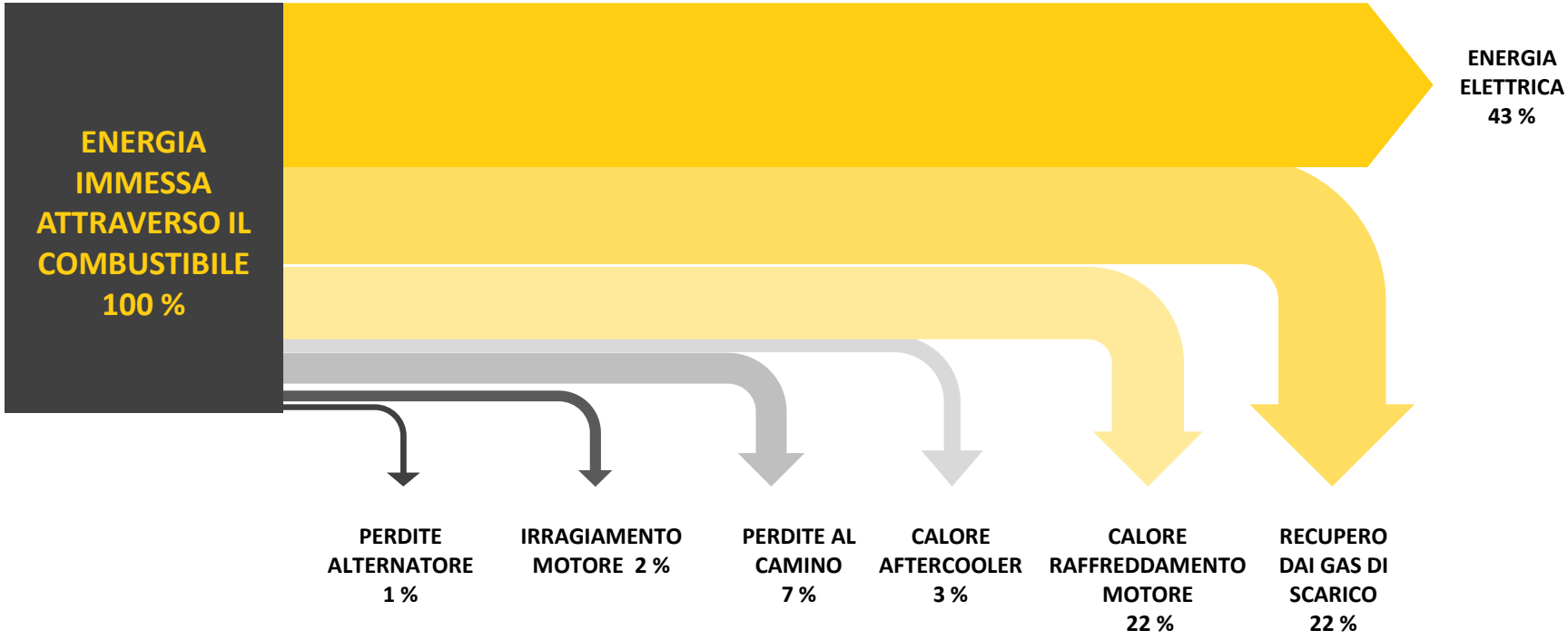
2 TECNICA

Argomenti principali

- Impianti di cogenerazione, bilancio energetico e configurazioni
- Principali applicazioni in cogenerazione e componenti principali di impianto.
- Schemi idraulici tipici delle principali applicazioni della cogenerazione.
- Schemi unifilari elettrici tipici.
- Componenti principali di un impianto e loro problematiche.

- Schede tecniche gruppi elettrogeni e dimensionamento componenti principali di impianto.
- Approfondimento sui principali componenti di un impianto di cogenerazione, controlli e verifiche.
- Sistemi abbattimento emissioni e principali emissioni in atmosfera.
- Reportistica.

Andamento medio dei flussi energetici in un gruppo di cogenerazione alimentato a gas



Applicazioni in cogenerazione

1. Cogenerazione per produzione di acqua calda BT
2. Cogenerazione per produzione di acqua calda BT e vapore
3. Cogenerazione per produzione di acqua calda BT, acqua fredda e vapore

Analizzeremo in dettaglio gli schemi termici a blocchi per le applicazioni termiche sopra riportate

Vedremo la definizione dei componenti principali di un impianto

Vedremo alcuni schemi P&I ed unifilari elettrici tipici

Schema recupero termico

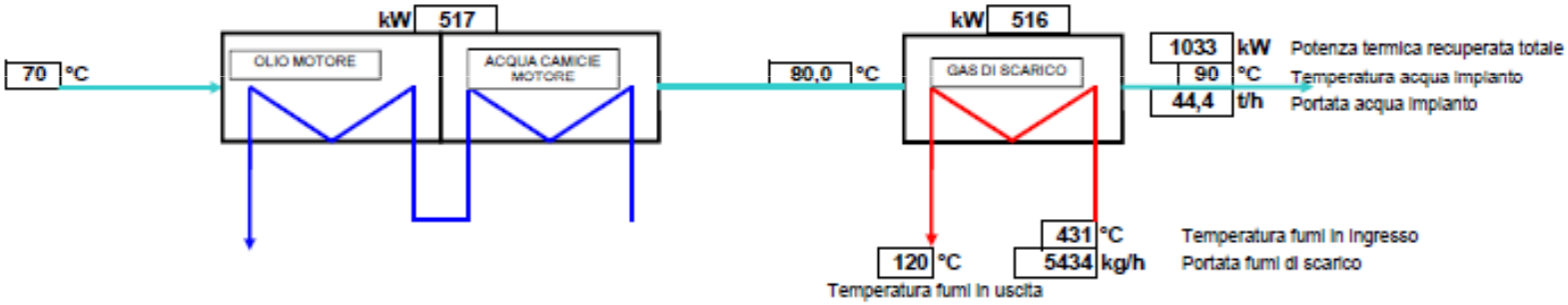
BILANCIO TERMICO - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA

potenza elettrica	kW	1000		
potenza termica gas scarico	kW	516	raff.	120 °C
potenza termica acqua + olio motore	kW	517		
potenza termica intercooler LT	kW	82		

MOTORE MODELLO: 1 x CG170-12 E 1000kW TA Luft

RENDIMENTI:

Rendimento elettrico	42,84%
Rendimento termico (H_2O + olio)	22,15%
Rendimento termico (gas scarico)	22,11%
Rendimento termico complessivo	44,26%



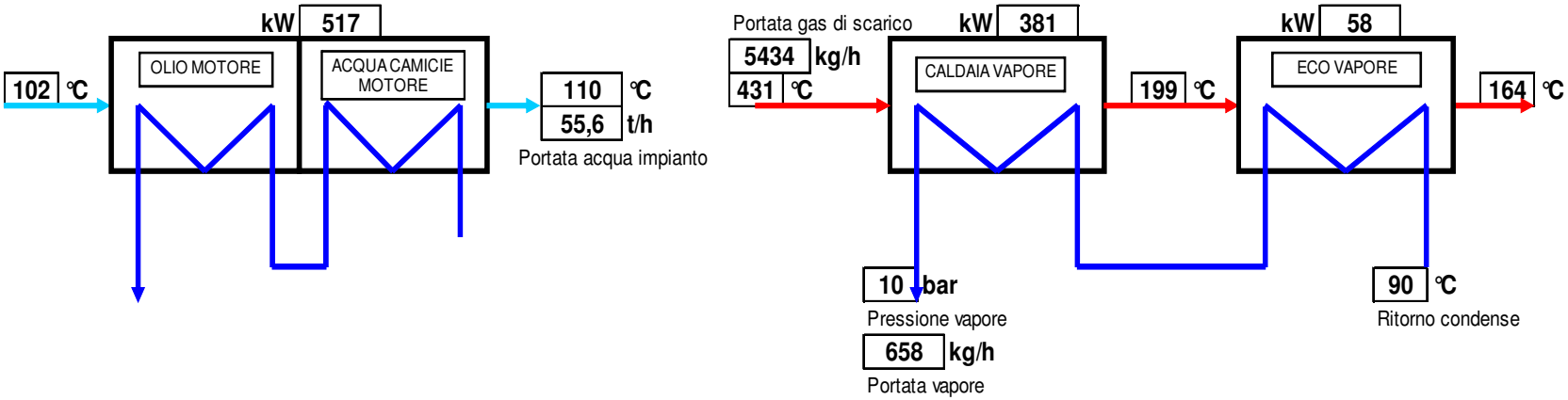
Schema recupero termico

BILANCIO TERMICO - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA E VAPORE **MOTORE MODELLO:** **1 x CG170-12 E 1000kW TA Luft**

potenza elettrica	kW	1000		
potenza termica alta T	kW	439	raff.	164 °C
potenza termica bassa T	kW	517		
potenza termica intercooler LT	kW	82		

RENDIMENTI:

Rendimento elettrico	42,84%
Rendimento termico (H_2O + olio)	22,15%
Rendimento termico (gas scarico)	18,79%
Rendimento termico complessivo	40,94%



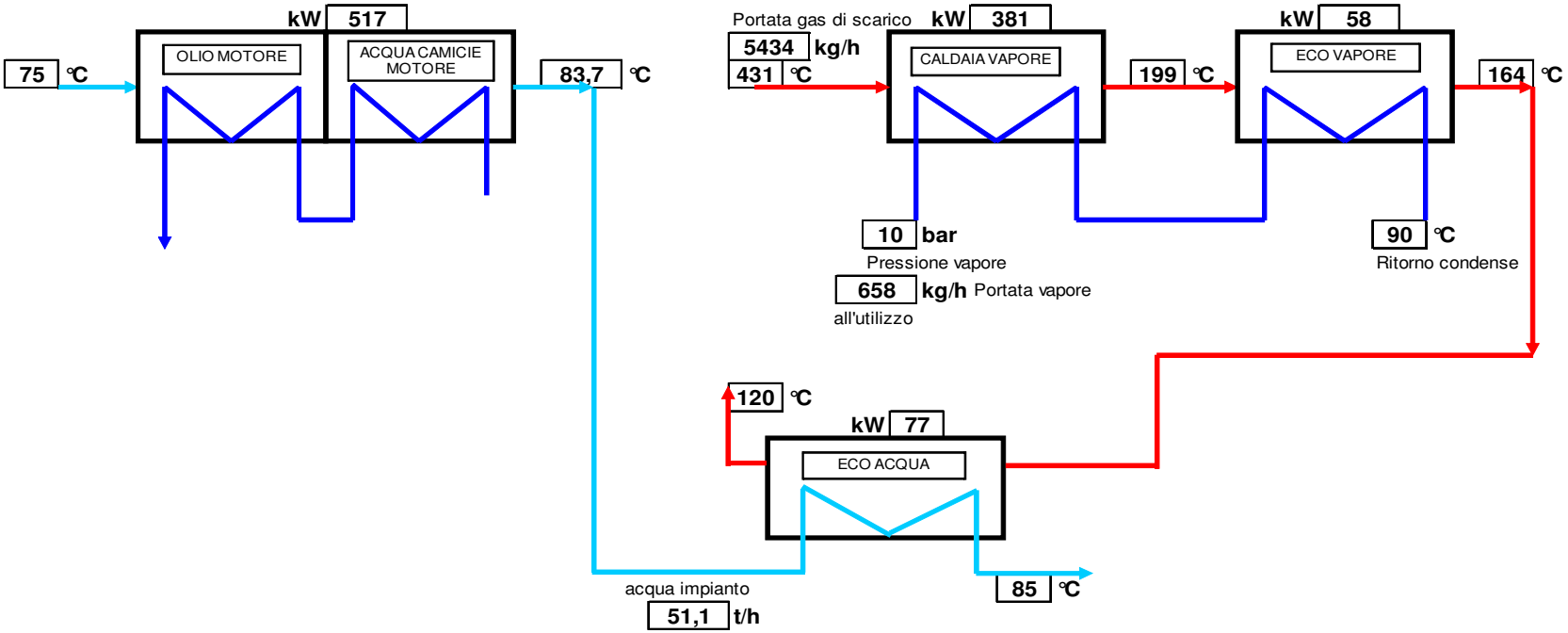
Schema recupero termico

BILANCIO TERMICO - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA E VAPORE **MOTORE MODELLO:** **1 x CG170-12 E 1000kW TA Luft**

potenza elettrica	kW	1000		
potenza termica alta T	kW	439	raff. 164	°C
potenza termica bassa T	kW	594		
potenza termica intercooler LT	kW	82		

RENDIMENTI:

Rendimento elettrico	42,84%
Rendimento termico (H_2O + olio + ECO)	25,45%
Rendimento termico (gas scarico)	18,79%
Rendimento termico complessivo	44,24%



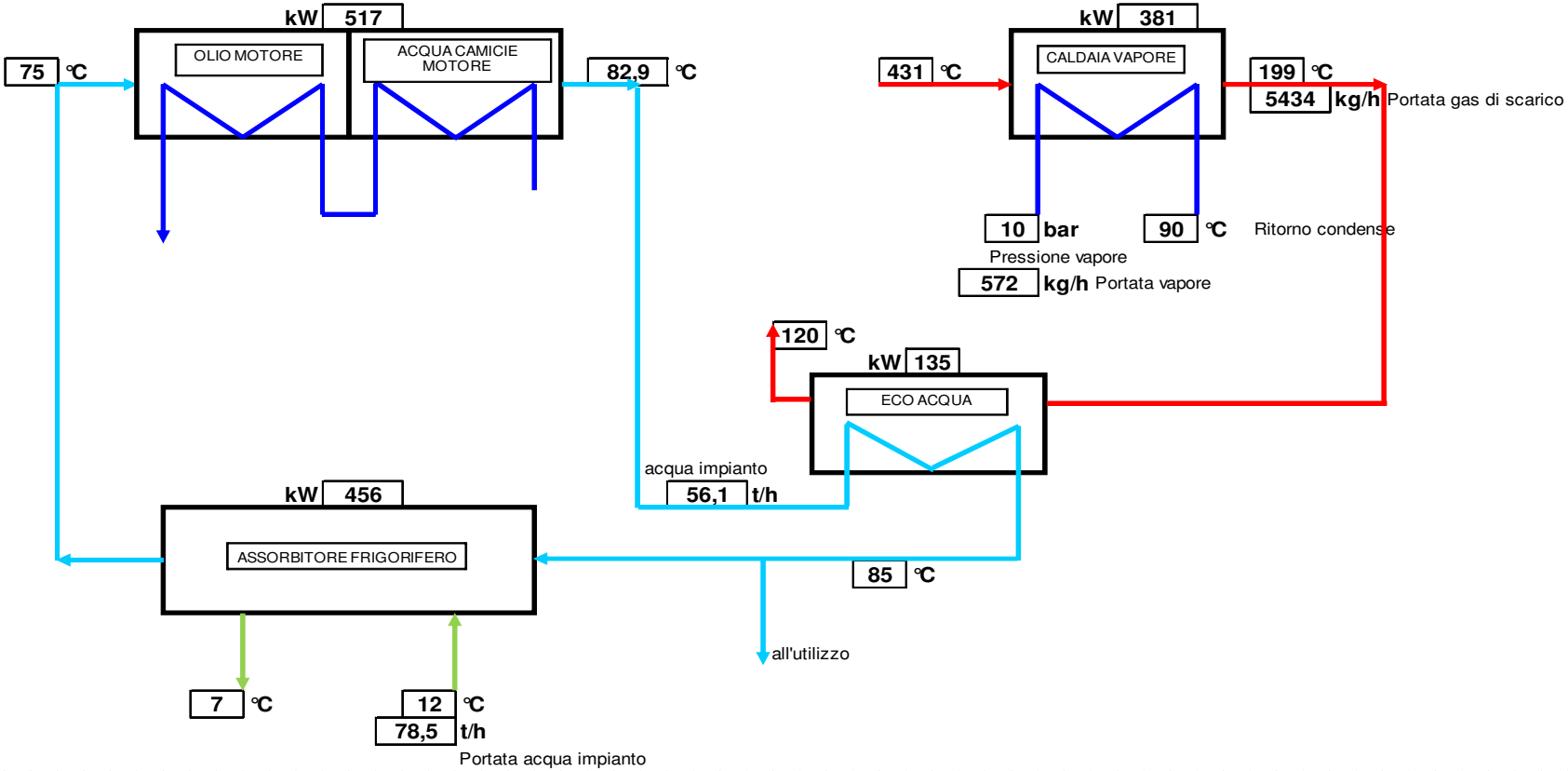
Schema recupero termico

BILANCIO TERMICO - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA E VAPORE **MOTORE MODELLO:** **1 x CG170-12 E 1000kW TA Luft**

potenza elettrica	kW	1000
potenza termica alta T	kW	381 raff. 199 °C
potenza termica bassa T	kW	652
potenza termica intercooler LT	kW	82

RENDIMENTI:

	caldo	freddo COP 0,70
Rendimento elettrico	42,84%	42,84%
Rendimento termico (H_2O + olio + ECO)	27,93%	19,55%
Rendimento termico (gas scarico)	16,32%	16,32%
Rendimento termico complessivo	44,26%	35,88%



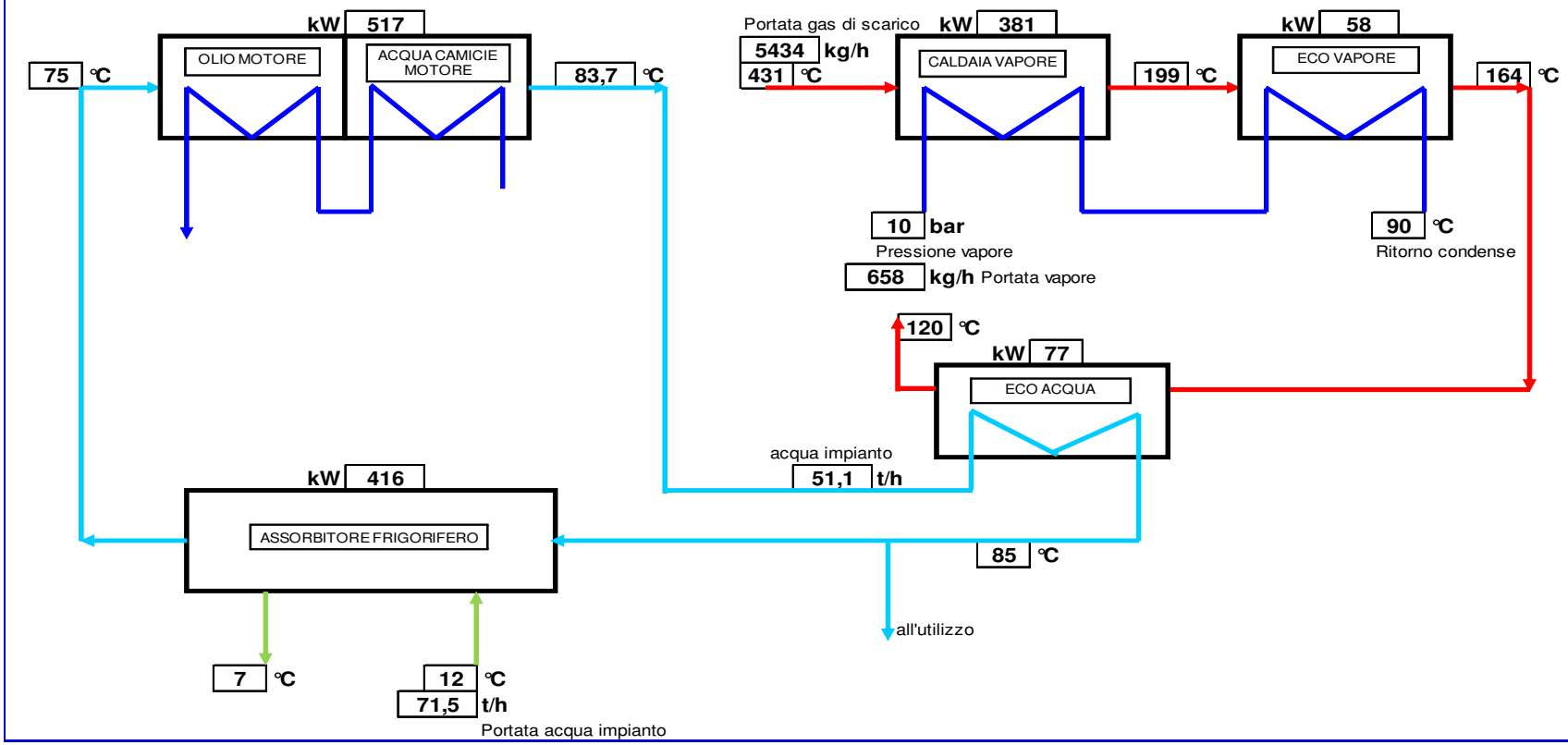
Schema recupero termico

BILANCIO TERMICO - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA E VAPORE MOTORE MODELLO: 1 x CG170-12 E 1000kW TA Luft

potenza elettrica	kW	1000		
potenza termica alta T	kW	439	raff.	164 °C
potenza termica bassa T	kW	594		
potenza termica intercooler LT	kW	82		

RENDIMENTI:

	caldo	freddo COP 0,70
Rendimento elettrico	42,84%	42,84%
Rendimento termico (H_2O + olio + ECO)	25,45%	17,81%
Rendimento termico (gas scarico)	18,79%	18,79%
Rendimento termico complessivo	44,24%	36,60%



Grandezze in gioco
Energia immessa

Nel sistema internazionale (SI) l'unità di misura dell'energia è il Joule [J] parlando di energia elettrica si usa il kilowattora [kWh]

Essendo il **Joule** una quantità molto piccola, sono più utilizzati i suoi multipli quali:

- **Mega joule** [MJ] = 1 milione di Joule
- **Giga joule** [GJ] = 1 miliardo di Joule

L'energia quindi si misura in **Joule**, **kWh** oppure in **kcal**
1 kWh = 3,6 MJ oppure 860 kcal
1 TEP = 41,8 GJ oppure 10 Mkal
La potenza si misura in kJ/sec, kW oppure in kcal/h
1 kW = 1kJ/sec oppure 860 kcal/h

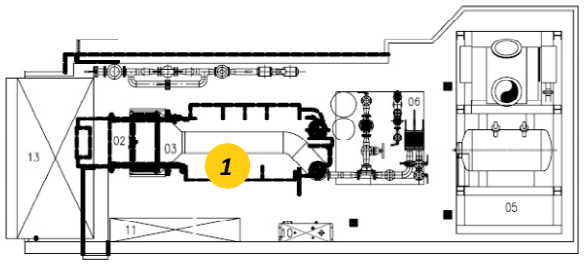
Nel funzionamento dei gruppi di cogenerazione, come energia primaria vengono utilizzati diversi tipi di combustibili ciascuno caratterizzato da un proprio potere calorifico. Che è la quantità di calore che si ottiene bruciando 1 kg di combustibile liquido oppure 1 m3 di combustibile gassoso.

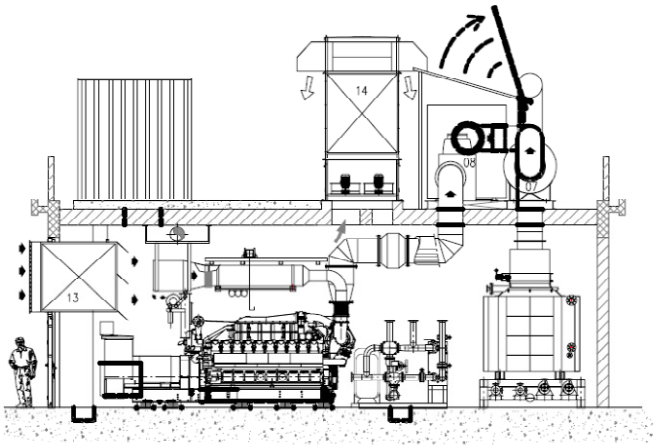
- **Metano** pci 34.535 kJ/Sm3 oppure 8.250 kcal/Sm3 (Sm3 -riferiti a 15°C e alla pressione di 1.013 mbar)
- **Gasolio** pci 42.687 kJ/kg oppure 10.200 kcal/kg
- **G.P.L.** pci 46.046 kJ/kg oppure 11.000 kcal/kg
- **Petrolio** (kerosene) 43.116 kJ/kg oppure 10.300 kcal/kg

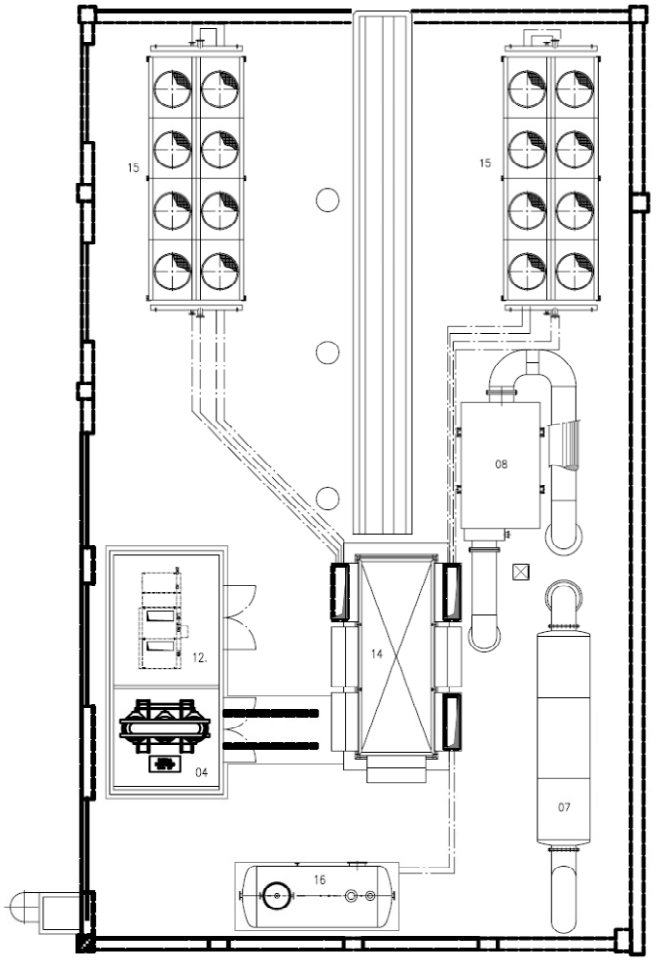
- **NB** - Nel conteggio di calore specifico si considera solamente il potere calorifico inferiore, pci. Nei calcoli di consumi non si utilizza quindi il potere calorifico superiore, o pcs. Il pcs = pci. + quota di calore necessaria per evaporare la quota di umidità contenuta nel combustibile.

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



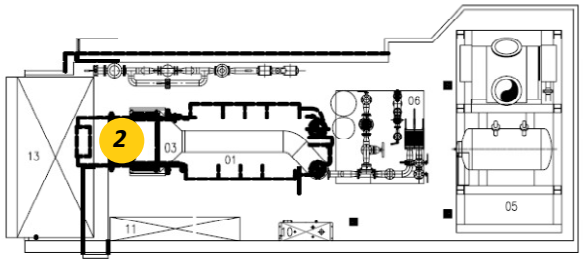


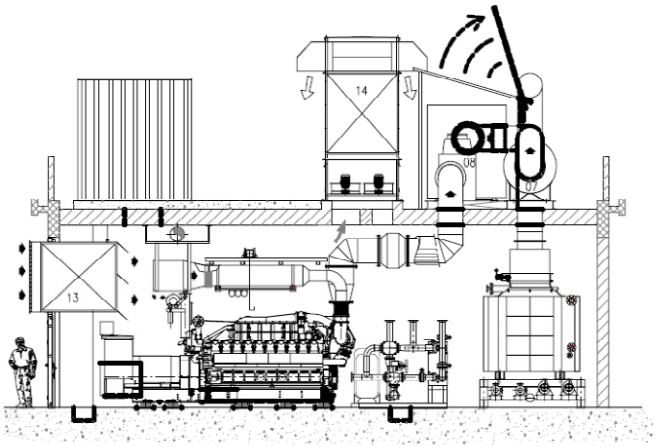


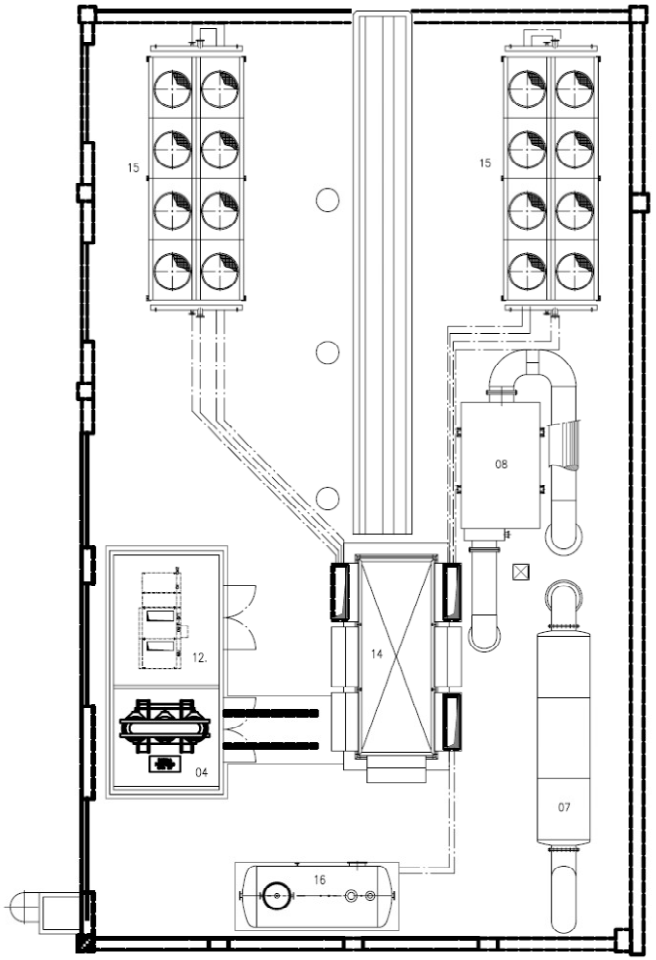
1. Motore a gas

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



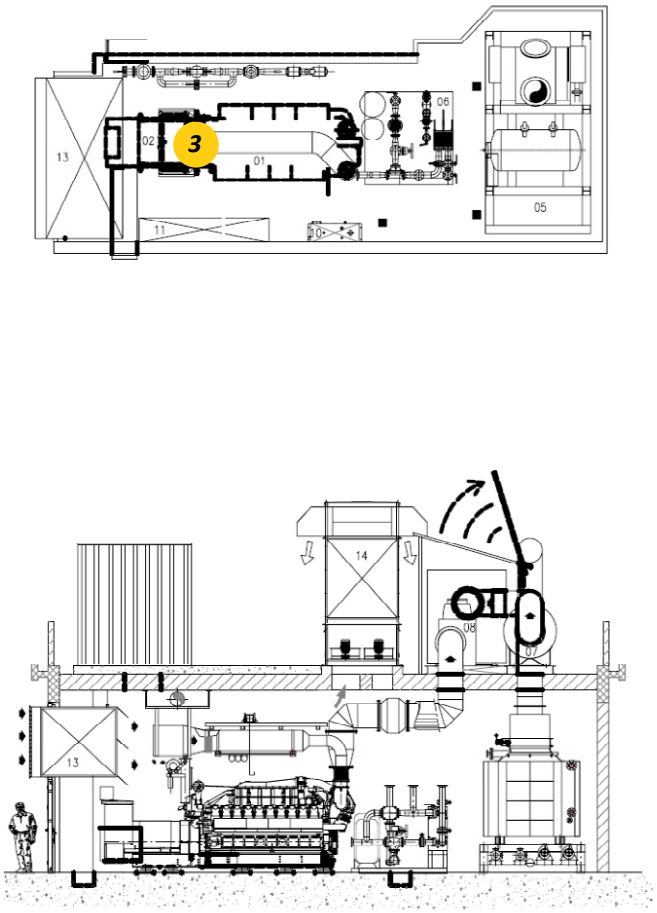


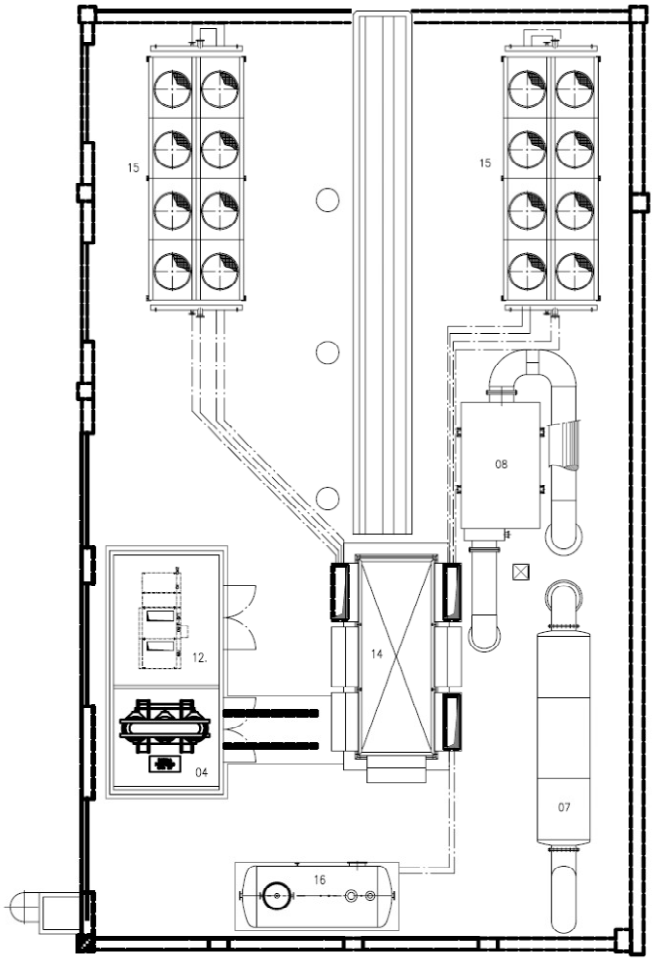


1. Motore a gas
2. Generatore

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2

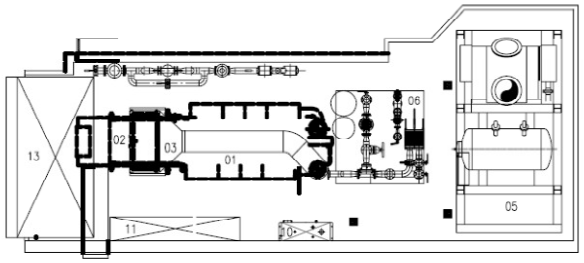


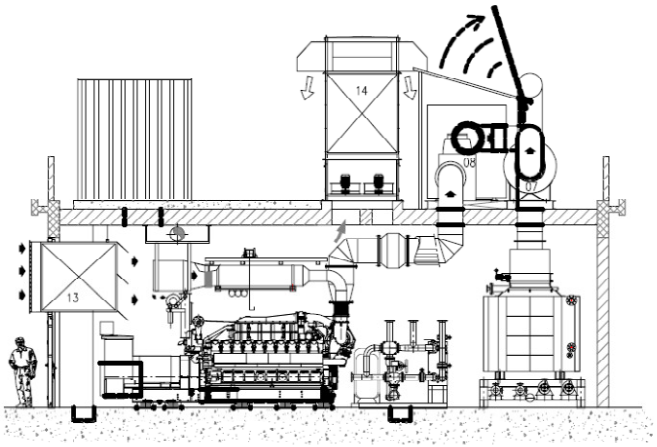


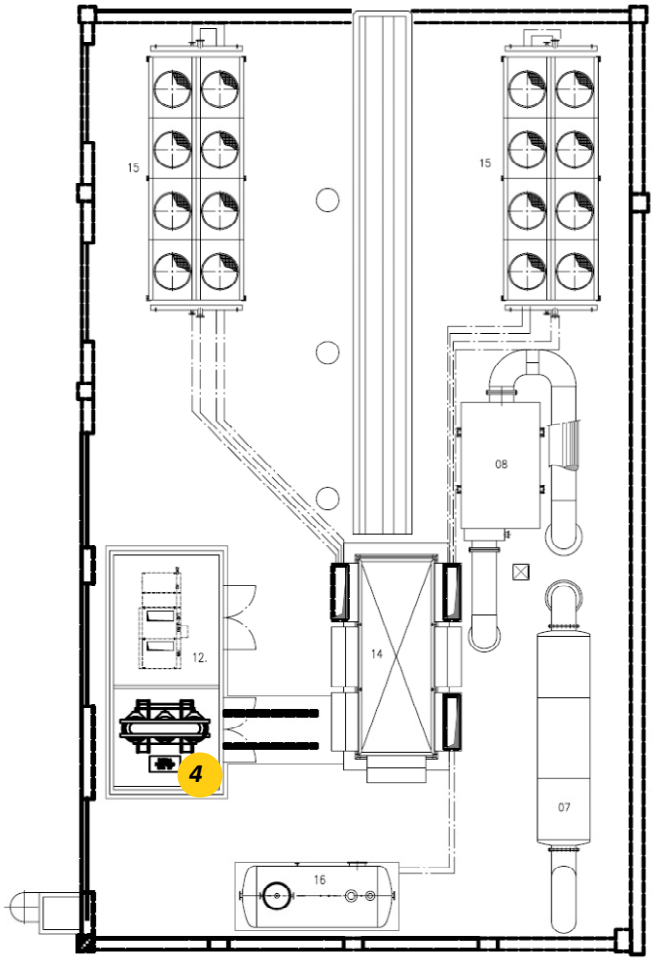
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



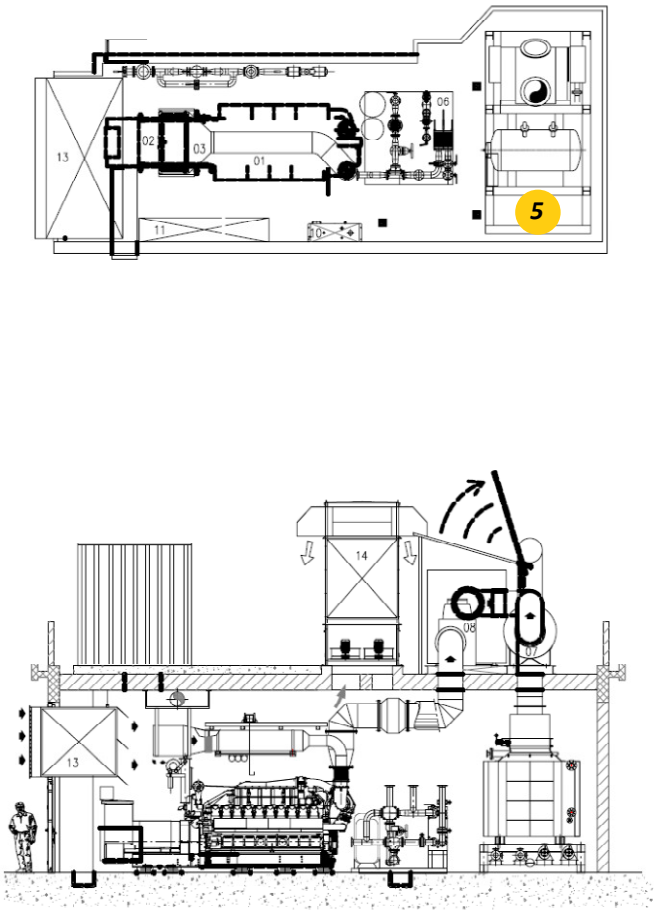


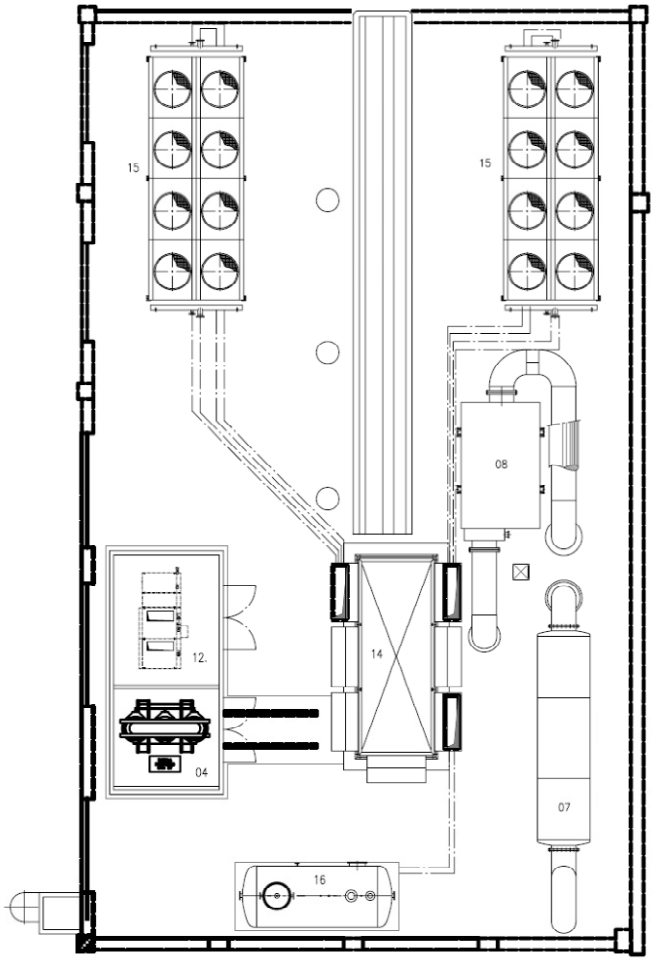


1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2

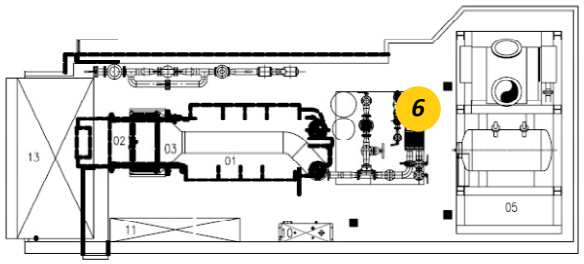


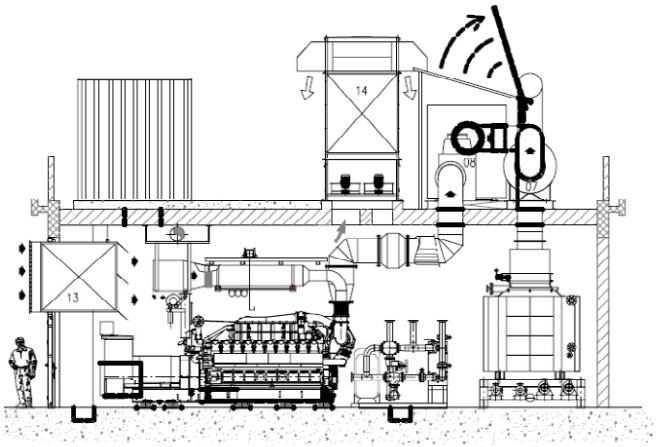


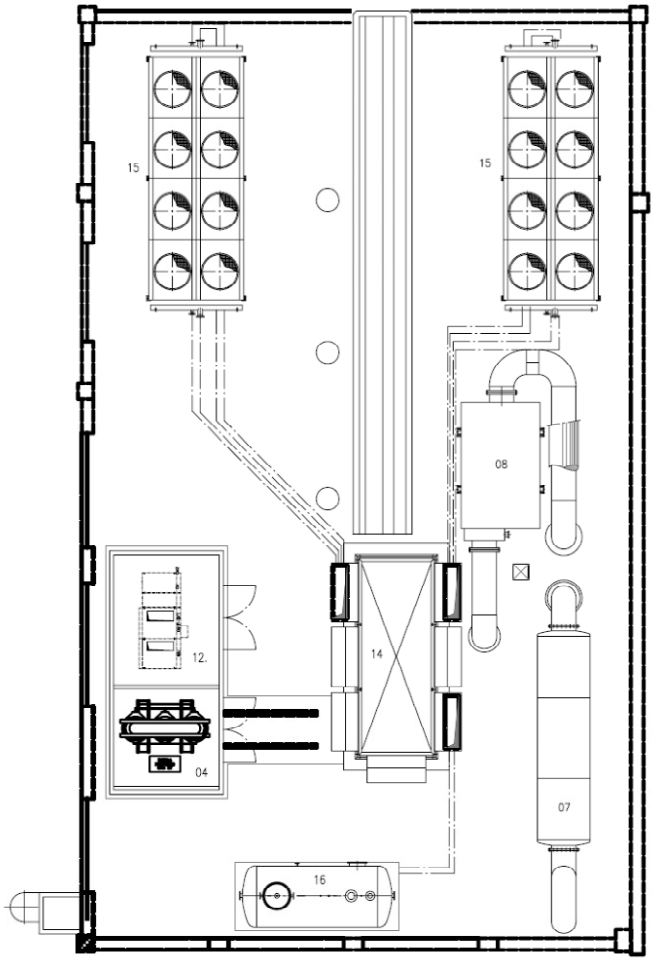
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



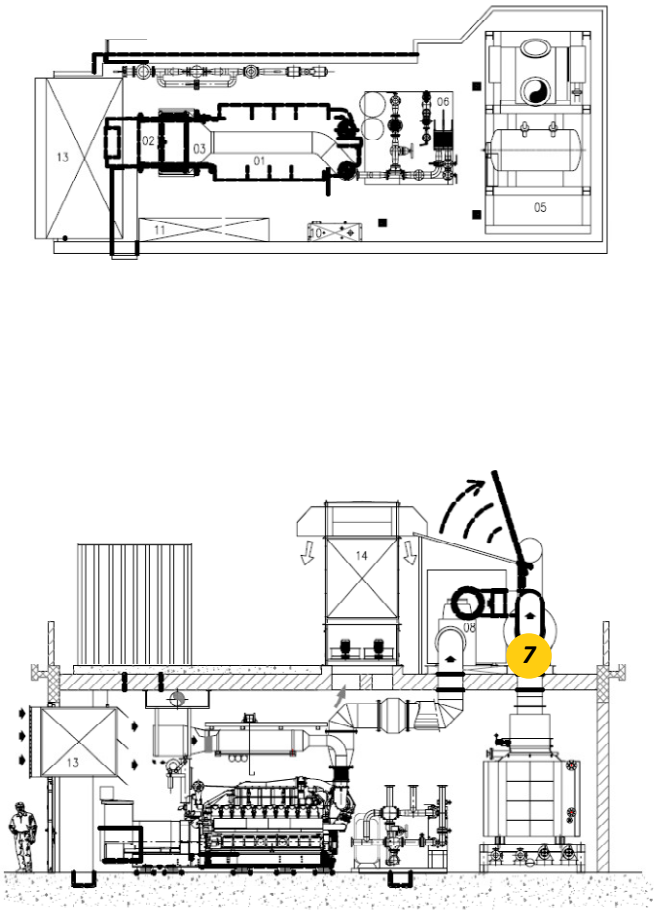


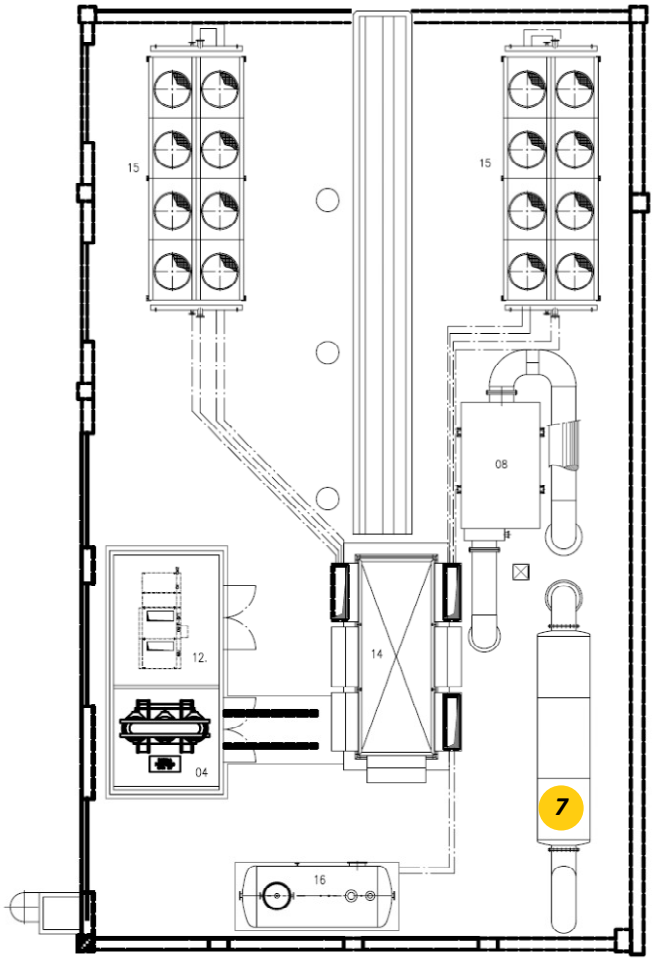


1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2

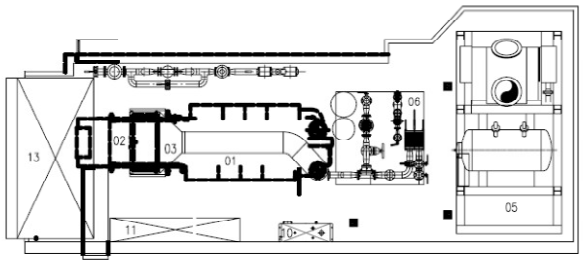


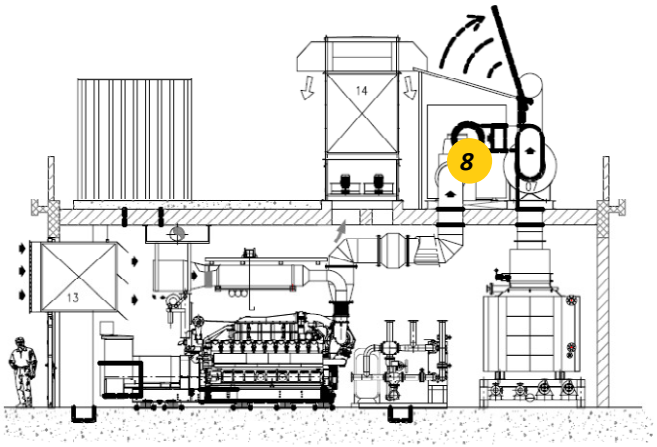


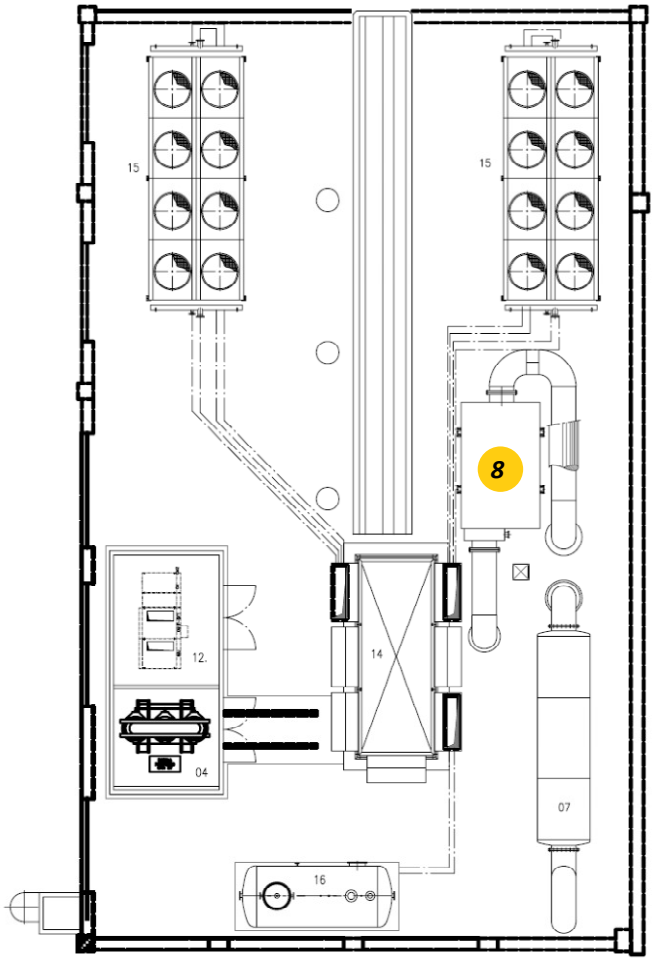
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



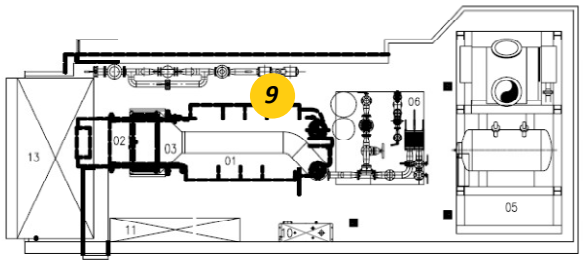


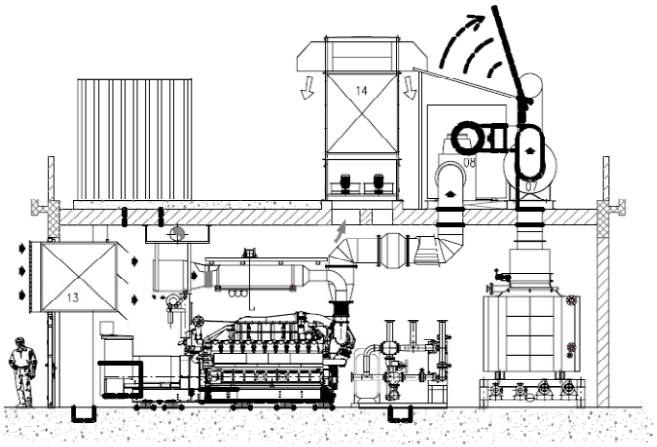


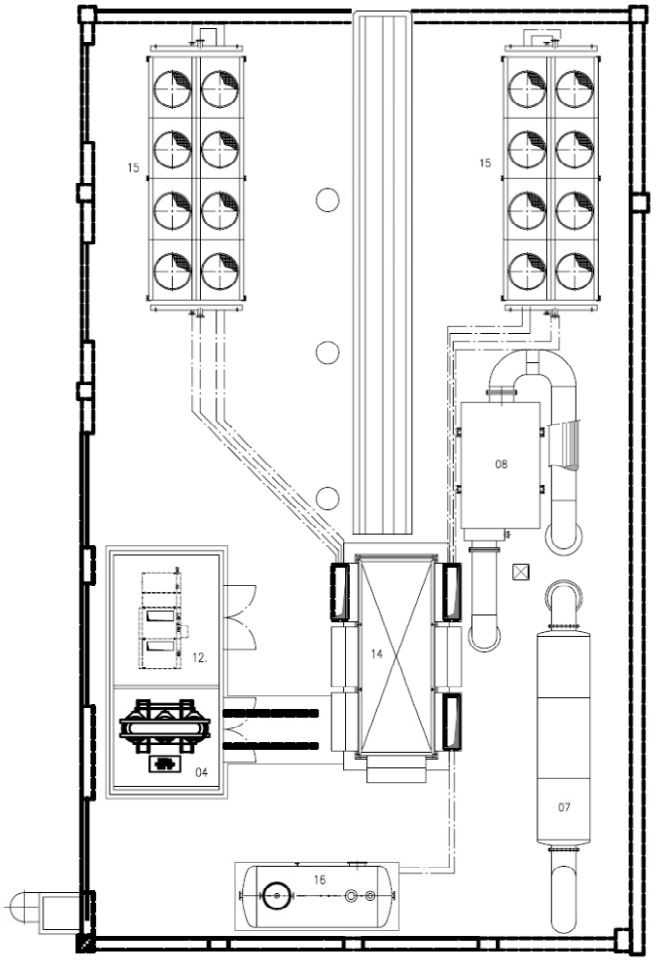
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



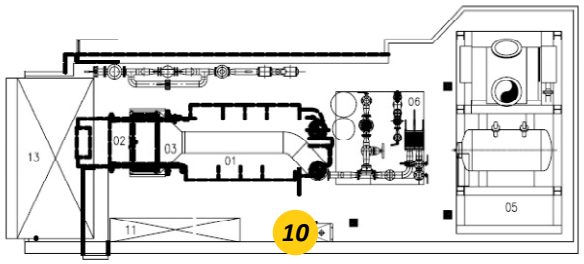


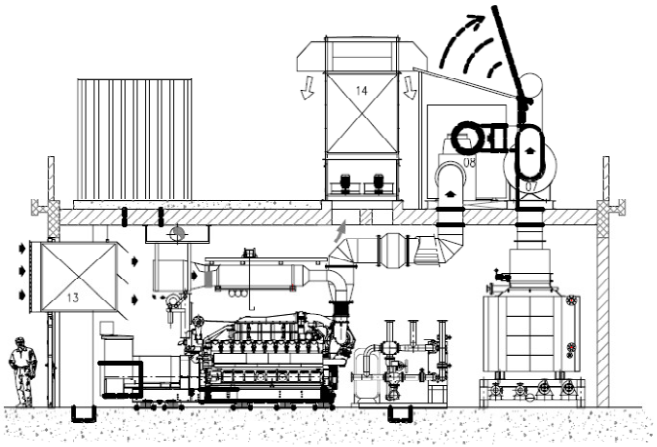


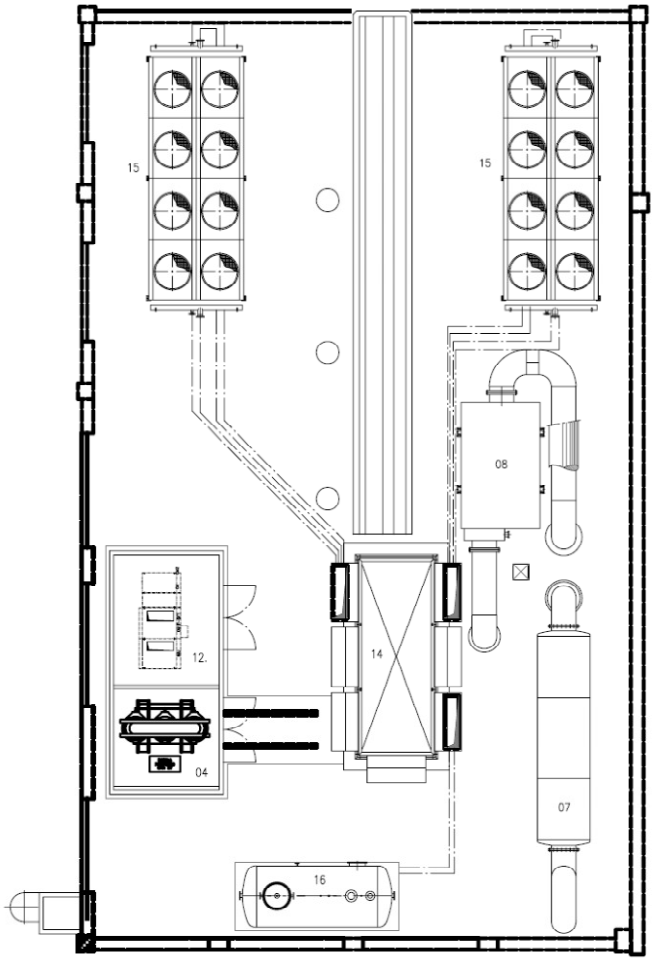
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



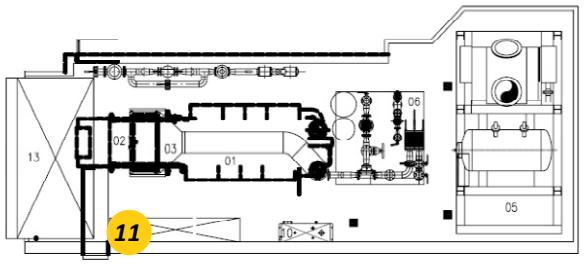


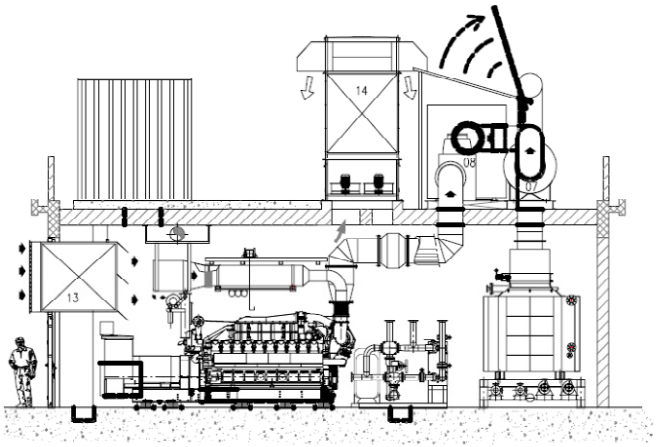


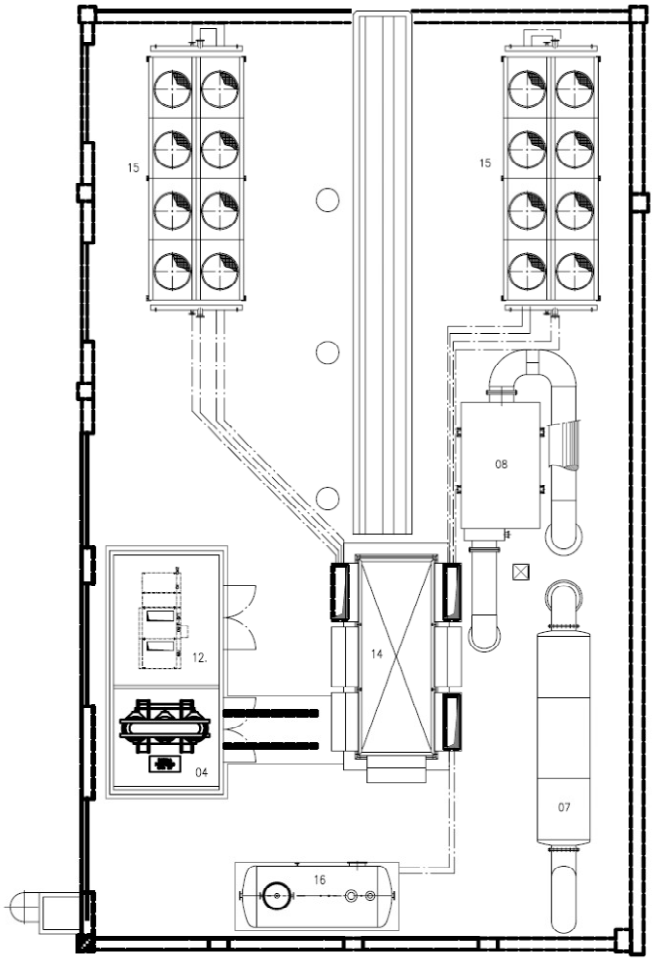
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



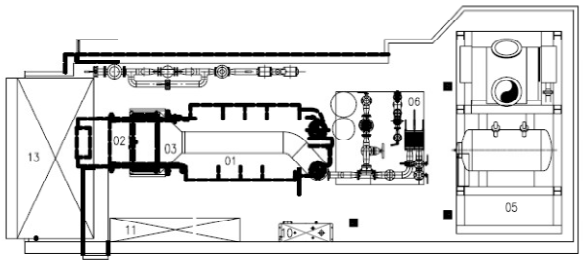


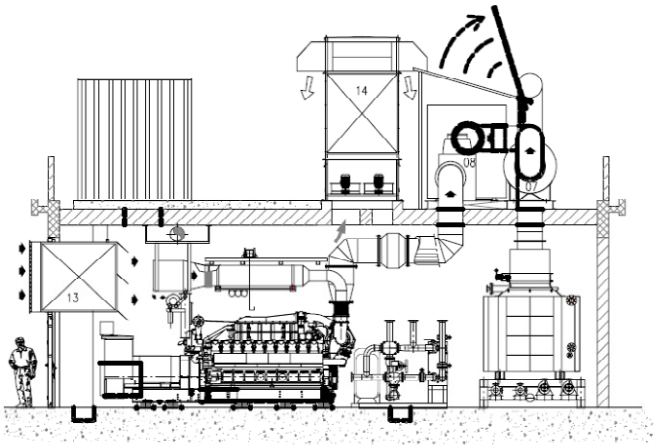


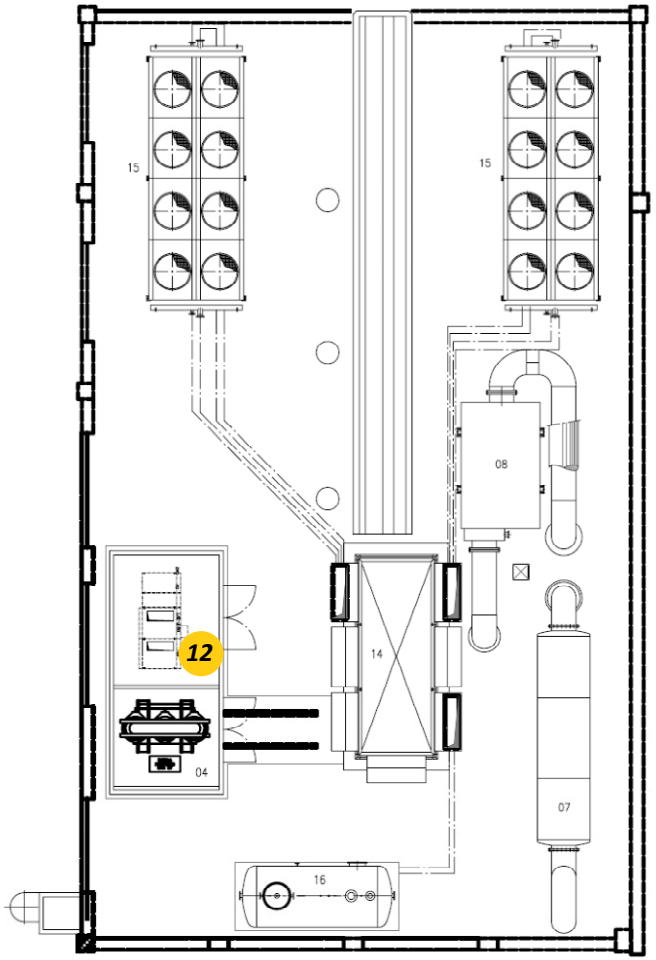
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio
11. Quadro elettrico

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



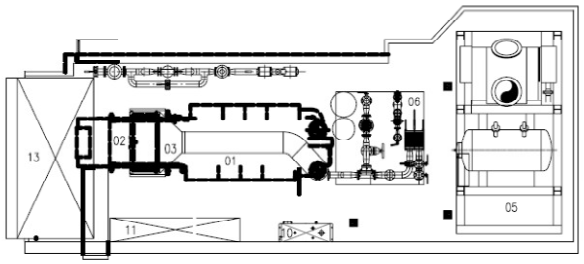


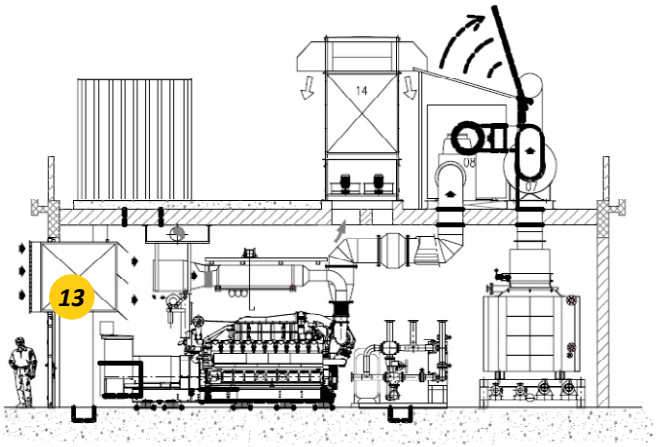


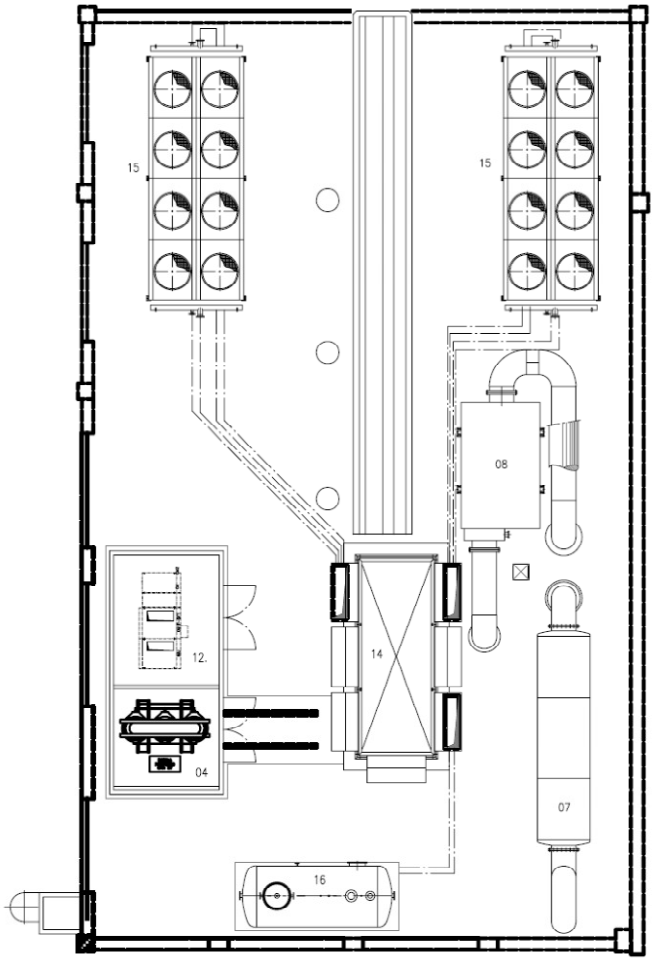
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio
11. Quadro elettrico
12. Quadro MT

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



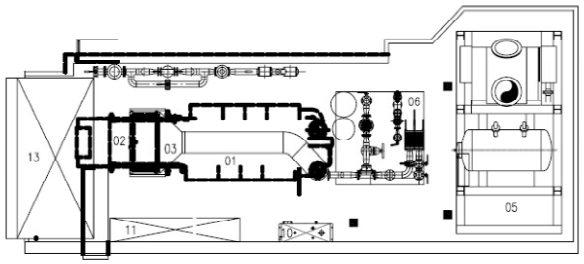


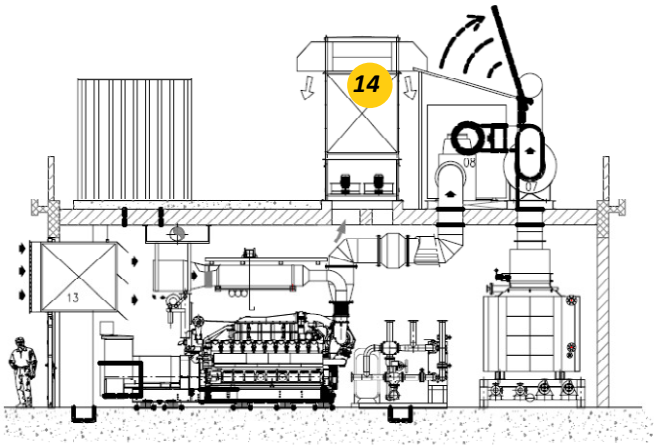


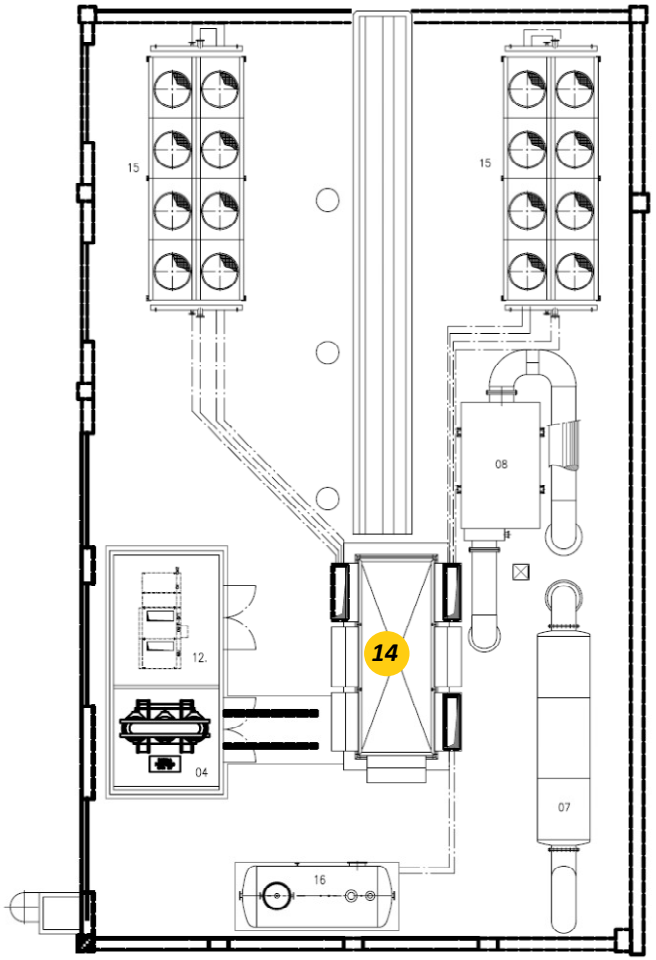
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio
11. Quadro elettrico
12. Quadro MT
13. In ventilazione

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



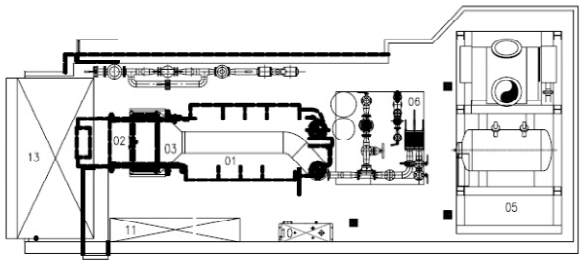


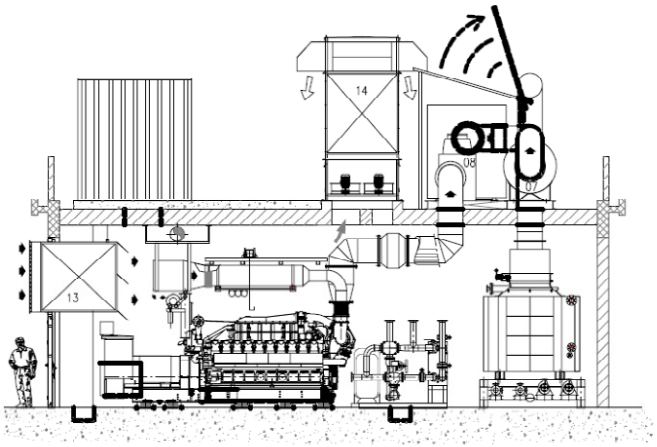


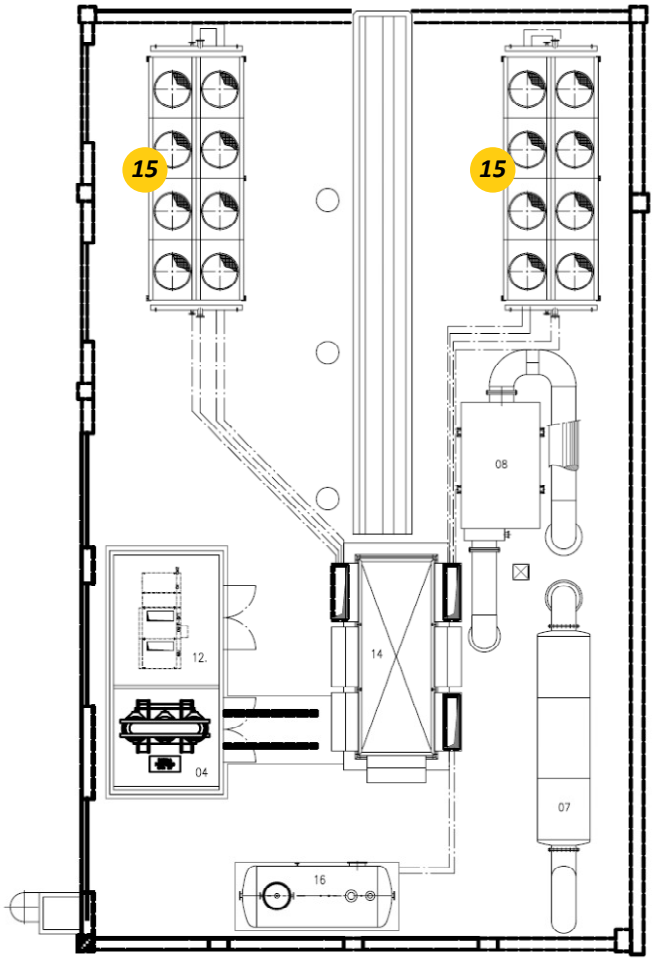
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio
11. Quadro elettrico
12. Quadro MT
13. In ventilazione
14. Out ventilazione

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



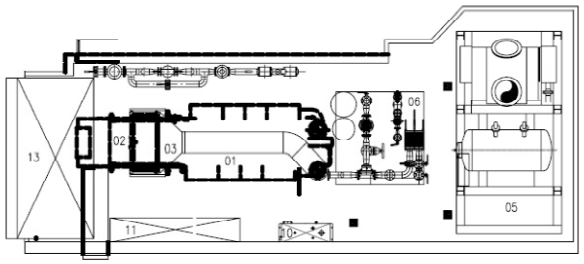


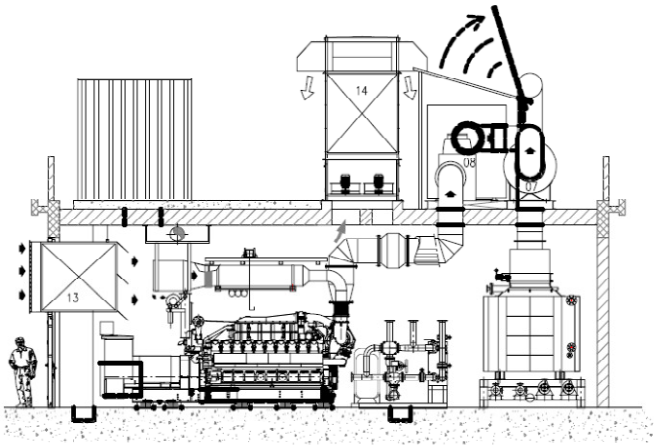


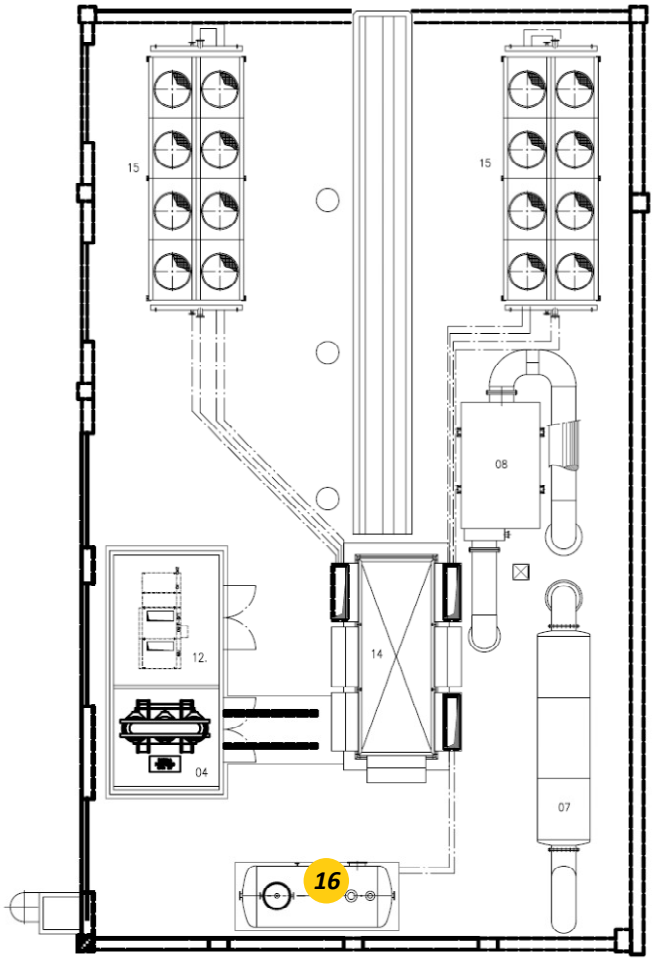
1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio
11. Quadro elettrico
12. Quadro MT
13. In ventilazione
14. Out ventilazione
15. Radiatore dissipatore

Definizioni componenti di impianto

Layout 1 Layout 2



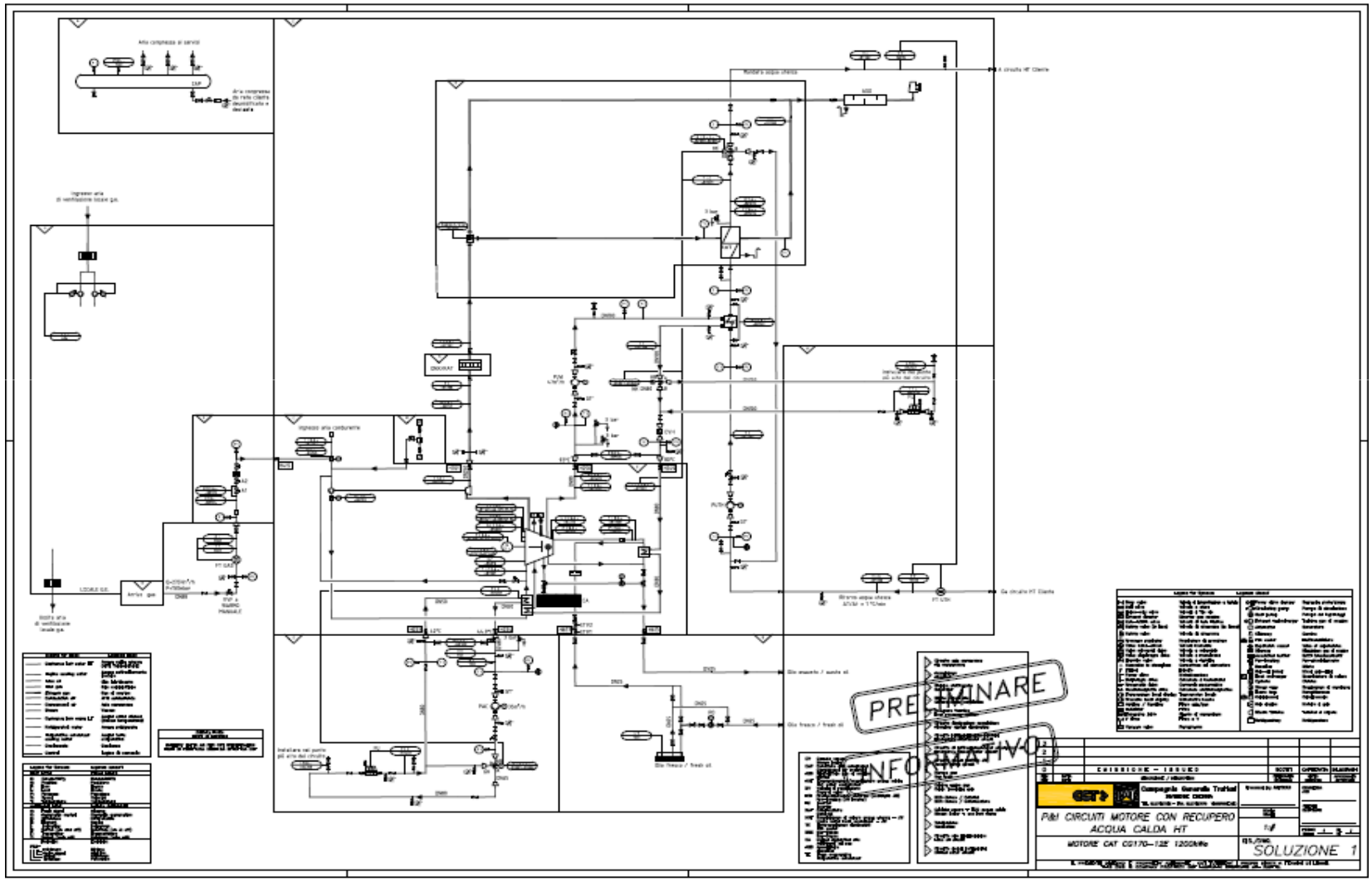




1. Motore a gas
2. Generatore
3. Filtro aria
4. Trasformatore
5. Modulo di recupero termico dai gas di scarico
6. Modulo di recupero termico BT dai circuiti motore
7. Marmitta
8. DeNox-catalizzatore
9. Linea gas
10. Serbatoio olio
11. Quadro elettrico
12. Quadro MT
13. In ventilazione
14. Out ventilazione
15. Radiatore dissipatore
16. Degasatore

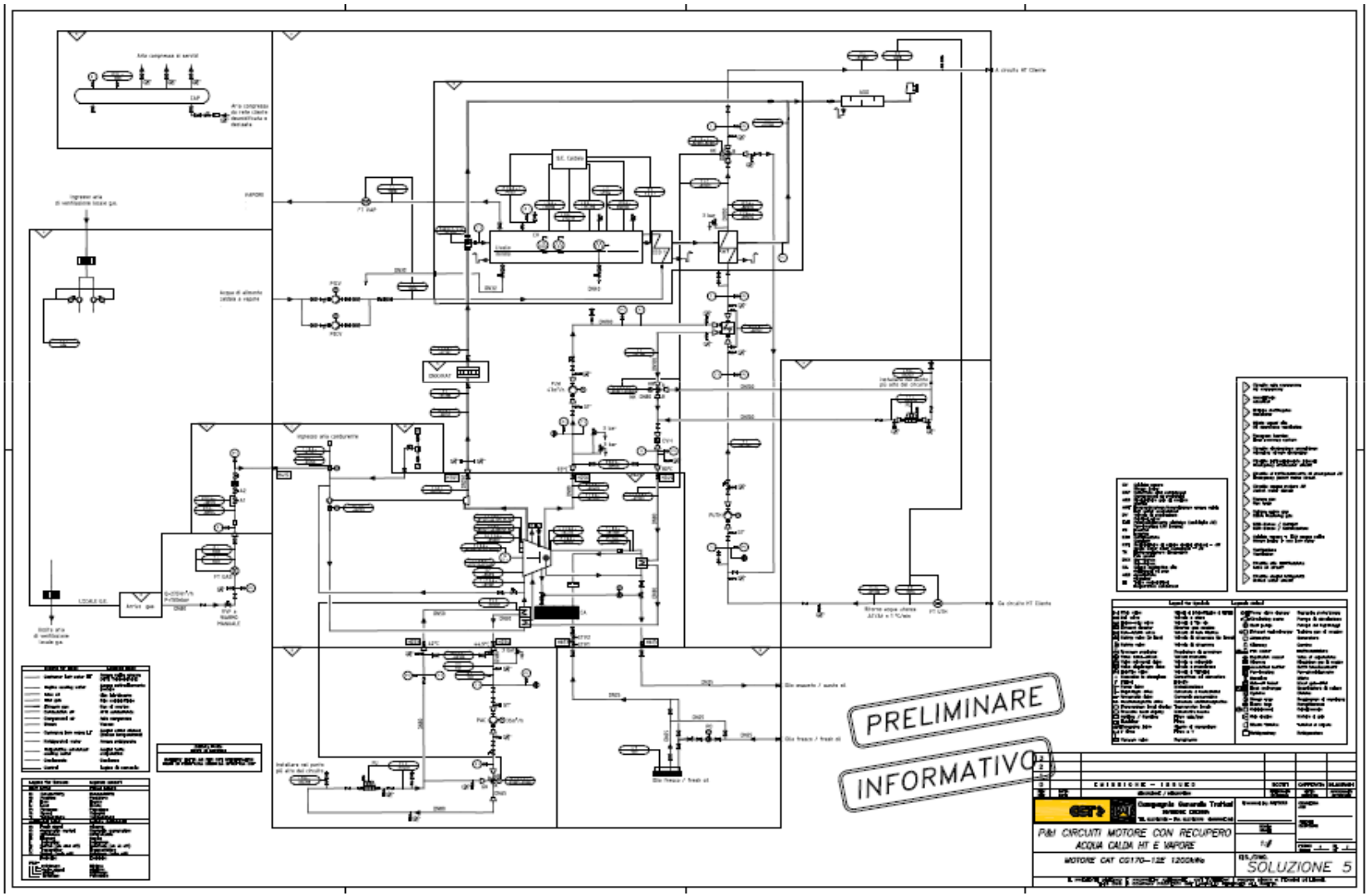
Schema termico di un gruppo di cogenerazione utilizzato per produzione di acqua calda

P & I
Acqua calda



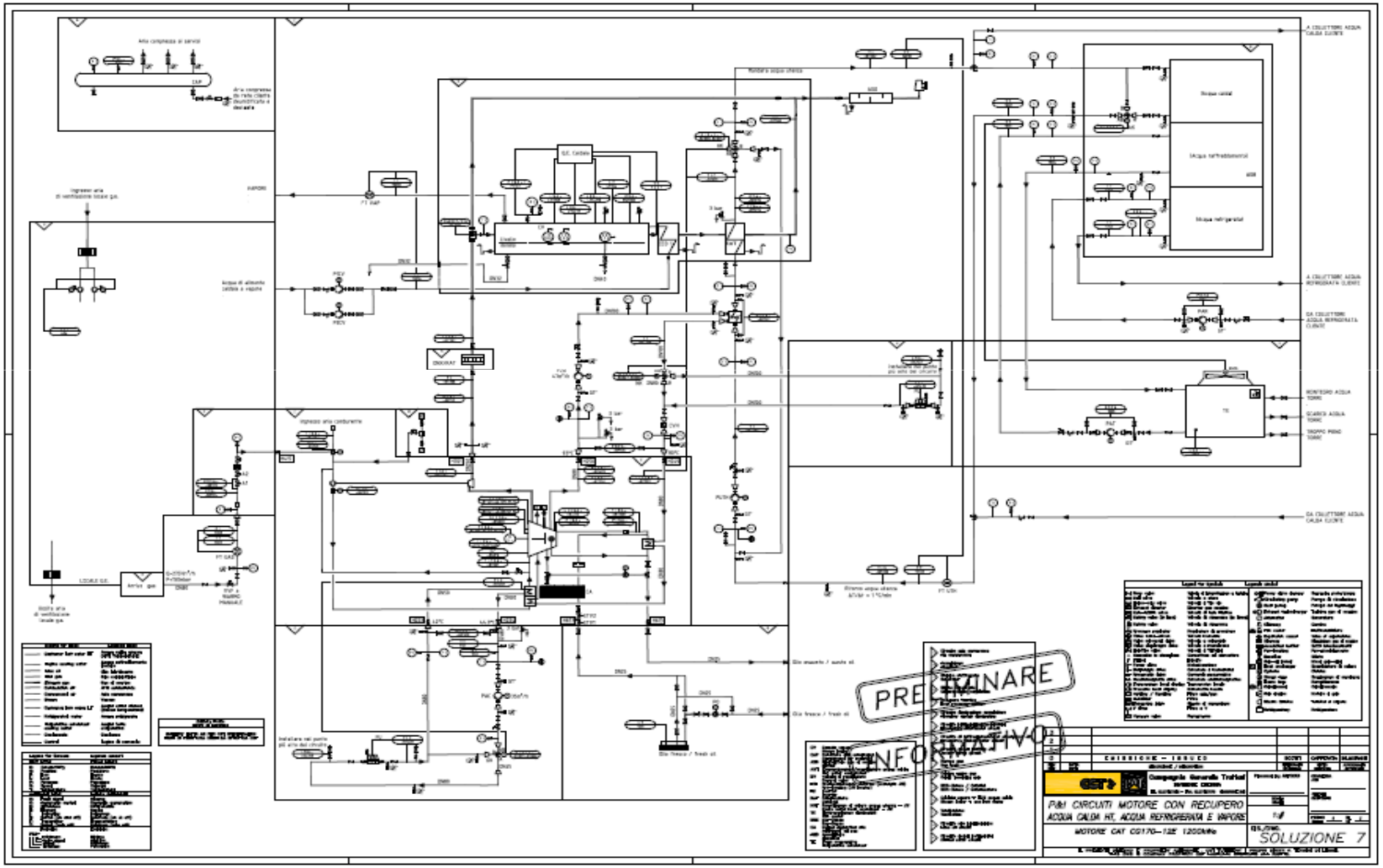
Schema termico di un gruppo di cogenerazione utilizzato per produzione di acqua calda BT e vapore (1)

P & I
Acqua calda e vapore



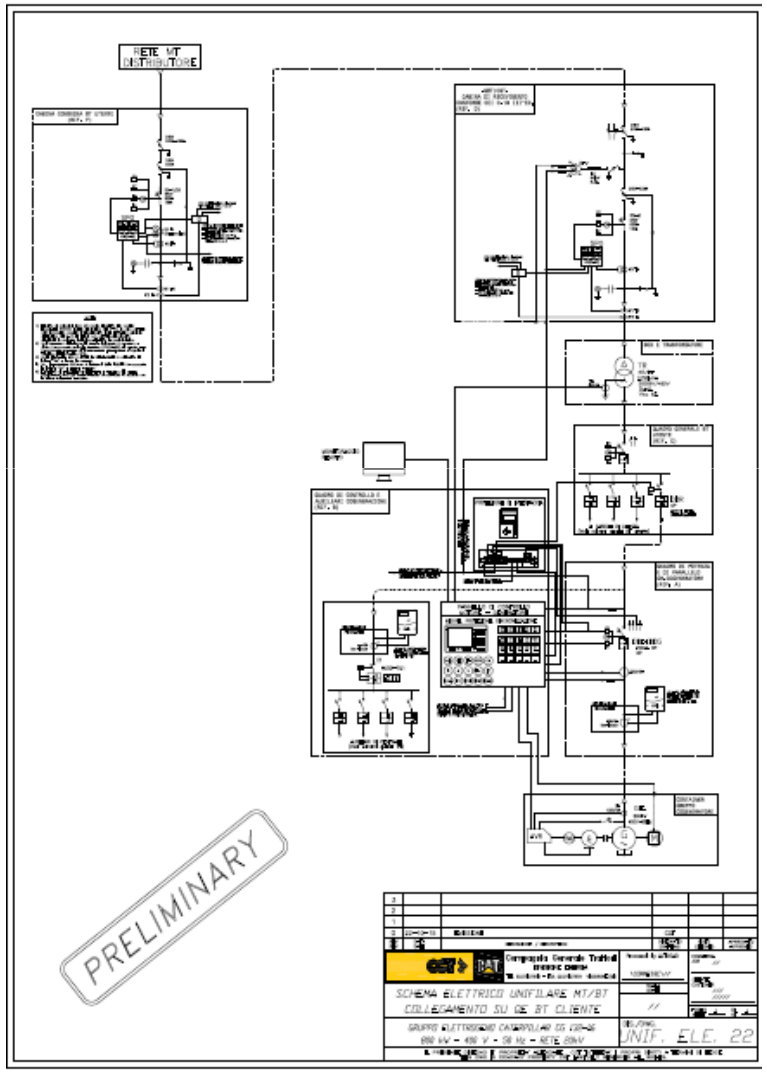
Schema termico di un gruppo di trigenerazione impiegato per Produzione contemporanea di acqua calda BT, acqua fredda e vapore (1)

P & I
Acqua calda, vapore e freddo



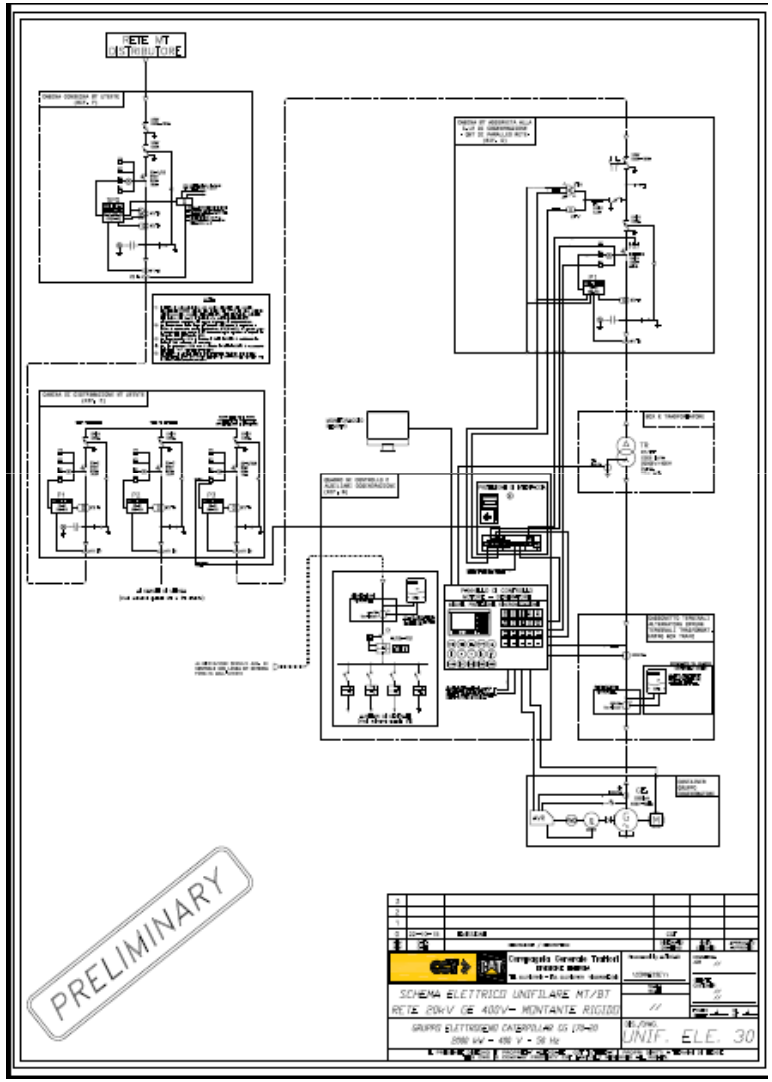
Unifilare elettrico tipico di un gruppo di cogenerazionecon parallelo in bassa tensione

UNIFILIARE
Gruppo in BT



Unifilare elettrico tipico di un gruppo di cogenerazione con parallelo in media tensione (montante rigido)

UNIFILIARE
Gruppo in MT



Componenti principali di un impianto e loro caratteristiche principali

Componenti principali di un impianto e loro caratteristiche principali

Data Sheet Motore

Il progetto si sviluppa a partire dalle caratteristiche del motore scelto. Tali caratteristiche sono riassunte all'interno del Data Sheet.

CG170-12 TA Luft

CAT

Teohnioal data
1200 kWel; 400 V, 50 Hz; Natural gas, MN = 80

Design conditions

Comb. air temperature / rel. Humidity:	[°C] / [%]	25 / 60
Altitude:	[m]	100
Exhaust temp. after heat exchanger:	[°C]	120
NO_x Emission (tolerance - 8%):	[mg/Nm³ @5%O_2]	500

Fuel gas data: [4]

Methane number:	[-]	80
Lower calorific value:	[kWh/Nm³]	10,17
Gas density:	[kg/Nm³]	0,79
Standard gas:		

Genset:

Engine:		CG170-12
Speed:	[1/min]	1500
Configuration / number of cylinders:	[-]	V / 12
Bore / Stroke / Displacement:	[mm]/[mm]/[dm³]	170 / 195 / 53
Compression ratio:	[-]	13,0
Mean piston speed:	[m/s]	9,8
Mean lube oil consumption at full load:	[g/kWh]	0,2
Engine-management-system:	[-]	TEM EVO
Generator:		Marelli MJB 500 MB4
Voltage / voltage range / cos Phi:	[V] / [%] / [-]	400 / ±10 / 1
Speed / frequency:	[1/min] / [Hz]	1500 / 50

Energy balance

Load:	[%]	100	75	50
Electrical power COP acc. ISO 8528-1:	[kW]	1200	900	600
Engine jacket water heat:	[kW ±8%]	613	472	338
Intercooler LT heat:	[kW ±8%]	102	68	39
Lube oil heat:	[kW ±8%]			
Exhaust heat with temp. after heat exchanger:	[kW ±8%]	582	481	364
Exhaust temperature:	[°C]	414	440	469
Exhaust mass flow, wet:	[kg/h]	6488	4909	3387
Combustion mass air flow:	[kg/h]	6273	4743	3271
Radiation heat engine / generator:	[kW ±8%]	41 / 34	40 / 27	36 / 22
Fuel consumption:	[kW+5%]	2750	2123	1492
Electrical / thermal efficiency:	[%]	43,6 / 43,4	42,4 / 44,9	40,2 / 47,1
Total efficiency:	[%]	87,0	87,3	87,3

Componenti principali di un impianto e loro caratteristiche principali

Durante la progettazione è necessario valutare e dimensionare correttamente alcuni componenti l'impianto.

Calcolo contropressione gas di scarico

Calcolo perdita di carico circuiti

Calcolo portata aria di ventilazione

Calcolo pompe di circolazione

Calcolo vaso di espansione

Pompe di circolazione, alcuni aspetti da tenere in considerazione:

- Valutazione del NPSH per l'influenza su pesi, dimensioni e costi delle pompe
- Scelta delle pompe ad asse verticale od orizzontale normalizzate
- Verifica dello stato di manutenzione del filtro a monte della pompa
- Per la gestione: verifiche periodiche di allineamento, perdite di carico ed assorbimento elettrico

Scambiatori a piastre, alcuni aspetti da tenere in considerazione:

- Scelta del tipo di scambiatore in base all'applicazione
- Considerare le tolleranze termiche del motore ed il fattore di sporcamento
- Per la gestione: verifiche periodiche e pulizia

Vasi di espansione, alcuni aspetti da tenere in considerazione:

- Quantità e caratteristiche dell'acqua presente nel circuito.
- Temperatura e Pressione iniziale e finale del circuito.
- Intervento della valvola di sicurezza.
- Caratteristica della membrana per il vaso chiuso.

Caratteristiche funzionali e costruttive.

La tipologia a tubi di fumo assicura:

- notevole flessibilità di esercizio
- Facilità di manutenzione e pulizia
- Costo contenuto
- Dimensioni maggiori dimensioni rispetto ad un generatore a tubi d'acqua
- progettate per rientrare nella categoria dei generatori di vapore a funzionamento automatico (esonero nel luogo di installazione del conduttore abilitato, ex Art. 43 Racc. E): producibilità di vapore < 3 t/h, pressione massima di esercizio < 15 bar

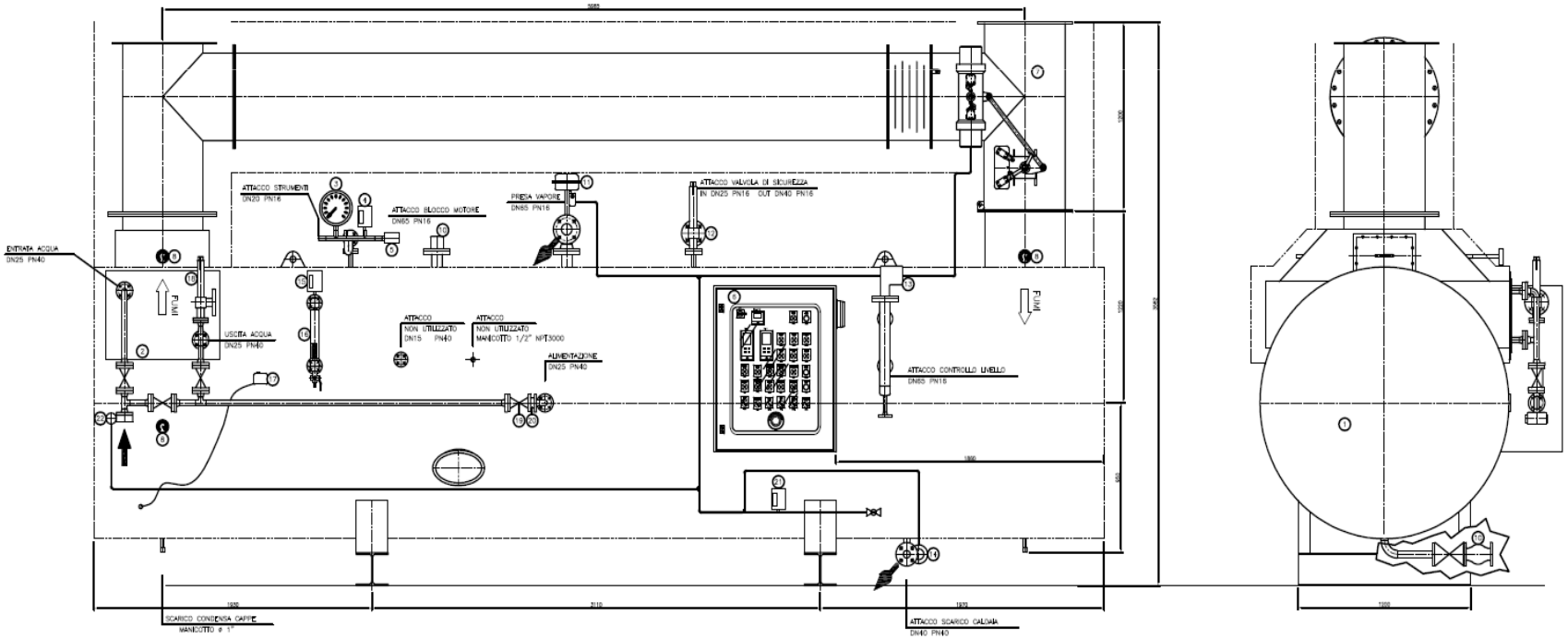
MANUTENZIONE ORDINARIA DI UNA CALDAIA

La manutenzione ordinaria è limitata principalmente al controllo delle superfici di scambio termico.

Periodicamente va fatta un'accurata ispezione dei fascio tubiero, va verificato accuratamente lo stato di conservazione e di pulizia delle superfici di scambio, nonché delle curve di collegamento tubi e dei collettori.

Scambiatori di calore gas di scarico
Caldaia

Caratteristiche generali del generatore di acqua calda, acqua surriscaldata e vapore a tubi da fumo



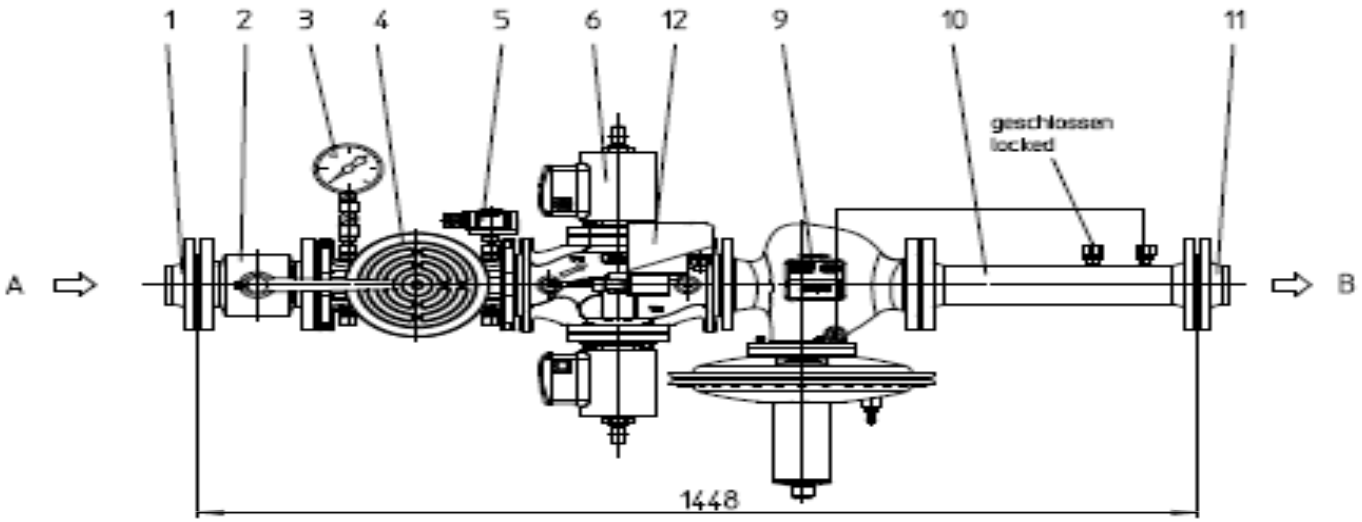
Alcune problematiche relative al loro esercizio:

- Drenaggio regolare della caldaia
- La pulizia dei filtri dell'acqua di alimento
- Lubrificare i motori
- Sovraccarichi dovuti ad errata movimentazione
- Introduzione di corpi estranei nello scambiatore
- Formazione di depositi all'interno dei tubi
- Sovraccarichi alle tubazioni dovuti a forze esterne
- Insufficiente portata del fluido

Linea gas di alimentazione motore (rampa gas), scelta e dimensionamento

- Il dimensionamento della rampa gas: Pmax in ingresso alla rampa <500mbar
- Per tutte le tipologie di GE la velocità del gas deve essere compresa fra 10 e 15m/s
- Considerare le normative di riferimento UNI-CIG e VVF

Linea gas di alimentazione con filtrazione a 1 micron



ITEM	DESCRIPTION
1	Welding neck flange with joint
2	Ball valve
3	Pressure gauge with glycerol filling
4	Gas filter
5	Pressure switch
6	Double-Electro-magnetic-valve
9	Gas pressure regulator
10	Downstream pipe, inlet
11	Welding neck flange with joint,
12	Leakage control system

Elettroradiatore dissipativo di emergenza, scelta e dimensionamento

Il dimensionamento dell'elettroradiatore dissipativo di emergenza viene fatto in base a:

- tipologia di installazione
- potenza termica da smaltire
- condizioni ambientali
- emissioni acustiche richieste/imposte

Elettroradiatore dissipativo
Alcuni aspetti da tenere in considerazione

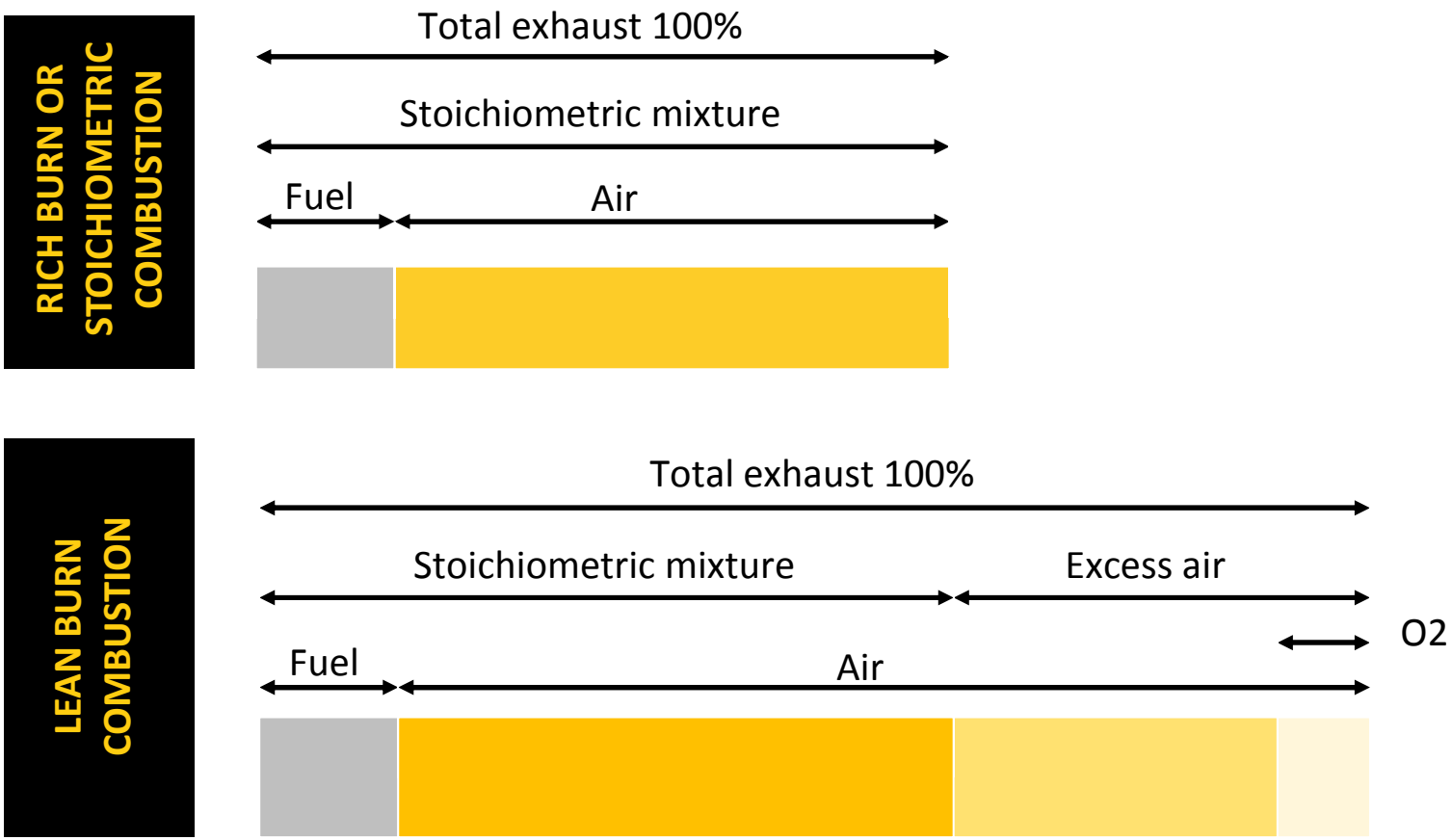
- Pulizia periodica.
- Manutenzione periodica dei motori elettrici: cuscinetti, equilibratura delle pale.
- Controllo dell’assorbimento elettrico e verificare se corrisponde ai dati di targa.

Emissioni in atmosfera

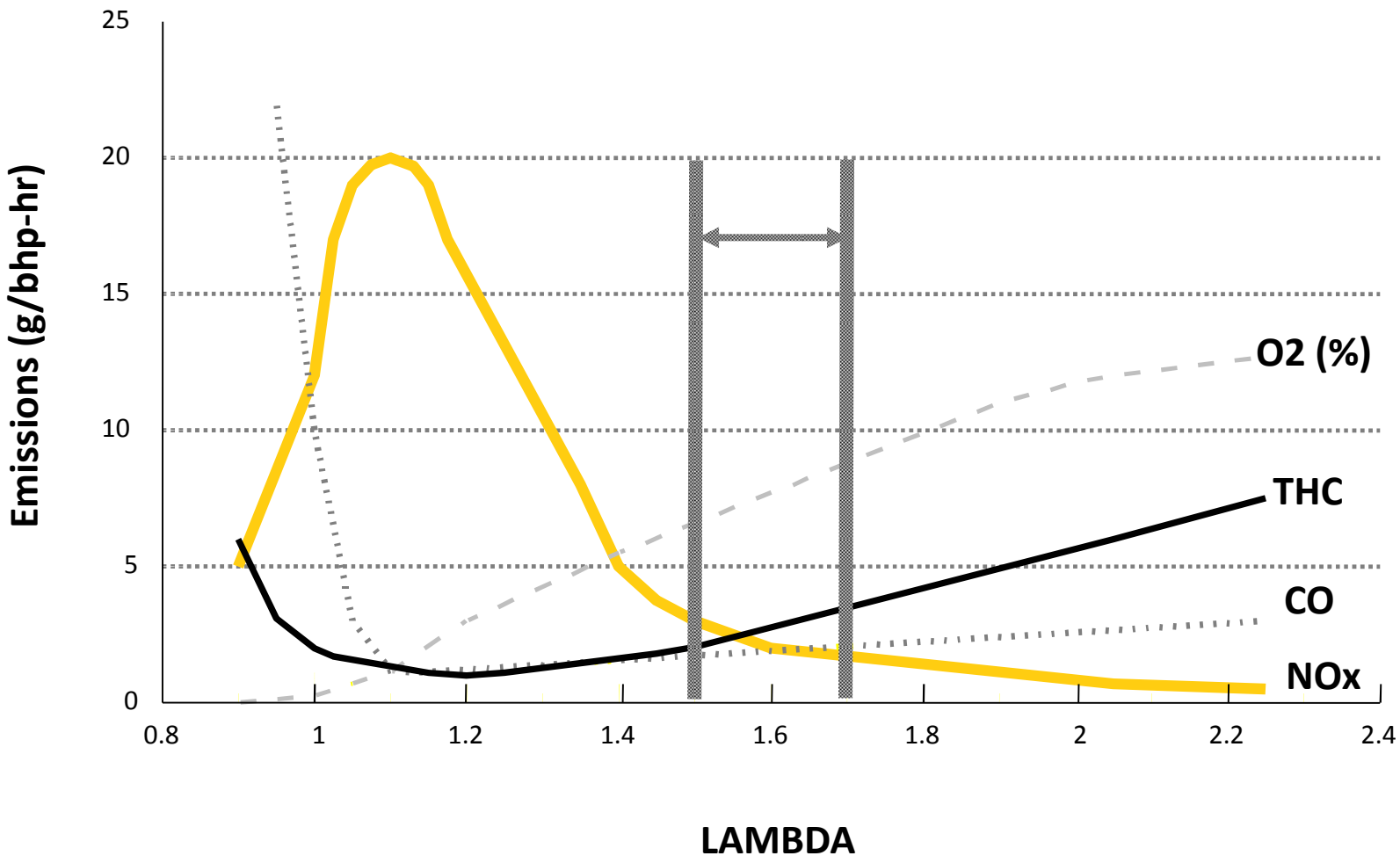
- NO_x – ossidi di azoto (calcolati come la somma di NO ed NO_2)
- CO – monossido di carbonio
- SO2 – Anidride solforosa
- Idrocarburi non metanici – NMHC
- Idrocarburi incombusti - TMHC

Il valore delle emissioni allo scarico sono strettamente legate alla carburazione del motore

Confronto fra Rich Burn / Lean Burn



Caratteristiche NOx e O2 in funzione del tipo di combustione



Confronto fra Rich Burn / Lean Burn
Miscela ricca / miscela magra

Rich Burn

- Alto Consumo Combustibile
- Bassa efficenza
- Richiede un preciso controllo del rapporto aria/gas per il lavoro della catalitica
- Più frequenti cambi olio (ossidazione e nitrazione olio)

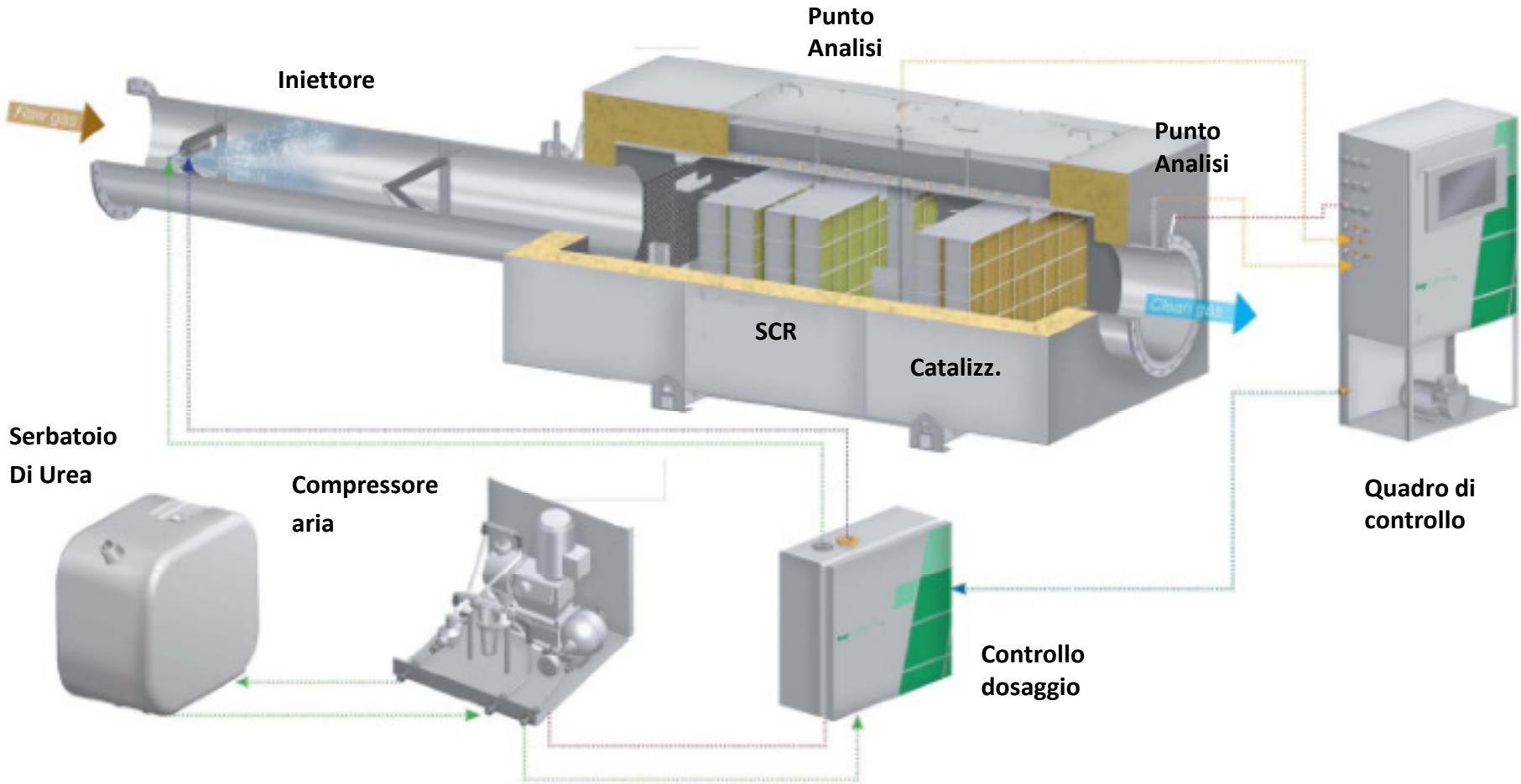
Lean Burn

- Basso Consumo Combustibile
- Efficienza maggiore
- Opera nel campo rapporto aria/gas per basse emissioni complessive
- Intervallo cambi olio meno frequenti

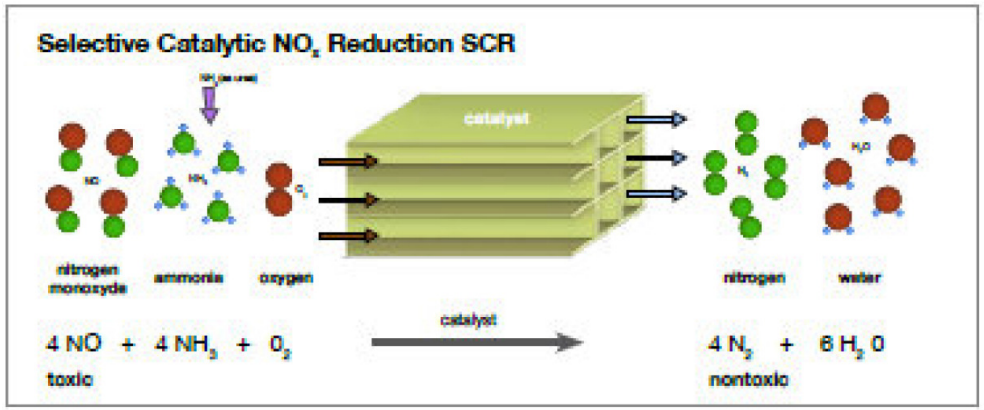
Il dimensionamento del Sistema di abbattimento, e dei suoi accessori viene fatto sostanzialmente in base a:

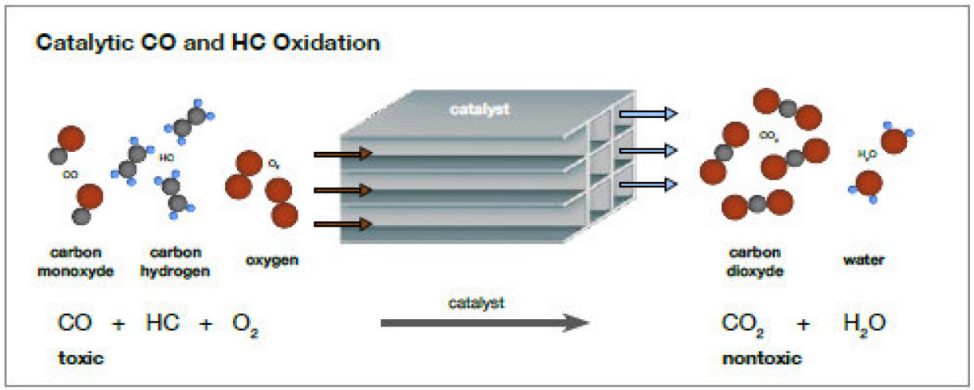
- Tipologia di motore
- Potenza del motore
- Temperatura massima dei gas di scarico
- Limiti composti inquinanti imposti dalle autorità competenti e/o dal cliente
- Tipologia di installazione

Sistema SCR-DeNox



Reazioni chimiche nel trattamento dei gas di scarico





Emissioni in atmosfera
Alcuni aspetti da tenere in considerazione

Emissioni elevate sono conseguenti di una non perfetta combustione.

- NOx elevati — Rapporto Aria / gas , Temperatura e anticipo
- CO elevato — Ossigeno insufficiente
- HC elevati — Combustione incompleta

Risposta del motore al variare dell'anticipo

	Maggiore Anticipo	Minore Anticipo
Rendimento	**Maggiore**	**Minore**
Temperatura gas di scarico	**Minore**	**Maggiore**
Rischio Detonazioni	**Maggiori**	**Minori**
NOx	**Maggiore**	**Minori**
Usura motore	**Minore**	**Maggiore**

Gestione

Per la corretta gestione dell'impianto è importante conoscere la storia del suo esercizio.

E' di vitale importanza che,vengano compilati ad ogni intervento i report di lavoro contenenti:

- Breve descrizione delle operazioni effettuate
- Elenco ricambi sostituiti
- Dati di funzionamento impianto
- Registrazione gioco valvole
- Elenco tarature e/o modifiche apportate
- Eventuali osservazioni e/o segnalazioni
- Rilievo parametri di impianto pressioni e temperature

Schema recupero termico

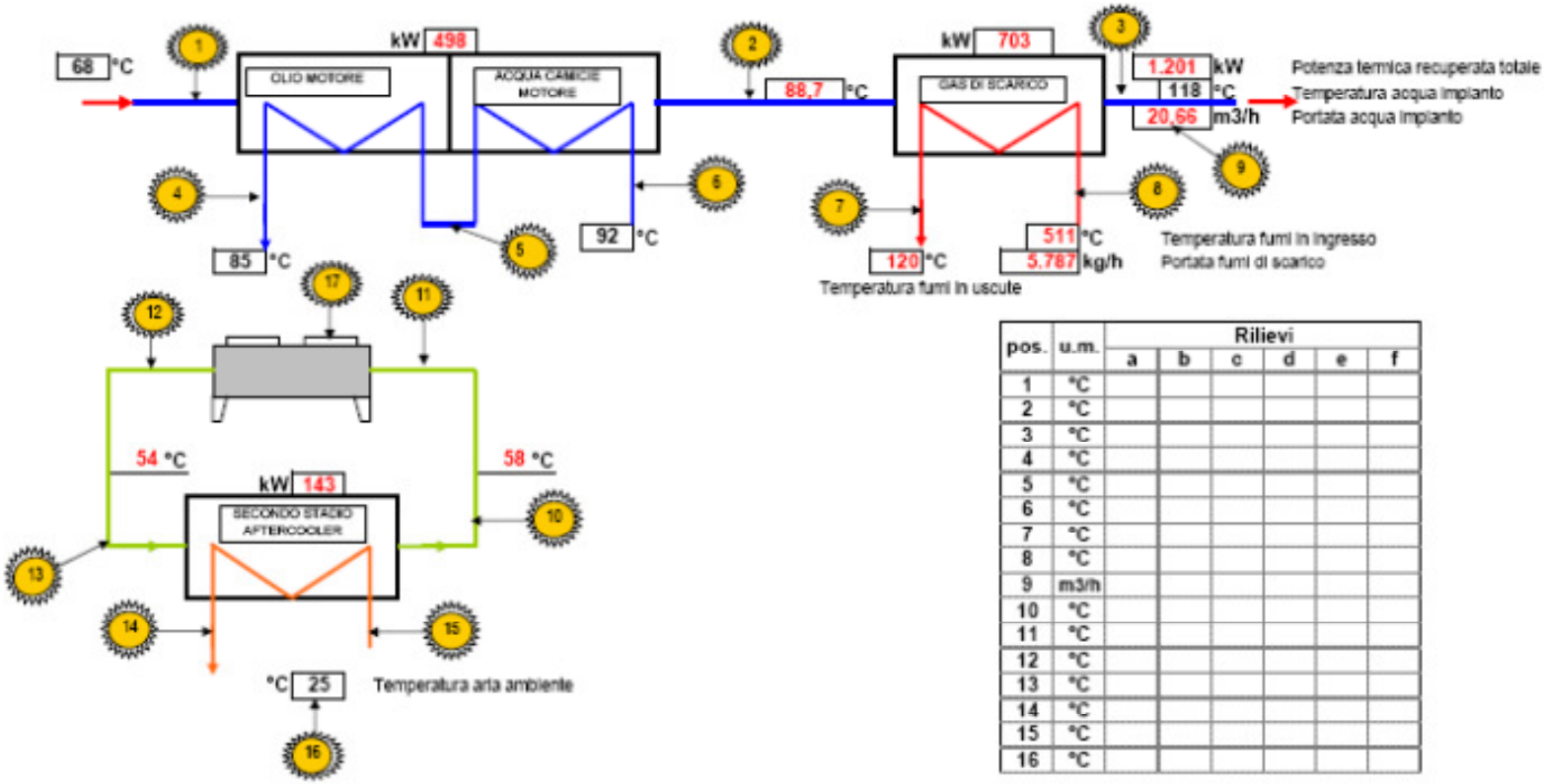
BILANCIO TERMICO - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA

potenza introdotta	kW	2.665
potenza meccanica	kW	1.010
potenza elettrica	kW	984
potenza termica gas scarico	kW	703
potenza termica acqua motore	kW	498
potenza termica olio motore	kW	0
potenza termica aftercooler 1° stadio	kW	0
potenza termica aftercooler 2° stadio	kW	143
portata gas di scarico umidi	kg/h	5.787
temperatura gas di scarico	°C	511

raff. 120 °C

MOTORE MODELLO:	G3516
T °C Jacket Water	99
T °C Aftercooler	54
Livello emissioni	TA-LUFT

RENDIMENTI	
Rendimento elettrico	36,9%
Rendimento termico (H2O + olio)	18,7%
Rendimento termico (gas scarico)	26,4%
Rendimento termico complessivo	45,1%
Rendimento totale cogeneratore	**82,0%**



pos.	u.m.	Rilievi a	b	c	d	e	f
1	°C						
2	°C						
3	°C						
4	°C						
5	°C						
6	°C						
7	°C						
8	°C						
9	m3/h						
10	°C						
11	°C						
12	°C						
13	°C						
14	°C						
15	°C						
16	°C						

Titolo da inserire

RILEVAZIONE DATI MOTORE CON PROVA A CARICO 1

in fase di Start Up – IMPIANTO ……

CLIENTE…… DATA…… LOCALITA'……

MODELLO MOTORE…… N° SERIE…… ARR…… OT……

	PARAMETRO MISURATO	UNITA' MISURA	ORA	ORA	ORA	ORA	ORA
PAR. ELETTRICI	Potenza Erogata	KW					
	Tensione	V					
	Intensità di corrente	A					
	Frequenza	Hz					
	Cos Φ						
PAR. AMBIENTE	Temperatura Ambiente	°C					
	Temperatura Aria Filtro - Destro	°C					
	Temperatura Aria Filtro - Sinistro	°C					
~~CIRC. OLIO~~	Pressione Olio Motore	kPa					
	Temperatura Olio Motore	°C					
	Misura Sifone in Coppa	mmH2O					
CIRCUITO GAS SCARICO	Temperatura Gas Scarico - Destro	°C					
	Temperatura Gas Scarico - Sinistro	°C					
	Temperatura Gas di Scarico su ~~Stack~~	°C					
	Temperatura media Cilindri	°C					
	Contropressione Gas di Scarico	kPa					
	Ossigeno nei Gas di Scarico	%					
CIRCUITO ALIMENTAZIONE	Pressione nel Collettore Aspirazione	kPa					
	Temperatura Collettore Aspirazione	°C					
	Temperatura Miscela ~~Alternativa~~ - Prima	°C					
	Temperatura Miscela ~~Alternativa~~ - Dopo	°C					
	Pressione Alimentazione Gas	~~mmHg~~					
	Pressione Miscela Uscita Turbo (prima ~~Alternativa~~)	kPa					
	Pressione Miscela dopo ~~Alter.~~ , prima Farfalla (~~Quest~~)	kPa					
	Pressione Miscela dopo Valvola a Farfalla	kPa					
	Percentuale di apertura Valvola a Farfalla	%					
	Lettura Contatore Gas Alimentazione	M³/h					
~~CIRC.~~ H2O MOTORE	Temperatura H2O Entrata	°C					
	Temperatura H2O Uscita	°C					
	Temperatura H2O Ingresso Pompa	°C					
	Pressione H2O circuito	kPa					
~~CIRC.~~ A/C	Temperatura H2O Entrata	°C					
	Temperatura H2O Uscita	°C					
	Temperatura H2O Ingresso Pompa	°C					
	Pressione H2O circuito	kPa					
~~CIRC.~~ O/C	Temperatura H2O Entrata ~~Quest~~	°C					
	Temperatura H2O Uscita ~~Quest~~	°C					
	Temperatura H2O Ingresso Pompa ~~Quest~~	°C					
	Pressione H2O circuito ~~Quest~~	kPa					
	Anticipo	°					

La potenza misur. ☐ COMPRENDE ☐ NON COMPRENDE la Potenza assorbita dagli Ausiliari

TECNICO C.G.T. ……**CLIENTE**……**VID/**…

PQE 10.02 - A1

RILEVAZIONE DATI MOTORE CON PROVA A CARICO 2

in fase di Start Up – IMPIANTO ……

CLIENTE…… DATA…… LOCALITA'……

MODELLO MOTORE…… N° SERIE…… ARR…… OT……

COMPONENTE	TARGA

TECNICO C.G.T. ……**CLIENTE**……**VID/**…

PQE 10.02 - A1

Titolo da inserire

RILEVAZIONE DATI MOTORE CON PROVA A CARICO 3

in fase di Start Up – IMPIANTO ……

CLIENTE…… DATA…… LOCALITA'……

MODELLO MOTORE…… N° SERIE…… ARR…… OT……

Tipo di Funzionamento:	❑ Isola	❑ Parallelo Gen.	❑ Parallelo Rete

Prova Allarmi Blocchi:

Interruttore di protezione generatore. Tipo e Tarature:

Regolatore giri Woodward - Load Sharing Module. Tipi e Regolazioni:

Potenziometro regolazione a distanza. Tensione: ❑ SI ❑ NO

Potenziometro regolazione di CosFi: ❑ SI ❑ NO

Woodward SPM : ❑ SI ❑ NO

Regolazioni:
- Gradi di Ampiezza Finestra
- Tempo di Accettazione

Quadri di Comando e Controllo

C.G.T.	Tipo	❑ A	❑ B	❑ C	❑ D	❑ Altro

Non C.G.T. Tipo:

TECNICO C.G.T. ……**CLIENTE**……**VIDI'**…

PQE 10.02 - A1

RILEVAZIONE DATI MOTORE CON PROVA A CARICO 4

in fase di Start Up – IMPIANTO ……

CLIENTE…… DATA…… LOCALITA'……

MODELLO MOTORE…… N° SERIE…… ARR…… OT……

Nota 1	
Nota 2	
Nota 3	
Nota 4	
Nota 5	
Nota 6	
Nota 7	
Nota 8	

Fotografie	❑ Allegate	❑ Non Allegate
Schema Impianto Cliente	❑ Allegato	❑ Non Allegato

TECNICO C.G.T. ……**CLIENTE**……**VIDI'**…

PQE 10.02 - A1

Grazie

Giancarlo Di Berardo
Project Manager
E-mail: gdiberardo@cgt.it
Mobile: +39.334.67.41.722

Francesco Lambri
Sales Engineer
E-mail: flambri@cgt.it
Mobile: +39.348.85.94.032