Ministero dello Sviluppo Economico

Direzione generale per il mercato elettrico, le rinnovabili e l'efficienza energetica, il nucleare

RELAZIONE ANNUALE
SULLA COGENERAZIONE IN ITALIA

ANNO PRODUZIONE 2015

Aprile 2017

INDICE

Introduzione **3**

1 Ambito di analisi e assunzioni **4**

1.1 Ambito di analisi 4

1.2 Assunzioni adottate nella redazione del rapporto 4

1.2.1 Tecnologie e combustibili *4*

1.2.2 Unità abbinate a rete di teleriscaldamento *5*

1.2.3 Richieste pervenute ai sensi della Delibera 42/02, per le unità di cogenerazione abbinate a una rete di teleriscaldamento qualificate ai sensi del D.M. 24 ottobre 2005 ..... *5*

2 Dati sulla produzione nazionale da cogenerazione per l'anno 2015 ..... **6**

2.1 Numero unità, capacità di generazione elettrica, produzione elettrica e termica 6

2.2 Contributi delle unità di teleriscaldamento 8

2.3 Combustibili 10

2.4 Rendimenti medi 12

2.5 Energia elettrica ad alto e basso rendimento 13

2.6 Risparmio di energia primaria 15

2.6.1 Risparmio di energia primaria – analisi dei risultati *15*

2.7 Distribuzione regionale 18

Appendice A: Glossario **26**

Appendice B: Criteri di calcolo del risparmio di energia primaria **29**

1. Criteri di calcolo del risparmio di energia primaria per la produzione dell'energia elettrica prodotta in cogenerazione e dell'energia termica utile *29*

2. Criteri di calcolo del risparmio di energia primaria per la produzione dell'energia elettrica totale prodotta e dell'energia termica utile *30*

Appendice C: Riferimenti normativi **33**

La relazione è stata elaborata dal GSE ed approvata dal Ministero dello sviluppo economico ai sensi di quanto previsto al comma 3 dell'articolo 17 del decreto legislativo 4 luglio 2014 n. 102

Introduzione

Nel presente studio, previsto dall'articolo17, comma 3 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, nonché dall'articolo 24, comma 6 della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, sono riportate informazioni sulla produzione nazionale, relativa all'anno 2015, di energia elettrica ed energia termica da cogenerazione. Inoltre, sono indicati il numero di unità di cogenerazione, le relative capacità di generazione elettrica, i combustibili utilizzati e i rendimenti elettrici, termici e globali per le diverse tecnologie di cogenerazione. È evidenziato anche il contributo delle unità di cogenerazione abbinate a una rete di teleriscaldamento.

I criteri utilizzati per determinare i risparmi di energia primaria realizzati, relativamente alla produzione 2015, sono illustrati all'interno del documento.

Nel capitolo 1 è indicato l'ambito dell'analisi e le principali assunzioni adottate per l'elaborazione dei dati.

Nel capitolo 2 sono illustrati i dati, riportati a livello nazionale e regionale, utilizzati come riferimento per l'analisi.

Le principali definizioni e i principali riferimenti normativi sono riportati nelle Appendici dedicate.

Lo studio è stato condotto a partire dall'insieme delle informazioni contenute nelle richieste di unità di cogenerazione pervenute al GSE, per la produzione dell'anno 2015, ai fini del riconoscimento di Cogenerazione ad Alto Rendimento, ai sensi del D.M. 4 agosto 2011, e del riconoscimento di cogenerazione ai sensi della Delibera 42/02, per le unità di cogenerazione abbinate a una rete di teleriscaldamento qualificate ai sensi del D.M. 24 ottobre 2005 e s.m.i..

Il GSE S.p.A. è la società pubblica incaricata per disposizione di legge di provvedere al riconoscimento del funzionamento CAR per le unità di cogenerazione che lo richiedono e rilasciare la garanzia d'origine all'energia elettrica prodotta mediante CAR (GOc), nel rispetto delle condizioni imposte dal Decreto Legislativo n. 20 del 2007.

1 Ambito di analisi e assunzioni

1.1 Ambito di analisi

Il presente studio è stato condotto a partire dall'insieme delle informazioni contenute nelle richieste pervenute al GSE, per la produzione dell'anno 2015, per il riconoscimento di Cogenerazione ad Alto Rendimento (di seguito richieste "CAR"), ai sensi del D.M. 4 agosto 2011, e per il riconoscimento di cogenerazione ai sensi della Delibera 42/02, per le unità di cogenerazione abbinate a una rete di teleriscaldamento qualificate ai sensi del D.M. 24 ottobre 2005 e s.m.i. (di seguito richieste "CHP+TLR"), integrate con altri dati disponibili a fini statistici, integrate con altri dati disponibili a fini statistici.

1.2 Assunzioni adottate nella redazione del rapporto

1.2.1 Tecnologie e combustibili

Le tecnologie di cogenerazione sono quelle definite dall'Allegato I, Parte II, della direttiva 2012/27/UE:

- turbina a gas a ciclo combinato con recupero di calore (C.C.);
- turbina a vapore a contropressione (T.V.Cp.);
- turbina di condensazione a estrazione di vapore (T.V.Cd.);
- turbina a gas con recupero di calore (T.G.);
- motore a combustione interna (M.C.I.);
- microturbine, motori Stirling, pile a combustibile, motori a vapore, cicli Rankine a fluido organico e ogni altro tipo di tecnologia o combinazione di tecnologie che non rientra nelle definizioni precedenti (Altro).

I combustibili sono classificati cosi come indicato nell'Allegato I, della Decisione della Commissione 2007/74/CE:

- gas naturale;
- petrolio (che include le voci gasolio, olio combustibile ecc.) e GPL;
- carbone fossile/coke;
- per combustibile "fonti rinnovabili" si intendono i combustibili a base di legno, le biomasse di origine agricola, i biocarburanti e il biogas;
- per combustibile "rifiuti" si intendono i rifiuti (urbani/industriali) non rinnovabili;
- per combustibile "altro", si intende l'insieme dei seguenti combustibili, utilizzati da un ridotto numero di unità di cogenerazione di elevata capacità di generazione elettrica, installate presso utilizzatori energivori (es. raffinerie): gas di raffineria, idrogeno, gas di cokeria, gas di altoforno, altri rifiuti gassosi e calore residuo recuperato.

1.2.2 Unità abbinate a rete di teleriscaldamento

Le unità abbinate a una rete di teleriscaldamento sono state individuate sulla base delle informazioni disponibili in merito alle modalità di utilizzo dell'energia termica utile.

L'energia termica utile fornita alla rete TLR, solo nel caso di unità che abbiano presentato richiesta "CHP/TLR", è stata posta pari alla quota di "energia termica civile". Per tutte le altre unità che risultano connesse a reti TLR, questa è stata posta pari al valore totale dell'energia termica utile.

1.2.3 Richieste pervenute ai sensi della Delibera 42/02, per le unità di cogenerazione abbinate a una rete di teleriscaldamento qualificate ai sensi del D.M. 24 ottobre 2005

Per la verifica del rispetto dell'Allegato II della Direttiva 2012/27/UE, limitatamente alle unità che hanno inoltrato richieste "CHP/TLR" e che non hanno contestualmente inoltrato richiesta "CAR", sono state effettuate delle assunzioni, illustrate di seguito:

- in presenza di turbina di condensazione a estrazione di vapore, anche in ciclo combinato con turbina a gas, ai fini del calcolo dell'energia elettrica cogenerata (E_{CHP}) e dell'energia di alimentazione in cogenerazione (F_{CHP}), nei casi in cui il rendimento globale dell'unità è risultato inferiore al valore di soglia, è stato utilizzato il "rapporto energia/calore" di base ($C_{default}$) in luogo del "rapporto energia/calore" effettivo (C_{eff}), come previsto, a fini statistici, nell'Allegato I della Direttiva 2012/27/UE;
- il valore dell'energia elettrica prodotta dall'unità, non essendo disponibili i valori dell'assorbimento elettrico dei servizi ausiliari e delle perdite di trasformazione, è stato posto pari al valore dell'energia elettrica netta;
- in presenza di cessione di energia termica sotto forma di vapore, conformemente a quanto previsto dalla Delibera 42/02, l'energia termica contenuta nella condensa di ritorno verso l'impianto di cogenerazione non è stata considerata energia termica utile.

2 Dati sulla produzione nazionale da cogenerazione per l'anno 2015

2.1 Numero unità, capacità di generazione elettrica, produzione elettrica e termica

La Figura 1 e la Figura 2 illustrano il contributo di ciascuna delle tecnologie di cogenerazione impiegate nella produzione combinata di energia elettrica ed energia termica, in termini di numero di unità, capacità totale e media di generazione elettrica, produzione totale di energia elettrica lorda e di calore utile, rapporto medio tra l'energia elettrica lorda e l'energia termica.

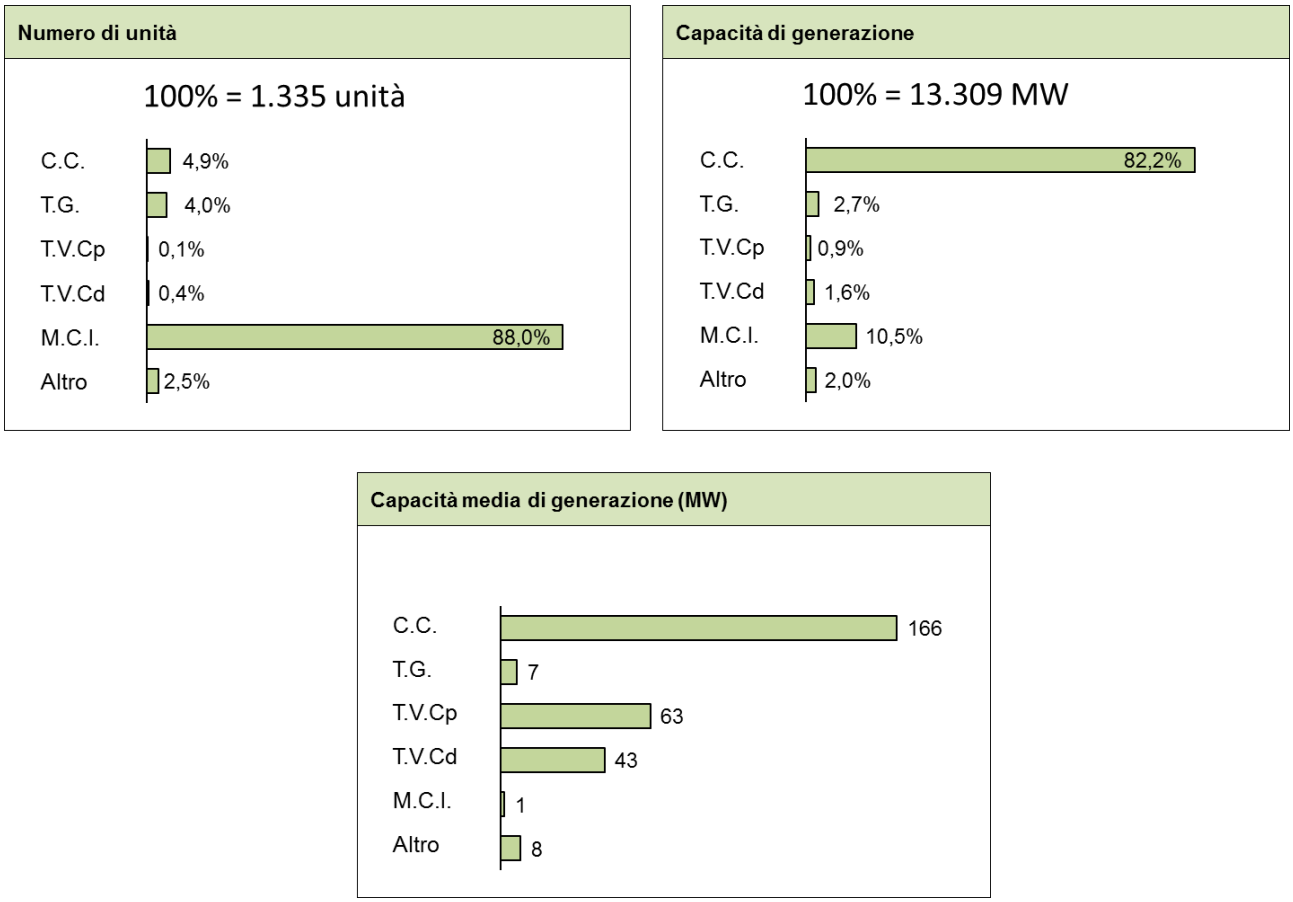


Fig. 1 – Numero unità, capacità di generazione elettrica totale e media.

<u>Osservazioni</u>

- le turbine a gas a ciclo combinato con recupero di calore corrispondono alla tecnologia con maggior capacità di generazione elettrica installata;
- i motori a combustione interna, in termini di numerosità, risultano la tecnologia maggiormente utilizzata;
- il ridotto numero di turbine a vapore (a contropressione o a condensazione di vapore) non accoppiate a turbine a gas dimostra che gli operatori del settore si sono orientati tipicamente verso unità di cogenerazione in assetto combinato, anche modificando precedenti configurazioni di unità costituite da sole turbine a vapore, mediante l'installazione a monte di una o più turbine a gas con relativi generatori di vapore a recupero;

- la tecnologia “Altro” è costituita per lo più da microturbine;
- la capacità di generazione media delle singole tecnologia risulta in linea con quanto registrato nel 2014, a meno delle turbine a vapore a contropressione ($T.V.C_p$);

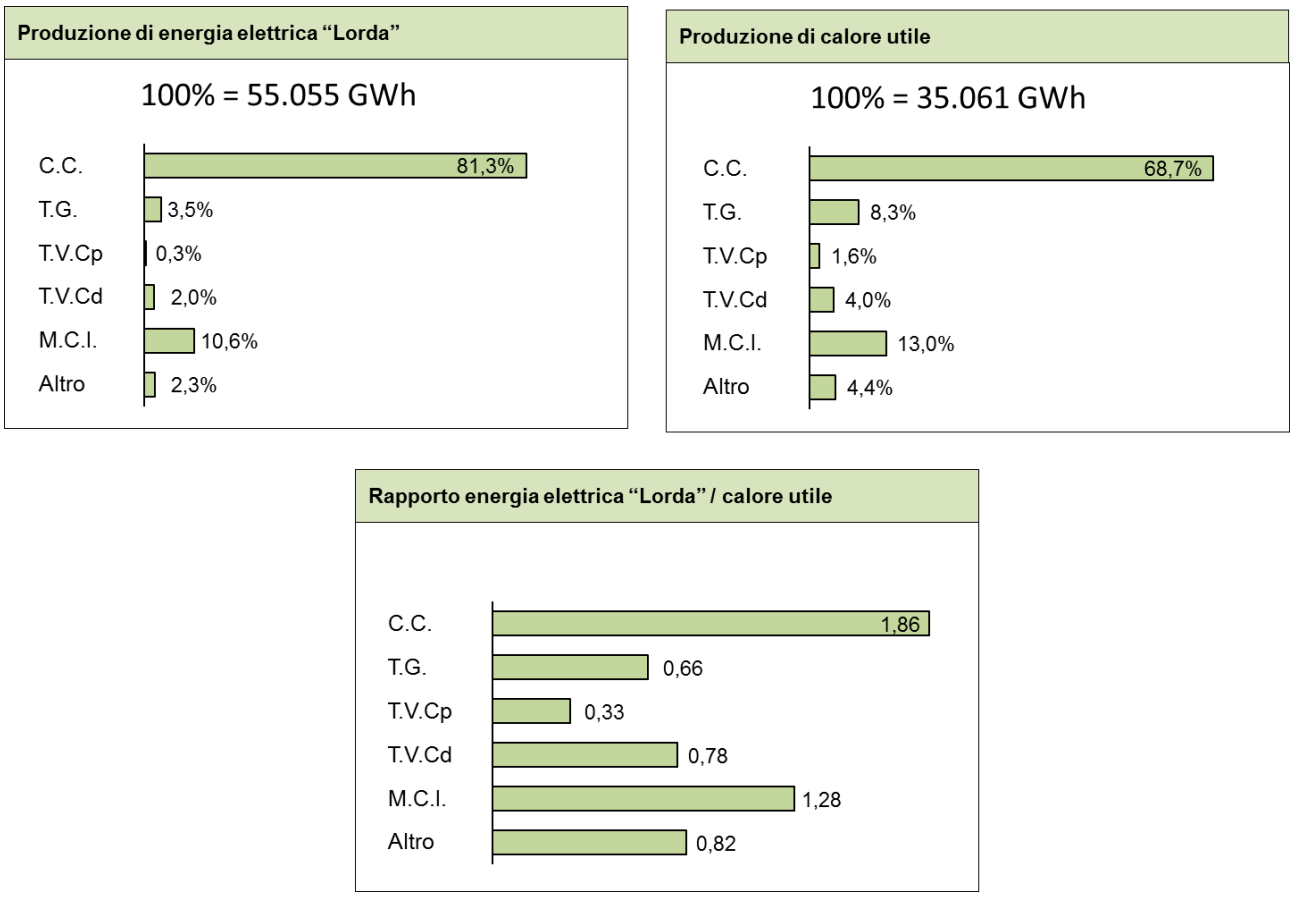


Fig. 2 - Produzione elettrica e termica; rapporto energia elettrica lorda / calore utile.

- le turbine a gas a ciclo combinato con recupero di calore corrispondono alla tecnologia con maggior produzione di energia elettrica e di energia termica utile;
- il rapporto energia elettrica lorda/calore utile per le turbine a gas con recupero di calore e per le turbine a vapore in assetto semplice, è significativamente inferiore rispetto alle turbine a gas a ciclo combinato con recupero di calore;
- rispetto al 2014, si registra un aumento sia della produzione elettrica (+6%) sia, in misura maggiore, di quella termica (+11%). Lo spostamento della produzione più sul lato termico è evidenziato anche dalla diminuzione del rapporto energia elettrica lorda/calore utile nei cicli combinati che, nel 2014, era pari a 2,01;
- oltre che in termini di numero di unità, il contributo dei motori a combustione interna diventa rilevante anche in termini di produzione elettrica e termica, cresciute proporzionalmente alla capacità di generazione.

2.2 Contributi delle unità di teleriscaldamento

Le figure 3-6 illustrano la quota parte, sul valore totale delle unità analizzate, delle unità abbinate a rete di teleriscaldamento, in termini di numero totale di unità, capacità totale di generazione elettrica, produzione totale di energia elettrica lorda e di energia termica utile.

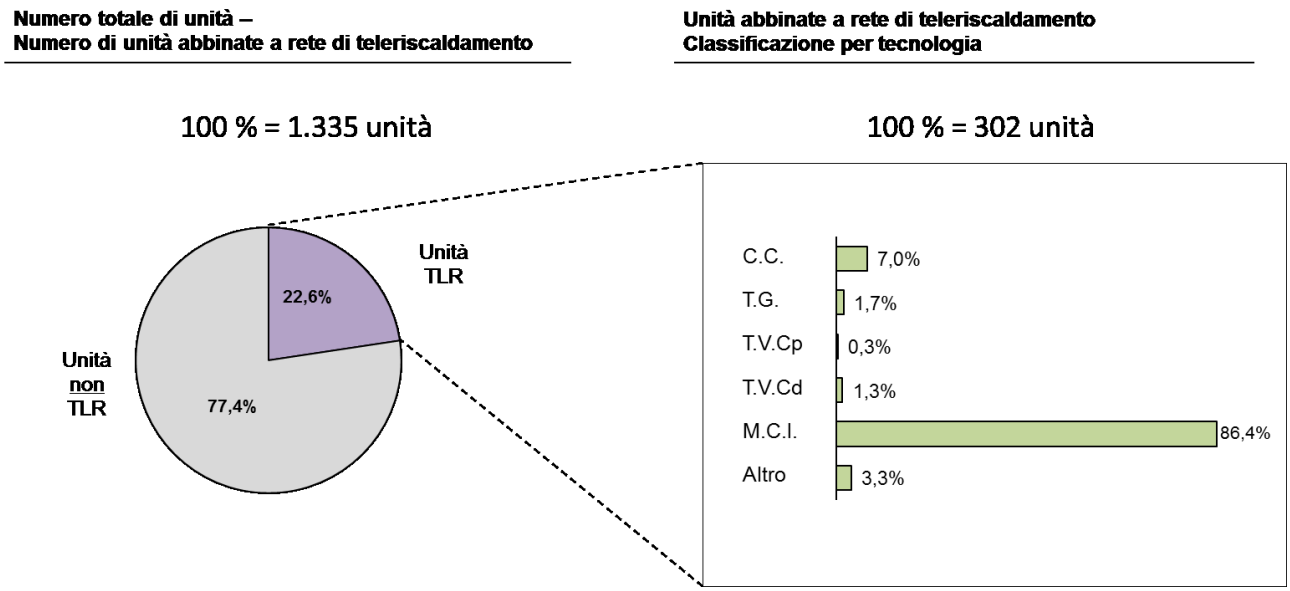


Fig. 3 – Numero delle unità di teleriscaldamento sul numero totale delle unità di cogenerazione.

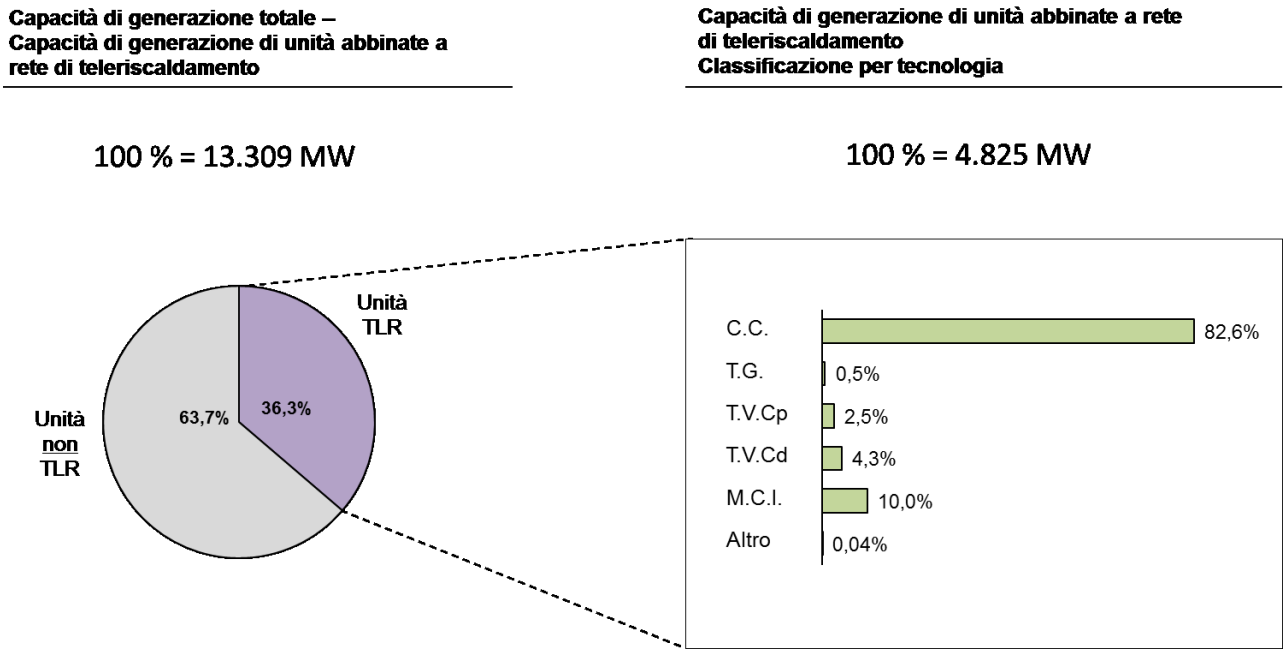


Fig. 4 - Capacità di generazione elettrica delle unità di teleriscaldamento sul totale delle unità di cogenerazione.

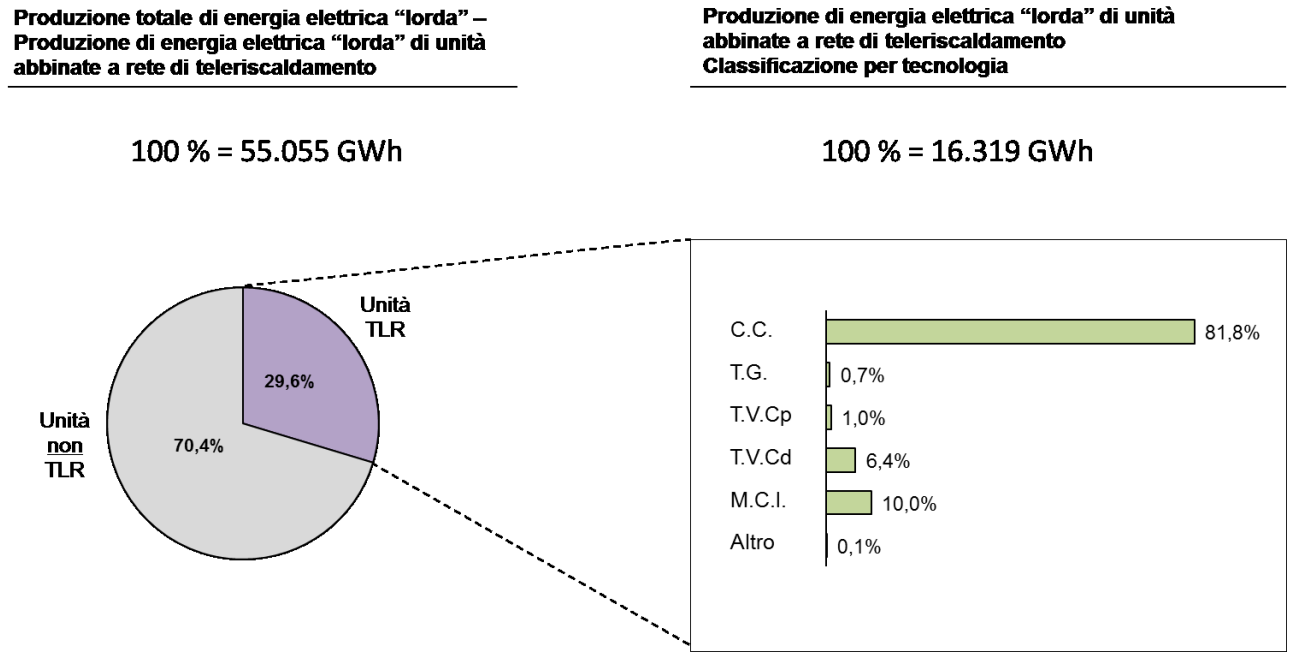


Fig. 5 - Produzione elettrica "lorda" delle unità di teleriscaldamento sul totale della produzione elettrica "lorda" delle unità di cogenerazione.

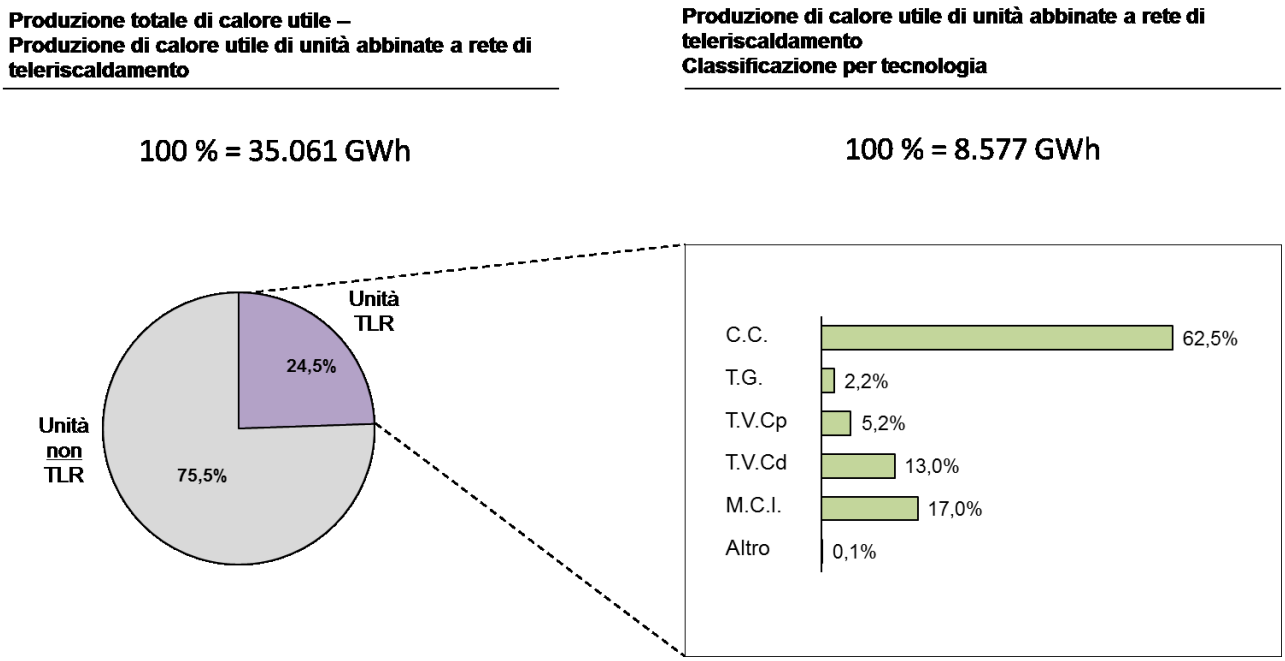


Fig. 6 - Produzione totale di calore utile delle unità di teleriscaldamento sul totale della produzione di calore utile delle unità di cogenerazione.

Osservazioni

- il maggior numero di unità abbinate a reti di teleriscaldamento è costituito dalla tecnologia dei motori a combustione interna (86%), la cui produzione rappresenta quasi il 20% del valore totale di energia termica utile ceduta alle reti;
- le turbine a gas a ciclo combinato, che costituiscono la seconda tecnologia in numero di unità in esercizio (7%), producono più del 60% del valore totale di energia termica utile ceduta alle reti;
- lo sviluppo del teleriscaldamento ha riguardato principalmente i grandi nuclei abitativi con un'elevata concentrazione d'utenza. In questi siti ad alto tasso abitativo si sono sviluppate reti ad elevata capacità di distribuzione, alimentate da cicli combinati, o in generale da tecnologie di generazione "centralizzata";
- l'incidenza sul totale della produzione elettrica e termica proveniente da unità di teleriscaldamento è in linea con quanto registrato nel 2014.

2.3 Combustibili

Le Figure 7-13 illustrano il valore complessivo di energia primaria e il contributo di ciascuna delle tecnologie di cogenerazione impiegate nella produzione combinata di energia elettrica ed energia termica, differenziati per le diverse tipologie di combustibili.

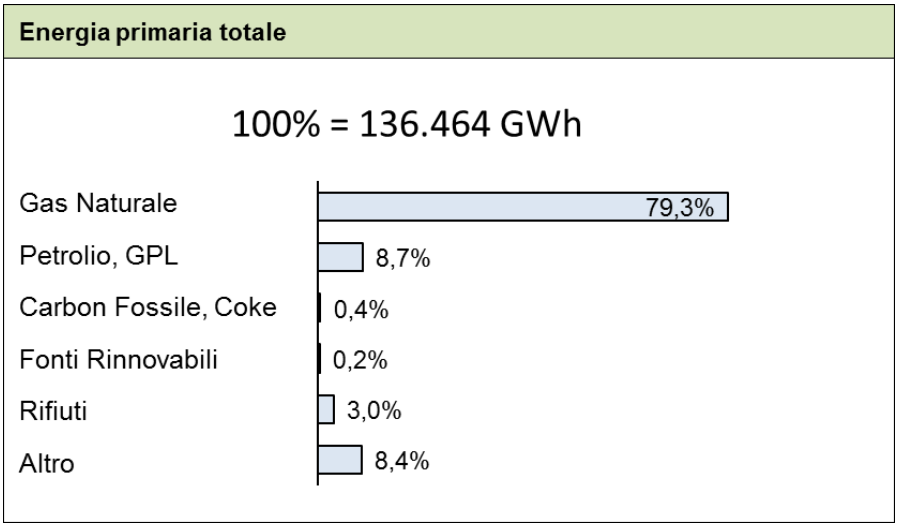


Fig. 7 – Energia primaria ripartita tra le varie tipologie di combustibile

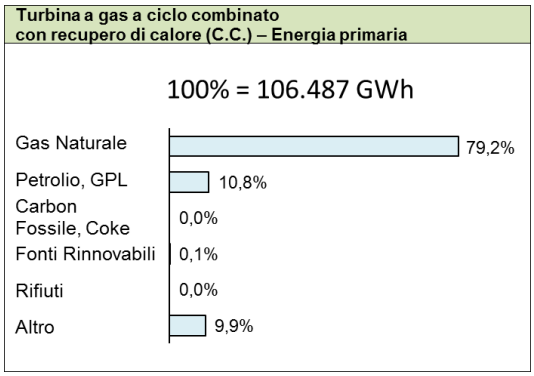


Fig. 8 - Energia primaria per C.C. ripartita tra le varie tipologie di combustibile

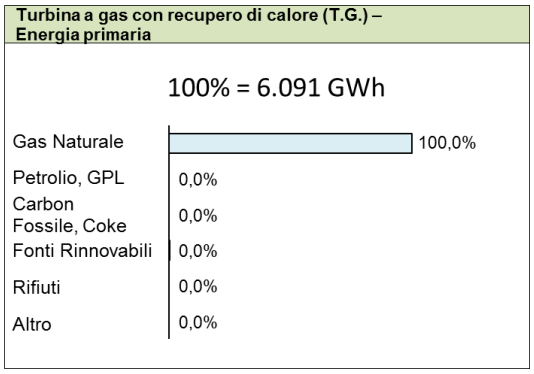


Fig. 9 - Energia primaria per T.G. ripartita tra le varie tipologie di combustibile

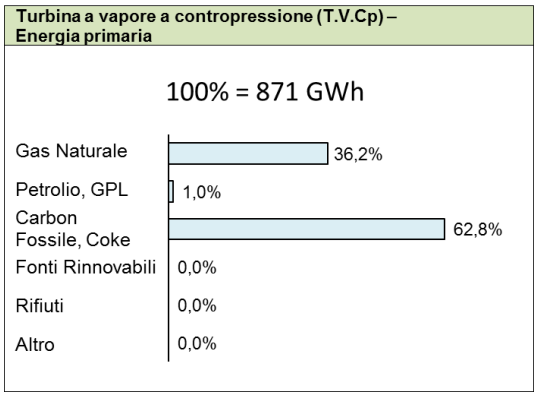


Fig. 10 - Energia primaria per T.V.Cp. ripartita tra le varie tipologie di combustibile

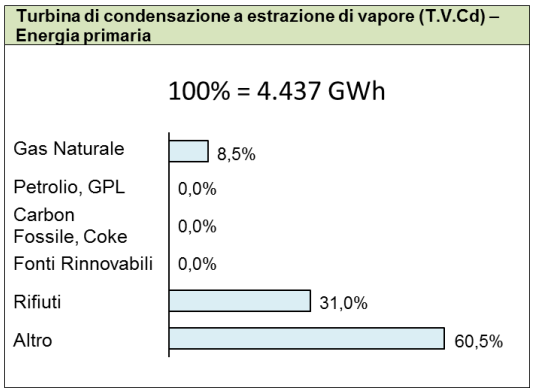


Fig. 11 - Energia primaria per T.V.Cd. ripartita tra le varie tipologie di combustibile

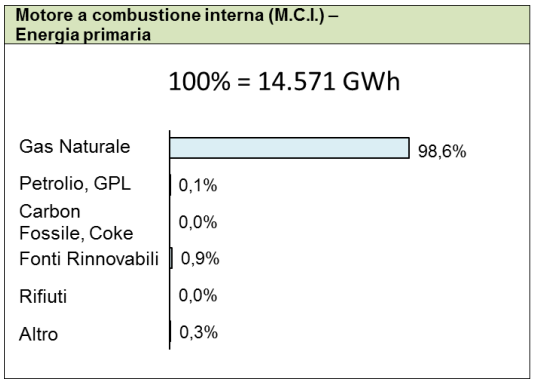


Fig. 12 - Energia primaria per M.C.I. ripartita tra le varie tipologie di combustibile

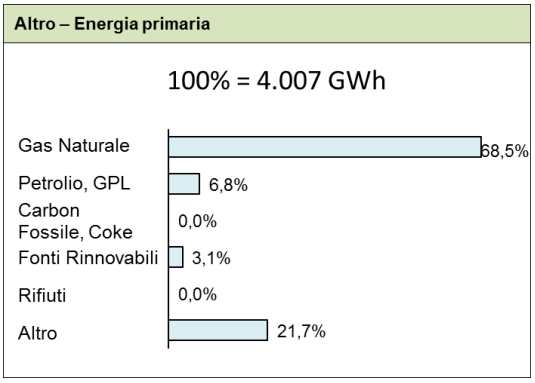


Fig. 13 - Energia primaria per altre tecnologie ripartita tra le varie tipologie di combustibile

Osservazioni

- il gas naturale rappresenta la principale fonte di alimentazione di energia primaria;
- il gas naturale è pressoché l'unica fonte per i motori a combustione interna e per le turbine a gas, sia in assetto "semplice", sia in ciclo combinato;
- i rifiuti sono utilizzati esclusivamente in unità costituite da turbina di condensazione ad estrazione di vapore;

- il carbon fossile/coke è utilizzato esclusivamente in unità costituite da turbina a vapore a contropressione;
- le fonti rinnovabili (combustibili a base di legno e biomasse di origine agricola), pur rappresentando ancora una percentuale esigua rispetto ai consumi totali, continuano a registrare forti incrementi. Rispetto all'anno 2014, l'energia di alimentazione da fonti rinnovabili è cresciuta quasi del 90%. Ciò è dovuto, in parte, ad alcune unità che presentano richieste di riconoscimento ai fini dell'ottenimento del premio riservato agli impianti incentivati ai sensi del DM 6 Luglio 2012.

2.4 Rendimenti medi

La Figura 14 illustra le prestazioni energetiche di ciascuna delle tecnologie di cogenerazione, in particolare evidenziando i rendimenti medi elettrici, termici e di primo principio ($\eta_{I\ principio}$) medi registrati per la produzione 2015.

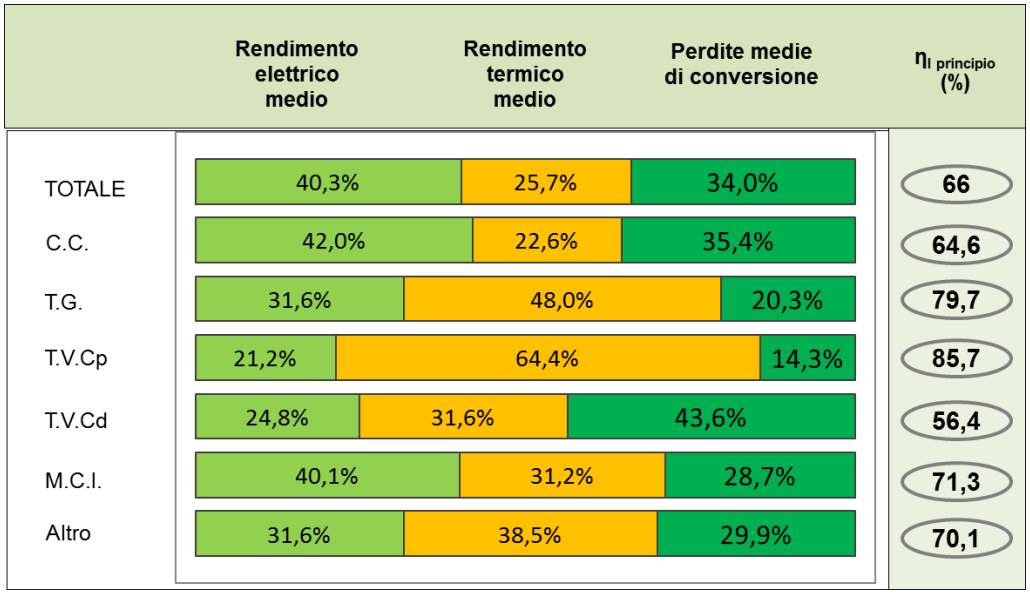


Fig. 14 - Rendimenti elettrici e termici medi.

<u>Osservazioni</u>

- le prestazioni rilevate per le turbine a gas a ciclo combinato evidenziano un rapporto energia elettrica/calore elevato, confermando la pratica diffusa da parte degli operatori di installare tale tecnologia presso utenze caratterizzate da una ridotta richiesta termica rispetto al fabbisogno elettrico oppure, nel caso in cui l'obiettivo principale sia la produzione elettrica per l'esportazione verso la rete, con possibilità di ottimizzare l'efficienza sfruttando utenze termiche localizzate presso l'area predisposta per la produzione di energia elettrica. Ciò si traduce in un rendimento termico inferiore a quello conseguito dalle altre tecnologie, sebbene cresciuto di un punto percentuale rispetto al 2014;

- i rendimenti termici conseguiti da tutte le altre tecnologie evidenziano l'utilizzo di queste ultime principalmente al servizio di utenze con elevata richiesta termica rispetto ai fabbisogni elettrici;
- il rendimento globale è cresciuto, rispetto al 2014, per tutte le tecnologie a meno della tecnologia "Altro".

2.5 Energia elettrica ad alto e basso rendimento

L'energia elettrica prodotta dalle unità di cogenerazione oggetto del presente studio è stata classificata in:

- energia elettrica "Lorda": totale energia elettrica prodotta in cogenerazione;
- energia elettrica "Alto rendimento": energia elettrica che rispetta i criteri dell'Allegato II della Direttiva 2012/27/UE;
- energia elettrica "Basso rendimento": energia elettrica pari alla differenza tra l'energia elettrica "Lorda" e l'energia elettrica "Alto rendimento" (energia elettrica prodotta da unità che non rispettano l'Allegato II).

Le Figura 15 e la Figura 16 illustrano tali classificazioni per l'insieme complessivo delle unità di cogenerazione e per ciascuna delle tecnologie di cogenerazione.

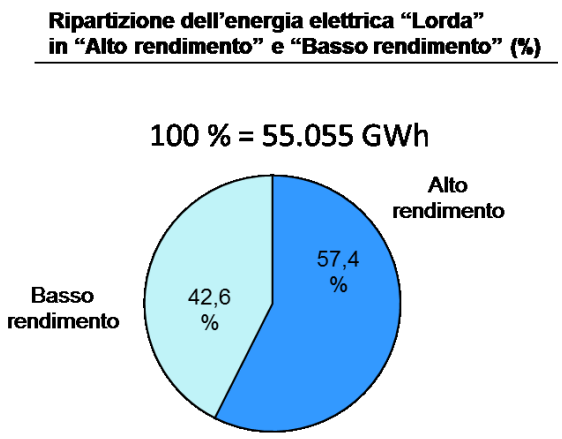


Fig. 15 – Energia elettrica a Basso rendimento e Alto rendimento.

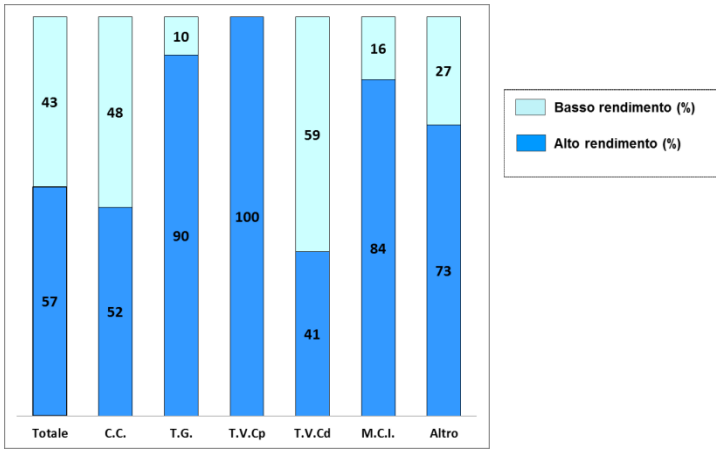


Fig. 16 – Energia elettrica a Basso rendimento e ad Alto rendimento.

<u>Osservazioni</u>

Per le turbine a gas a ciclo combinato con recupero di calore e per le turbine a condensazione a ciclo semplice, una minore produzione di energia elettrica ad alto rendimento rispetto al valore totale prodotto è dovuta essenzialmente alle seguenti ragioni:

- elevato rapporto energia elettrica "Lorda" / calore utile;

- basso rendimento globale;
- in presenza di una turbina a vapore di condensazione a estrazione di vapore non è possibile equiparare il rendimento elettrico in assetto "virtuale" non cogenerativo al rendimento elettrico in assetto "reale" cogenerativo (η_E), poiché un assetto "virtuale" non cogenerativo condurrebbe alla completa espansione in turbina del vapore prodotto mediante l'energia di alimentazione $F_{nonchp,E}$, piuttosto che ad una sua cessione all'esterno, al fine di massimizzare la produzione di energia elettrica. Di conseguenza la produzione elettrica, a parità di vapore introdotto in turbina, sarà maggiore in quest'ultimo caso rispetto a quella effettivamente ottenuta mediante l'assetto reale cogenerativo della turbina, con conseguente incremento del rendimento elettrico potenzialmente ottenuto, da utilizzare per determinare l'energia elettrica prodotta in cogenerazione mediante il rapporto energia / calore effettivo (C_{eff}).

È possibile osservare quanto segue:

- rispetto alla produzione 2014, per tutte le tecnologie si registra un aumento della quota di energia elettrica prodotta in regime di alto rendimento;
- il basso rendimento elettrico che caratterizza le turbine a vapore a contropressione è stato compensato dall'elevata produzione termica che caratterizza tale tecnologia;
- l'elevata percentuale di energia elettrica ad alto rendimento sulla produzione complessiva per le turbine a gas e i motori a combustione interna, è dovuta rispettivamente all'elevato rendimento termico (correlato a un rendimento elettrico medio superiore rispetto alle turbine a vapore in assetto "semplice") e al medio-alto rendimento elettrico (correlato a un rendimento termico medio significativamente superiore rispetto alle turbine a gas a ciclo combinato).

La Figura 17 illustra il bilancio energetico per le unità di cogenerazione oggetto del presente studio.

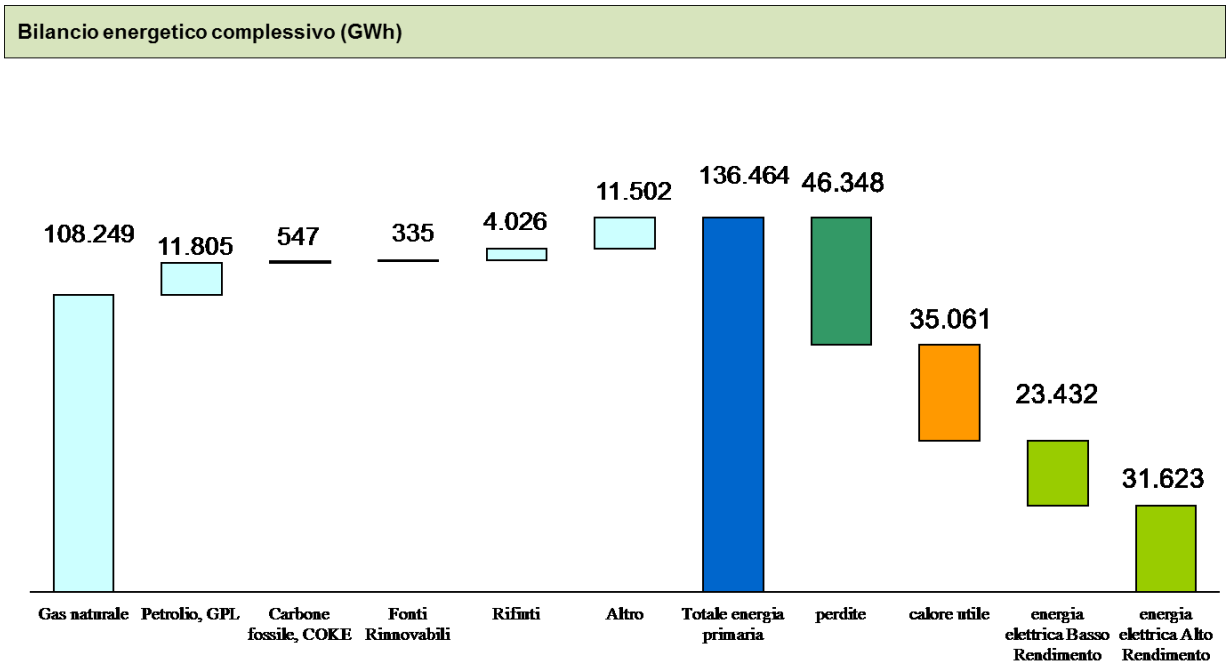


Fig. 17 – Bilancio energetico delle unità di cogenerazione oggetto dello studio per la produzione 2015

2.6 Risparmio di energia primaria

2.6.1 Risparmio di energia primaria – analisi dei risultati

La Figura 18 illustra il valore complessivo di risparmio di energia primaria, calcolato in base alle modalità descritte nell'Appendice B, per la produzione dell'energia elettrica totale prodotta ($E_{UNITÀ}$) e dell'energia termica utile (H_{CHP}). E' inoltre riportato il contributo di ciascuna delle tecnologie di cogenerazione impiegate nella produzione combinata di energia elettrica ed energia termica.

Nella Tabella 1, a scopo riepilogativo, sono riportati i valori dei principali indicatori di performance per l'insieme complessivo delle unità analizzate.

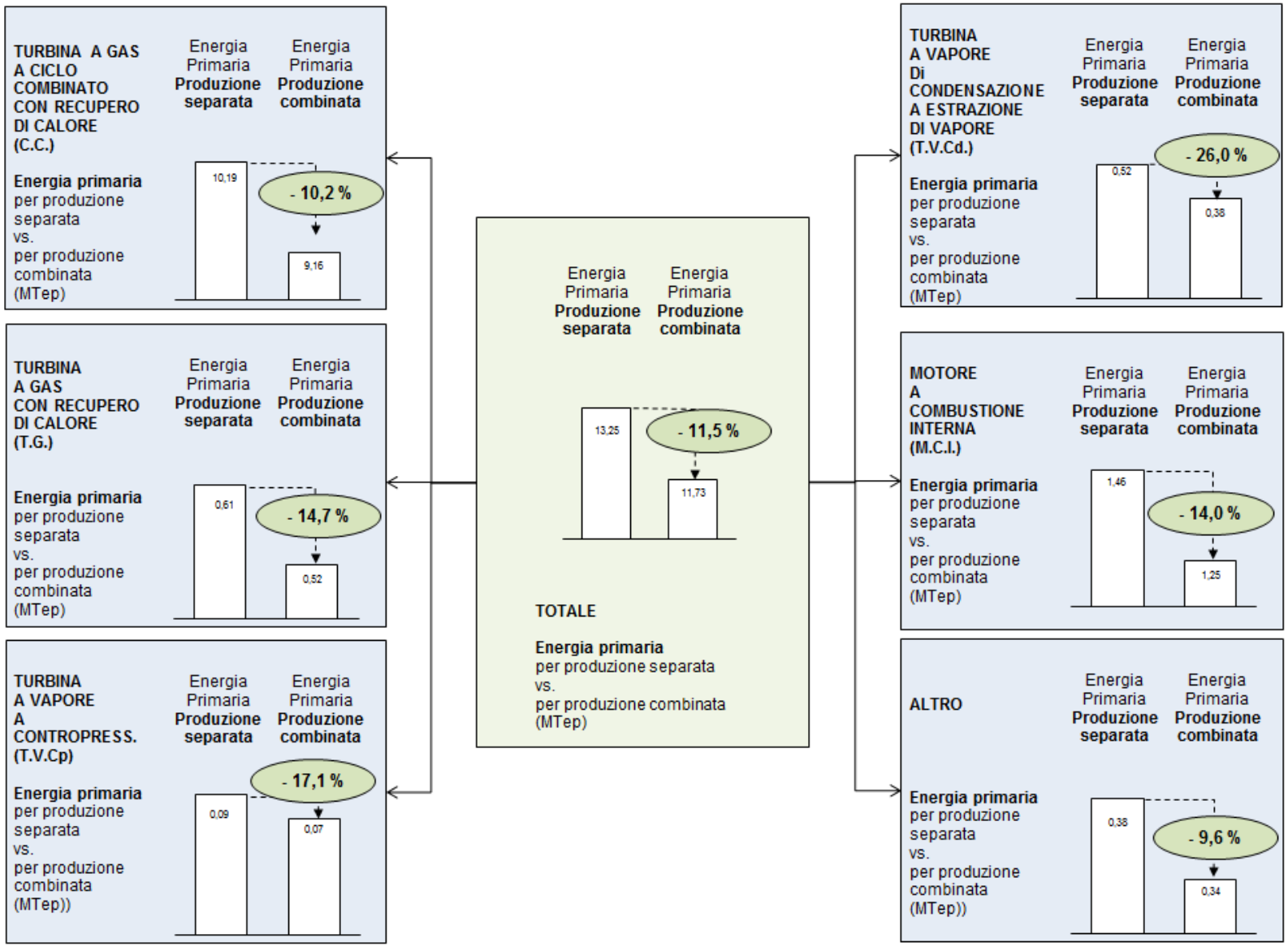


Fig. 18 - Risparmio di energia primaria complessivo e per ciascuna tecnologia di cogenerazione

Tabella 1 - COGENERAZIONE – PRINCIPALI INDICATORI DI PERFORMANCE

(produzione 2015 – totale unità)

Riconoscimento di cogenerazione ad alto rendimento (CAR) - Totale Unità																								
Tecnologie di cogenerazione	Numero di unità		Capacità di generazione		Produzione						Energia primaria							Rendimento medio			Risparmio Energia Primaria			
					Energia elettrica				Calore		Gas naturale	Olio Combustibile	Carbone	Rinnovabili	Rifiuti	Altro	Totale	Elettrico	Termico	Globale	Energia elettrica lorda e calore utile			
	Totale	*di cui TLR*	*Lorda*	*di cui TLR*	*Certificata Alto rendimento*	*Alto rendimento*	*Lorda*	*di cui TLR*	*Utile Totale*	*di cui TLR*	*Lorda*	*Lorda*	*Lorda*	*Lorda*	*Lorda*	*Lorda*	*Lorda*	*Produzione Lorda*	*Calore Utile*		*Produzione separata*	*Produzione in Cogenerazione*	*Risparmio*	*Risparmio*
	N.	N.	MW	MW	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	%	%	%	TOE	TOE	TOE	%
C.C.	66	21	10.940	3.985	11.124	23.399	44.738	13.355	24.087	5.357	84.318,6	11.502,7	0,0	81,6	0,0	10.583,5	106.487	42,0%	22,6%	64,6%	10.194.428	9.156.193	1.081.317	10,6%
T.G.	54	5	357	26	1.713	1.743	1.927	112	2.925	191	6.089,3	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	6.091	31,6%	48,0%	79,7%	614.325	523.726	90.600	14,7%
T.V.Cp	2	1	125	121	185	185	185	168	561	444	315,1	8,7	547,2	0,0	0,0	0,0	871	21,2%	64,4%	85,7%	90.309	74.889	15.420	17,1%
T.V.Cd	5	4	217	207	453	453	1.100	1.044	1.402	1.113	411,4	0,0	0,0	0,0	4.025,8	0,0	4.437	24,8%	31,6%	56,4%	515.785	381.525	134.260	26,0%
M.C.I.	1.175	261	1.400	485	4.822	4.918	5.838	1.630	4.544	1.462	14.372,0	21,5	0,0	126,9	0,0	50,6	14.571	40,1%	31,2%	71,3%	1.456.259	1.252.876	203.383	14,0%
Altro	33	10	270	2	924	925	1.266	10	1.541	9	2.743,0	271,9	0,0	124,5	0,0	867,8	4.007	31,6%	38,5%	70,1%	381.097	344.564	36.533	9,6%
Totale	**1.335**	**302**	**13.309**	**4.825**	**19.222**	**31.623**	**55.055**	**16.319**	**35.061**	**8.577**	**108.249,4**	**11.804,8**	**547,2**	**334,7**	**4.025,8**	**11.502,0**	**136.463,8**	**40,3%**	**25,7%**	**66,0%**	**13.252.203.699**	**11.733.772.868**	**1.561.513.806**	**11,8%**

2.7 Distribuzione regionale

Le figure 19 e 20 illustrano la ripartizione geografica in termini di numerosità e di capacità di generazione elettrica delle unità di cogenerazione oggetto dello studio. La figura 21 evidenzia la capacità di generazione media regionale.

La cogenerazione risulta maggiormente diffusa, sia in termini di numero di unità sia di capacità di generazione elettrica installata nella zona "NORD", mentre i valori maggiori di capacità media sono rilevati nella zona "SUD e ISOLE".

Gli impianti più diffusi, in termini di numerosità, in tutte le aree geografiche, risultano essere i motori a combustione interna mentre i più diffusi, in termini di capacità di generazione installata, in tutte le aree geografiche, risultano essere i cicli combinati.

La figura 22 illustra la ripartizione geografica del risparmio di energia primaria. Le regioni più virtuose risultano essere distribuite sia nella zona "NORD" (Piemonte, Lombardia), sia nella zona "SUD e ISOLE" (Puglia).

Le figure 23 e 24 illustrano la ripartizione geografica in termini di numerosità e di capacità di generazione elettrica delle unità di cogenerazione abbinate a una rete di teleriscaldamento.

La cogenerazione abbinata al teleriscaldamento è presente quasi esclusivamente nelle regioni "NORD".

Dal confronto sistemico dei grafici è possibile notare che i valori percentuali del risparmio di energia primaria, conseguito nelle diverse aree geografiche, risultano in linea con la distribuzione sul territorio della capacità di generazione installata.

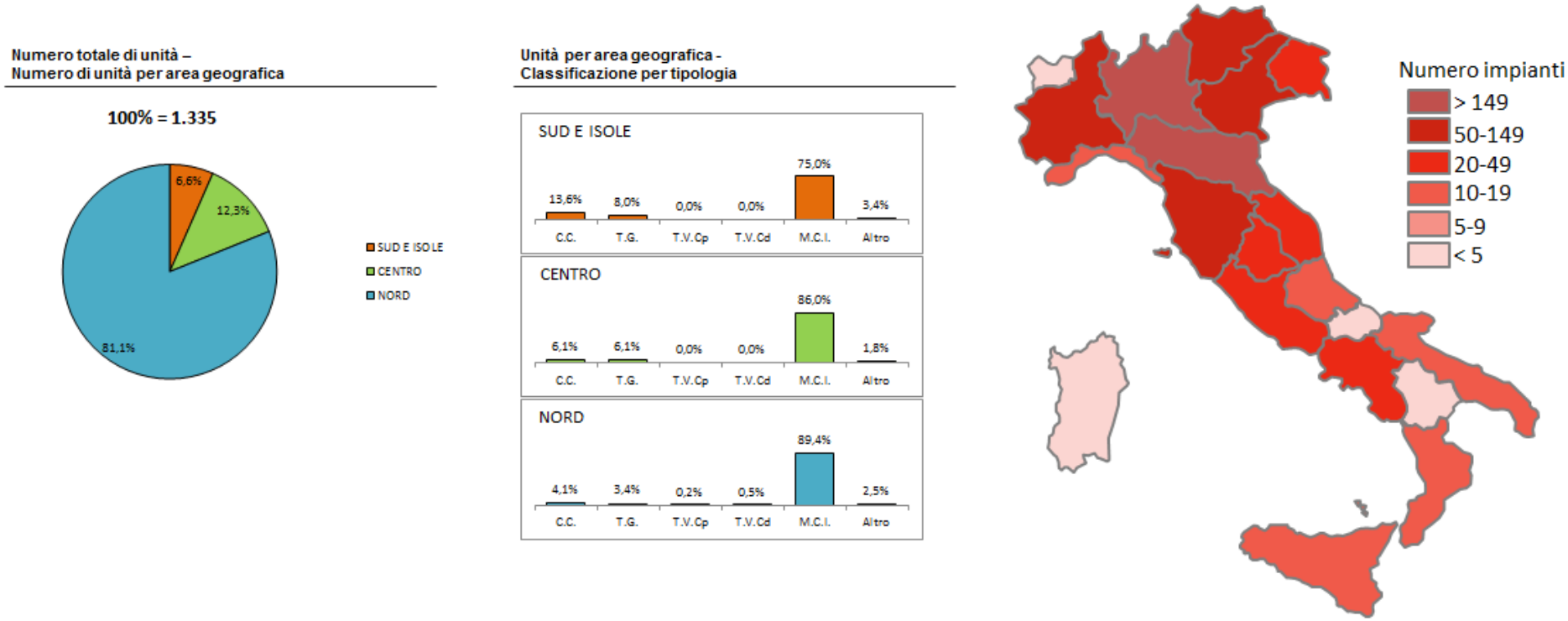


Fig. 19 – Numero totale di unità per area geografica e distribuzione regionale

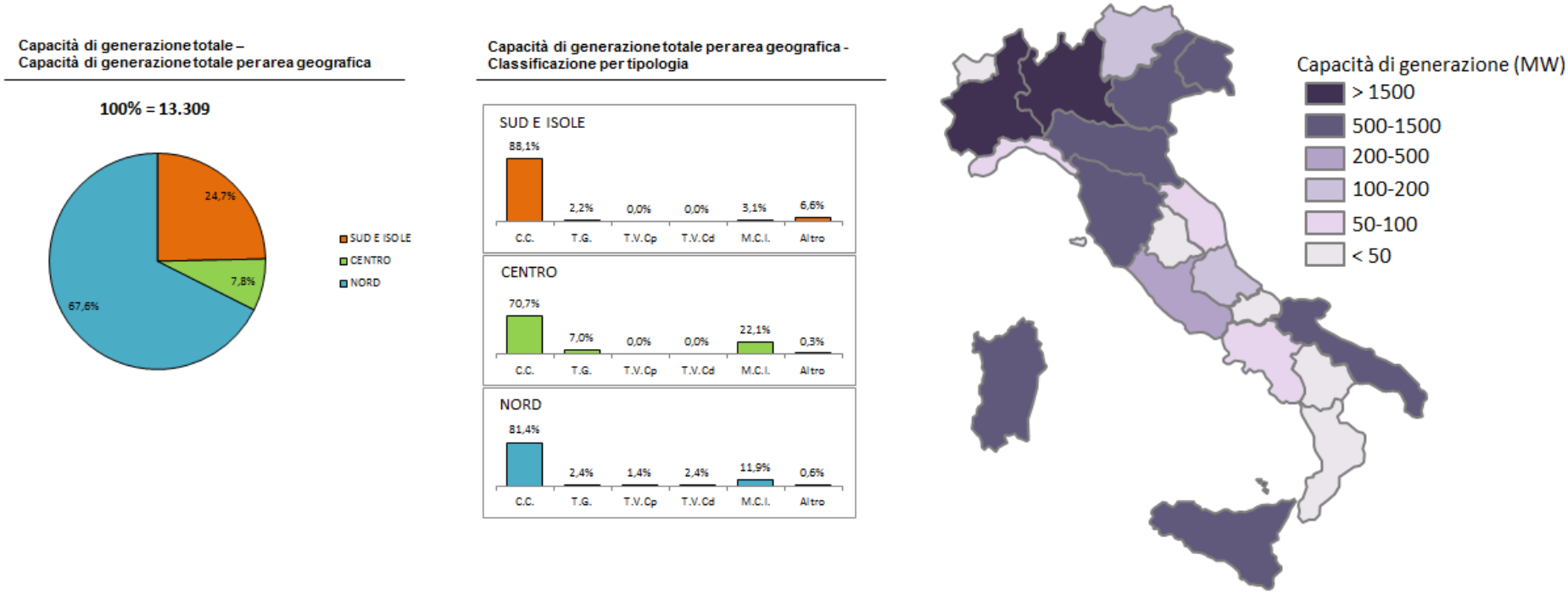


Fig. 20 – Capacità di generazione totale - per area geografica e distribuzione regionale

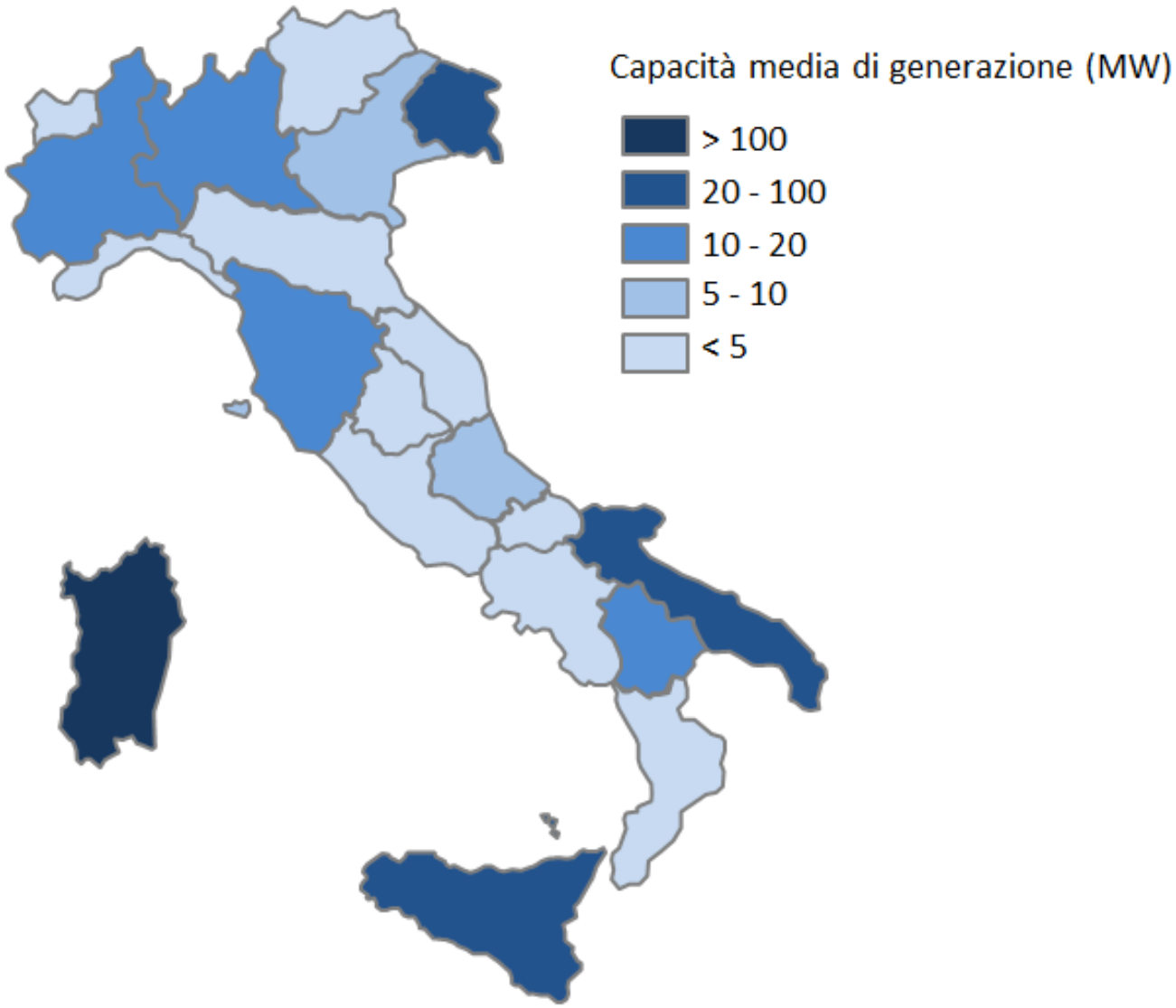


Fig. 21 - Capacità di generazione media - distribuzione regionale

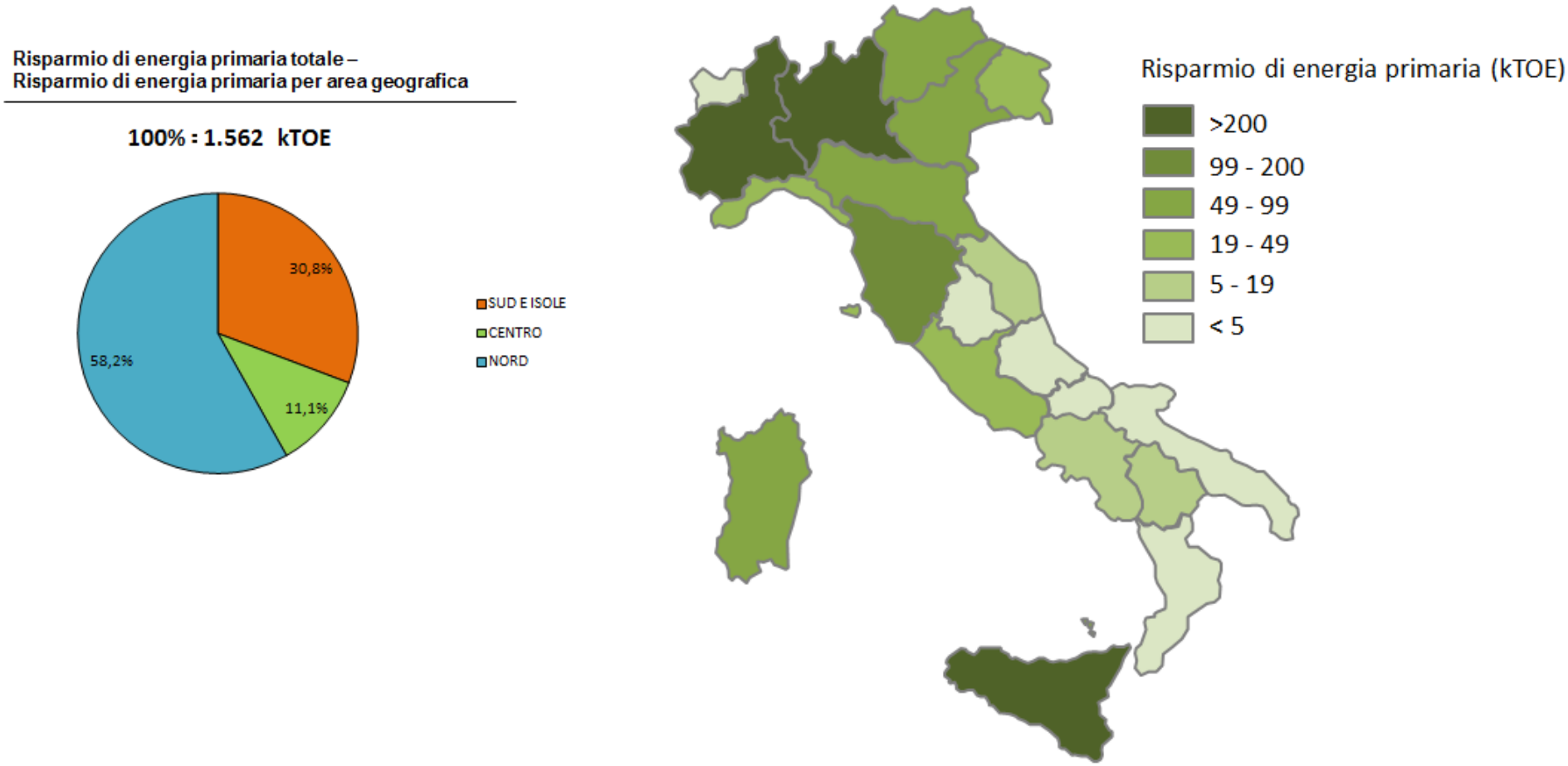


Fig. 22 - Risparmio di energia primaria totale - per area geografica e distribuzione regionale

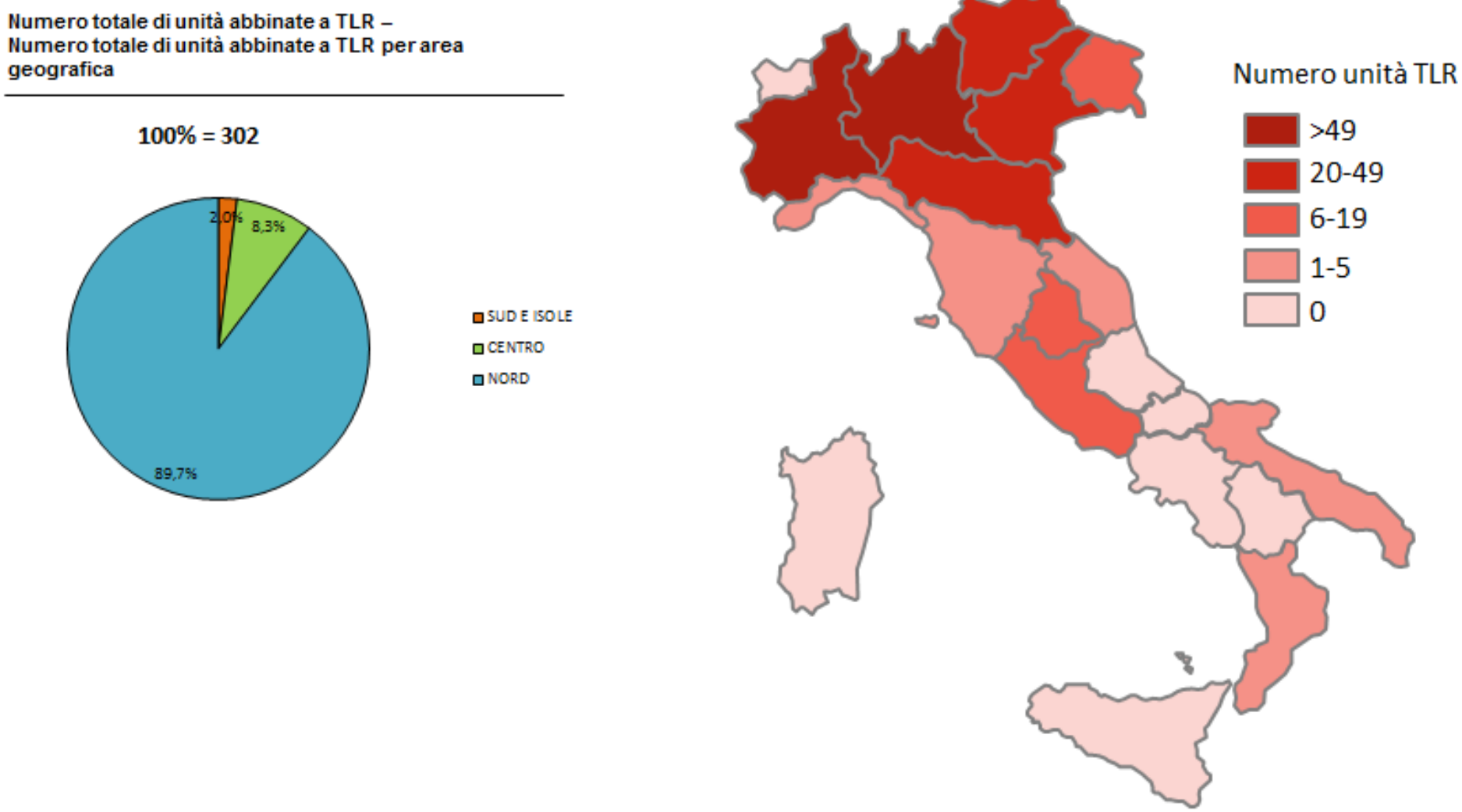
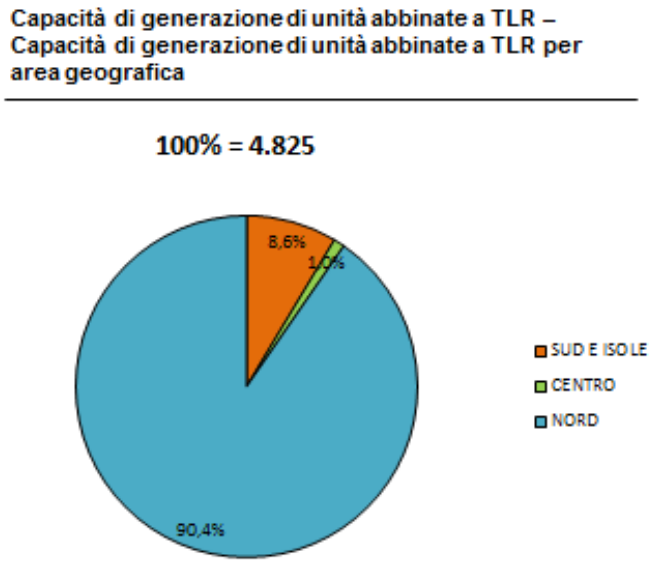


Fig. 23 - Numero di unità abbinate a TLR - per area geografica e distribuzione regionale



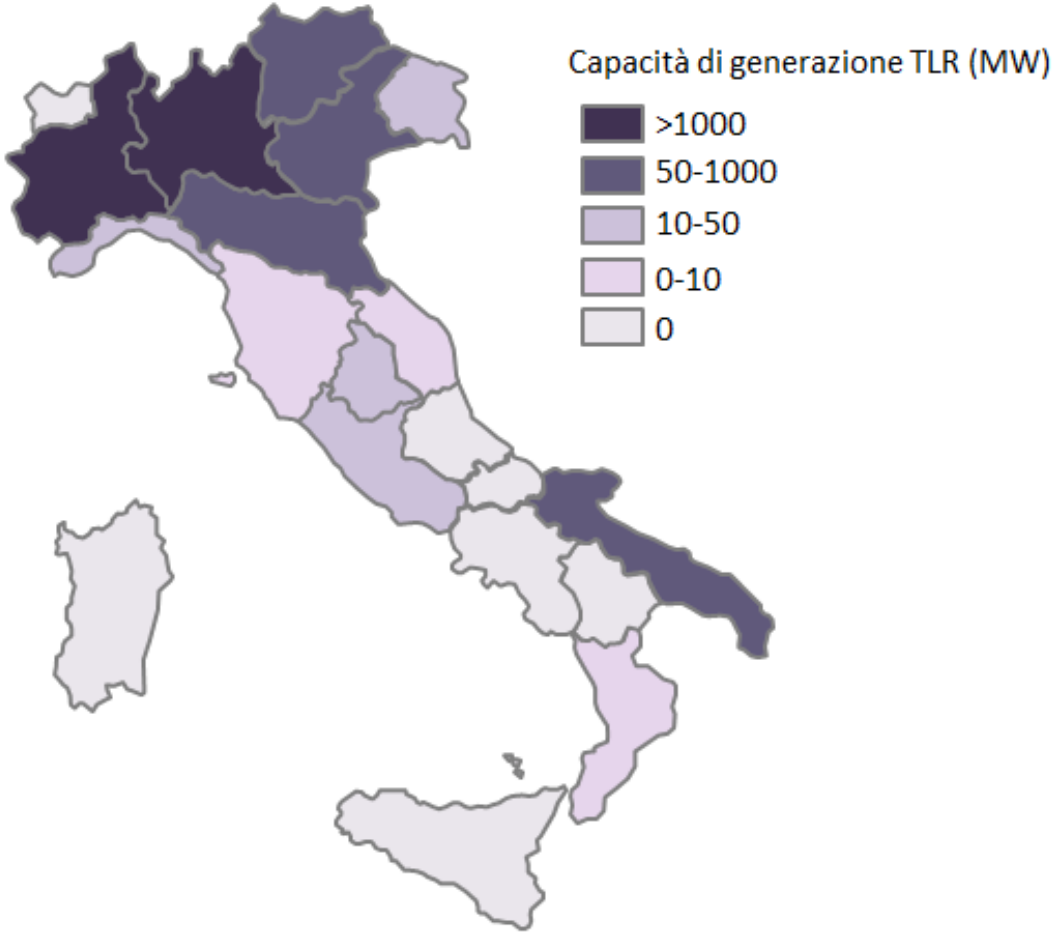


Fig. 24 - Capacità di generazione di unità abbinate a TLR - per area geografica e distribuzione regionale

Tabella 2 - COGENERAZIONE – PRINCIPALI INDICATORI DELLO STATO DI DIFFUSIONE E SVILUPPO DELLA COGENERAZIONE A LIVELLO TERRITORIALE

(produzione 2015)

Aree geografiche	Numero di unità								Capacità di generazione MW								Capacità di generazione media MW								Risparmio Energia Primaria
	Totale	*di cui TLR*	*C.C.*	*T.G.*	*T.V.Cp*	*T.V.Cd*	*M.C.I.*	*Altro*	*Totale*	*di cui TLR*	*C.C.*	*T.G.*	*T.V.Cp*	*T.V.Cd*	*M.C.I.*	*Altro*	*Totale*	*di cui TLR*	*C.C.*	*T.G.*	*T.V.Cp*	*T.V.Cd*	*M.C.I.*	*Altro*	**TOE**
	Totale	*di cui TLR*	*C.C.*	*G.T.H.R.*	*S.B.P.T.*	*S.C.E.T.*	*I.C.E.*	*Others*	*Totale*	*di cui TLR*	*C.C.*	*G.T.H.R.*	*S.B.P.T.*	*S.C.E.T.*	*I.C.E.*	*Others*	*Totale*	*di cui TLR*	*C.C.*	*G.T.H.R.*	*S.B.P.T.*	*S.C.E.T.*	*I.C.E.*	*Others*	
SUD E ISOLE	88	6	12	7	0	0	66	3	3.281	415	2.889	73	0	0	101	218	37	69	241	10	0	0	2	73	480.167
CENTRO	164	25	10	10	0	0	141	3	1.034	50	731	72	0	0	228	3	6	2	73	7	0	0	2	1	173.135
NORD	1.083	271	44	37	2	5	968	27	8.994	4.361	7.319	212	125	217	1.070	50	8	16	166	6	63	43	1	2	908.212
Totale	**1.335**	**302**	**66**	**54**	**2**	**5**	**1.175**	**33**	**13.309**	**4.825**	**10.940**	**357**	**125**	**217**	**1.400**	**270**	**10**	**16**	**166**	**7**	**63**	**43**	**1**	**8**	**1.561.514**

Appendice A: Glossario

Energia termica utile prodotta dall'unità di cogenerazione (H_{CHP})

Energia termica prodotta durante il periodo di rendicontazione da un'unità di cogenerazione (di conseguenza in combinazione con la produzione di energia elettrica/meccanica) per soddisfare una domanda di calore o di raffreddamento economicamente giustificabile di un'area di consumo.

Capacità di generazione (P_n)

Potenza attiva nominale dell'unità, determinata come somma delle potenze attive nominali dei generatori che costituiscono l'unità. La potenza attiva nominale di un generatore è la massima potenza attiva determinata moltiplicando la potenza apparente nominale per il fattore di potenza nominale, entrambi riportati sui dati di targa del generatore medesimo.

Energia elettrica lorda

Energia elettrica misurata dai contatori situati ai morsetti di uscita dei generatori elettrici.

Energia elettrica/meccanica totale prodotta dall'unità di cogenerazione ($E_{UNITA'}$)

Energia elettrica/meccanica lorda prodotta da un'unità di cogenerazione durante il periodo di rendicontazione. Rispetto all'energia elettrica/meccanica totale prodotta dall'impianto di cogenerazione che include la stessa unità, si esclude, ad esempio, l'eventuale energia elettrica prodotta da gruppi elettrogeni di riserva presenti all'interno dell'impianto di cogenerazione.

Energia elettrica/meccanica da cogenerazione (E_{CHP})

Energia elettrica/meccanica lorda prodotta nel periodo di rendicontazione dalla parte in cogenerazione dell'unità di cogenerazione (cioè prodotta in combinazione con la produzione di energia termica utile).

Energia elettrica/meccanica non da cogenerazione (E_{NONCHP})

Energia elettrica/meccanica lorda prodotta nel periodo di rendicontazione dalla (eventuale) parte non in cogenerazione dell'unità di cogenerazione (cioè non prodotta in combinazione con la produzione di energia termica utile).

Energia di alimentazione dell'unità di cogenerazione ($F_{UNITA'}$)

Energia totale di alimentazione in ingresso ad una unità di cogenerazione nel periodo di rendicontazione.

Energia di alimentazione in cogenerazione dell'unità di cogenerazione (F_{CHP})

Energia di alimentazione in ingresso alla parte in cogenerazione dell'unità di cogenerazione, finalizzata alla produzione combinata di energia elettrica/meccanica ed energia termica utile.

Energia di alimentazione non in cogenerazione dell'unità di cogenerazione ($F_{NONCHP,E}$)

Energia di alimentazione della parte non in cogenerazione dell'unità di cogenerazione, finalizzata "virtualmente" alla produzione di energia elettrica/meccanica utile.

Parte in cogenerazione ("Parte CHP") dell'Unità di Cogenerazione

Nel caso in cui il rendimento globale dell'unità di cogenerazione sia inferiore al rendimento globale di soglia caratteristico della specifica tecnologia di cogenerazione, si intende la parte dell'Unità Virtuale di cogenerazione che consuma energia di alimentazione F_{CHP} per la produzione combinata di energia elettrica /meccanica E_{CHP} ed energia termica utile H_{CHP}, con rendimento globale pari al medesimo rendimento globale di soglia

Parte non in cogenerazione ("Parte non CHP") dell'Unità di Cogenerazione

Nel caso in cui il rendimento globale dell'unità di cogenerazione sia inferiore al rendimento globale di soglia caratteristico della specifica tecnologia di cogenerazione, si intende la parte dell'Unità Virtuale di cogenerazione che consuma energia di alimentazione $F_{nonCHP,E}$ per la produzione di energia elettrica /meccanica E_{NONHP} con rendimento "virtuale" elettrico pari a $\eta_{nonchp,E}$

Periodo di rendicontazione

Arco temporale previsto per la rendicontazione dei parametri che concorrono a qualificare l'unità di cogenerazione come CAR (e/o a rilasciare i CB spettanti all'unità). Di norma coincide con l'anno solare.

Rapporto energia / Calore effettivo (C_{eff})

Rapporto tra Energia elettrica da cogenerazione (E_{CHP}) ed energia termica utile (H_{CHP}) durante il funzionamento in pieno regime di cogenerazione, usando dati operativi dell'unità specifica riferiti al periodo di rendicontazione.

Rapporto energia / Calore di base ($C_{default}$)

Se il "rapporto energia/calore" effettivo della specifica unità di cogenerazione non è noto, l'operatore dell'impianto può impiegare il "rapporto energia / calore" di base ($C_{default}$), come specificato nella tabella contenuta nell'nell'Allegato I della Direttiva 2012/27/UE. In questo caso, tuttavia, l'operatore deve notificare al GSE le motivazioni della mancanza di un "rapporto energia/calore" effettivo per il quale mancano i dati e le misure adottate per porre rimedio alla situazione.

Ref Eη

Valore di riferimento per la produzione separata di energia elettrica secondo i parametri indicati nell'Allegato I alla Decisione della Commissione 2007/74/CE. Il valore di riferimento deve essere corretto in funzione della temperatura ambiente media del sito di istallazione, della tensione di rete e del rapporto tra energia auto consumata ed immessa in rete secondo le indicazioni riportate nell'Allegato IV alla Decisione della Commissione 2007/74/CE.

Ref Hη

Valore di rendimento per la produzione separata di energia termica secondo i parametri indicati nell'Allegato II alla Decisione della Commissione 2007/74/CE.

Rendimento globale ($\eta_{globale}$)

Rapporto che vede a numeratore la somma dell'energia termica utile H_{CHP} e dell'energia elettrica/meccanica totale prodotta dall'unità di cogenerazione ($E_{UNITÀ}$) e a denominatore l'energia totale del combustibile immesso nell'unità di cogenerazione ($F_{UNITÀ}$).

Rendimento globale di soglia ($\bar{\eta}_{globale,soglia}$ o $\bar{\eta}_{globale}$)

Valore minimo del rendimento globale necessario al fine di poter considerare un'unità di Cogenerazione ad Alto Rendimento nella sua interezza; può essere 75% o 80% a seconda della tecnologia di cogenerazione.

Rendimento elettrico in assetto non cogenerativo ($\eta_{non\ chp,E}$)

Rendimento della produzione di energia elettrica / meccanica che l'unità di cogenerazione avrebbe in un assetto puramente elettrico. Tale rendimento viene attribuito alla parte "virtuale" non in cogenerazione dell'unità di cogenerazione, al fine di identificare la produzione di energia elettrica non associata con la produzione di energia termica utile nel periodo di rendicontazione

Unità di cogenerazione

Parte di un impianto di cogenerazione i cui confini la quale, in condizioni ordinarie di esercizio, funziona indipendentemente da ogni altra parte dell'impianto di cogenerazione stesso.

Unità virtuale di cogenerazione

Nel caso in cui il rendimento globale dell'unità di cogenerazione sia inferiore al rendimento globale di soglia caratteristico della specifica tecnologia di cogenerazione, è necessario suddividere l'Unità di cogenerazione in due parti "virtuali", "parte CHP" e "parte non CHP" al fine di identificare, nota l'energia termica utile H_{CHP}, le ulteriori grandezze principali che concorrono al calcolo del PES (E_{CHP}, F_{CHP}).

Appendice B: Criteri di calcolo del risparmio di energia primaria

1. Criteri di calcolo del risparmio di energia primaria per la produzione dell'energia elettrica prodotta in cogenerazione e dell'energia termica utile

Il risparmio di energia primaria conseguito mediante la produzione in cogenerazione di energia elettrica ($E_{CHP,u}$) ed energia termica utile ($H_{CHP,u}$), rispetto alla produzione separata, è calcolato secondo la seguente formula indicata nell'Allegato II Direttiva 2012/27/UE:

$$PES,u = 1 - \frac{F_{CHP,u}}{\frac{H_{CHP,u}}{REFH_{\eta,u}} + \frac{E_{CHP,u}}{REFE_{\eta,u}}}$$

Dove:

- il pedice "u" indica che le formule sono state applicate per i dati caratteristici ($F_{CHP,u}$; $E_{NOCHP,u}$; $F_{NOCHP,u}$; Ref $E\eta_{,u}$, ecc…) di ciascuna unità di cogenerazione;
- $PES_{,u}$ è il risparmio di energia primaria;
- $H_{CHP,u}$ è l'energia termica utile ceduta all'area di consumo durante il periodo di rendicontazione;
- $E_{CHP,u}$ è l'energia elettrica/meccanica lorda prodotta nel periodo di rendicontazione dalla parte in cogenerazione dell'unità di cogenerazione;
- $F_{CHP,u}$ è l'energia di alimentazione in ingresso alla parte in cogenerazione dell'unità di cogenerazione, finalizzata alla produzione combinata di energia elettrica/meccanica ed energia termica utile;
- Ref $E\eta_{,u}$ è il valore di riferimento per la produzione separata di energia elettrica secondo i parametri. Il valore di riferimento indicato nell'Allegato I alla Decisione della Commissione 2007/74/CE deve essere corretto in funzione della temperatura ambiente media del sito di istallazione, della tensione di rete e del rapporto tra energia auto consumata ed immessa in rete secondo le indicazioni riportate negli allegati VI e VII del medesimo Decreto Ministeriale;
- Ref $H\eta_{,u}$ è il valore di rendimento per la produzione separata di energia termica secondo i parametri indicati nell'Allegato II alla Decisione della Commissione 2007/74/CE.

L'energia primaria potenzialmente utilizzata per la produzione separata di quantità di energia elettrica e energia termica utile rispettivamente pari all'energia elettrica e all'energia termica utile prodotte in cogenerazione, può essere espressa secondo la seguente formula:

$$F_{SEPARATA,u} = \frac{H_{CHP,u}}{REFH_{\eta,u}} + \frac{E_{CHP,u}}{REFE_{\eta,u}}$$

Omettendo lo sviluppo analitico della precedente formula, si arriva all'espressione:

$$F_{SEPARATA,u} = \frac{F_{CHP,u}}{1 - PES,u}$$

In termini globali si ha:

$$F_{SEPARATA} = \sum_{u=1}^{N} F_{SEPARATA,u}$$

Di seguito una tabella di sintesi delle formule di calcolo dell'energia primaria consumata, in base alle due modalità di produzione poste a confronto (produzione separata e produzione in cogenerazione), per la produzione dell'energia elettrica prodotta in cogenerazione (E_{CHP}) e dell'energia termica utile (H_{CHP}):

OUTPUT (parte CHP dell'unità)	**MODALITA' DI PRODUZIONE**	**INPUT (parte CHP dell'unità)**
$E_{CHP,u}$ $H_{CHP,u}$	Produzione separata	$F_{SEPARATA,u} = \frac{F_{CHP,u}}{1 - PES_u}$
	Produzione in cogenerazione	$F_{CHP,u}$

Il risparmio di energia primaria conseguito da ciascuna unità di cogenerazione per la produzione di $E_{CHP,U}$ e $H_{CHP,U}$ è calcolato, quindi, secondo la seguente formula:

$$RISPARMIO_u\ (TEP) = \frac{F_{CHP,u}}{1 - PES_u} - F_{CHP,u} = F_{CHP,u} * \frac{PES_u}{1 - PES_u}$$

Il risparmio di energia primaria conseguito dall'insieme complessivo delle unità di cogenerazione per la produzione di $E_{CHP,U}$ e $H_{CHP,U}$ è calcolato secondo la seguente formula:

$$RISPARMIO\ (TEP) = \sum_{u=1}^{N} \mathrm{RISPARMIO_u\ (TEP)}$$

In percentuale può essere espresso come:

$$RISPARMIO\ (\%) = \frac{RISPARMIO\ (TEP)}{F_{SEPARATA}\ (TEP)}$$

2. *Criteri di calcolo del risparmio di energia primaria per la produzione dell'energia elettrica totale prodotta e dell'energia termica utile*

In generale, un'unità di cogenerazione può produrre energia elettrica non in cogenerazione ($E_{NOCHP,u}$) per le seguenti motivazioni:

- nel caso di rispetto dell'Allegato II della Direttiva 2012/27/UE, qualora il rendimento globale dell'unità di cogenerazione sia inferiore ai valori di soglia, a prescindere dalla tipologia di richiesta inoltrata al GSE ("CAR" o "CHP/TLR") e dall'esito finale dell'istruttoria del GSE, si assume che vi sia produzione di energia elettrica non in cogenerazione, con la conseguente necessità di suddividere l'unità "virtuale" di cogenerazione nelle due seguenti "parti virtuali":
  - parte in cogenerazione ("parte CHP");
  - parte non in cogenerazione ("parte NON CHP"), costituita dalla sola energia elettrica non in cogenerazione ($E_{NOCHP,u}$);
- nel caso di mancato rispetto dell'Allegato II della Direttiva 2012/27/UE, a prescindere dalla tipologia di richiesta inoltrata al GSE ("CAR" o "CHP/TLR"), l'energia elettrica prodotta dall'unità è completamente energia elettrica non prodotta in cogenerazione ($E_{NOCHP,u}$).

In tal caso è necessario quantificare l'energia primaria, consumata sia in caso di produzione separata sia in caso di produzione in cogenerazione per la produzione di $E_{NOCHP,u}$:

- la modalità di produzione in cogenerazione utilizza la quantità $F_{NOCHP,u}$, pari alla differenza tra l'energia totale di alimentazione in ingresso ad una unità di cogenerazione nel periodo di rendicontazione ($F_{UNITA'}$) e l'Energia di alimentazione in ingresso alla parte in cogenerazione dell'unità di cogenerazione ($F_{CHP,u}$), quest'ultima pari a 0 nel caso di mancato rispetto nell'Allegato II della Direttiva 2012/27/UE;
- per la produzione separata si assume un rendimento elettrico desunto nell'Allegato I alla Decisione della Commissione 2007/74/CE "*Valori di rendimento di riferimento armonizzati per la produzione separata di elettricità*", indipendente dai fattori di correzione legati alle condizioni climatiche medie e alle perdite evitate sulla rete, determinate in base alla ripartizione dell'energia elettrica prodotta in energia elettrica esportata verso la rete e energia elettrica consumata in loco.

Di seguito una tabella di sintesi delle formule di calcolo dell'energia primaria consumata, in base alle due modalità di produzione poste a confronto (produzione separata e produzione in cogenerazione), per la produzione dell'energia elettrica totale prodotta ($E_{UNITA'}$) e dell'energia termica utile (H_{CHP}).

OUTPUT (unità)	**MODALITA' DI PRODUZIONE**	**INPUT (unità)**
$E_{UNITA'}$ (= $E_{CHP,u}$ + $E_{NOCHP,u}$) $H_{CHP,u}$	Produzione Separata	$\frac{E_{NOCHP,u}}{REFE_{\eta}\text{base}, u} + \frac{F_{CHP,u}}{1 - PES_u}$
	Produzione in cogenerazione	$F_{NOCHP,u} + F_{CHP,u}$

$$RISPARMIO_u\ (TEP) = \frac{E_{NOCHP,u}}{REFE_\eta \text{base}, u} + \frac{F_{CHP,u}}{1 - PES_u} - (F_{NOCHP,u} + F_{CHP,u})$$

$$INPUT\ PROD.SEPARATA_u\ (TEP) = \frac{E_{NOCHP,u}}{REFE_\eta \text{base}, u} + \frac{F_{CHP,u}}{1 - PES_u}$$

$$RISPARMIO\ (TEP) = \sum_{\mathrm{u=1}}^{\mathrm{N}} \mathrm{RISPARMIO_u\ (TEP)}$$

$$INPUT\ PROD.SEPARATA\ (TEP) = \sum_{\mathrm{u=1}}^{\mathrm{N}} INPUT\ PROD.SEPARATA_u\ (TEP)$$

$$RISPARMIO\ (\%) = \frac{RISPARMIO\ (TEP)}{INPUT\ PROD.SEPARATA\ (TEP)}$$

Appendice C: Riferimenti normativi

[1] Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102
Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

[2] Direttiva 2012/27/UE
Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

[3] Decreto 5 settembre 2011
Definizione del nuovo regime di sostegno per la Cogenerazione ad Alto Rendimento.

[4] Decreto 4 agosto 2011
Integrazioni al decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20, di attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile sul mercato interno dell'energia, e modificativa della direttiva 92/42/CE.

[5] Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28
Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

[6] Legge 23 luglio 2009, n. 99
Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

[7] Decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20
Attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/CEE.

[8] Decisione della commissione 21 dicembre 2006 (2007/74/CE)
Decisione che fissa valori di rendimento di riferimento armonizzati per la produzione separata di Energia elettrica e di calore in applicazione della direttiva 2004/8/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

[9] Decreto 24 ottobre 2005
Direttive per la regolamentazione dell'emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1, comma 71, della legge 23 agosto 2004, n. 239.

[10] Direttiva 2004/8/CE
Direttiva del parlamento europeo e del consiglio dell'11 febbraio 2004 sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia e che modifica la direttiva 92/42/CEE.

[11] Legge 23 agosto 2004, n. 239
Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

[12] Deliberazione 19 marzo 2002
Condizioni per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 (deliberazione n. 42/02).

[13] Decreto Legislativo 23 maggio 2000, n. 164
Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144.

[14] Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79
Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.

[15] Linee guida per l'applicazione del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 5 settembre 2011 – Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR).