

Università degli studi di Firenze

Facoltà di Ingegneria

Corso di Diploma in Ingegneria Meccanica

**VALUTAZIONI DI CARATTERE ENERGETICO DI UN
IMPIANTO DI COGENERAZIONE DI CORRENTE ELETTRICA
IN BASE ALLA NORMATIVA VIGENTE**



Corso di “Sistemi energetici I”

Prof. Giampaolo Manfrida

A.A. 2000-2001

A cura di: Raffaello Curtatone

INDICE

INTRODUZIONE

RISOLUZIONE DELL'IMPIANTO ASSEGNATO	1
ANALISI DEI DATI DI PARTENZA	2
SCHEMA DELL'IMPIANTO	2.1
ANALISI DEL CICLO TERMODINAMICO	3
BY-PASS CHIUSO E MASSA SPILLATA MINIMA	3.1
BY-PASS CHIUSO E MASSA SPILLATA MASSIMA	3.2
BY-PASS APERTO	3.3
RISULTATI OTTENUTI	4
INDICI ENERGETICI	4.1
INDICI ECONOMICI	4.2
ANDAMENTO ANNUALE DEGLI INDICI IN BASE AI CARICHI	4.3
NORMATIVA: LEGGE 9-01-91 N°10	5
ARTICOLO DELLA RIVISTA "LA TERMOTECNICA"	5.1
SOFTWARE DI CALCOLO	6
DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA	6.1
EQUAZIONI	6.2
ANALISI PARAMETRICA	6.3
DIAGRAMMI	6.4
ALTRI MODELLI EES	7
DIFFERENZE	7.1
DIAGRAMMI	7.2
ANALISI PARAMETRICA	7.3
DIFFERENZE	7.4
CONCLUSIONI	8

INTRODUZIONE

La termodinamica insegna che la produzione combinata di energia elettrica e calore è il modo più razionale di utilizzare un combustibile: se, come avviene nelle centrali termoelettriche convenzionali, si produce solo energia elettrica, si disperde, infatti, nell'ambiente una grande quantità di calore. Ancor più dissipante è la produzione di solo calore che avviene nelle caldaie, ove si utilizza, con un processo fortemente irreversibile, il potenziale dei combustibili per produrre un bene, il calore, di poco pregio.

1 Risoluzione dell'impianto assegnato

I dati su foglio Excel consegnatomi dal professor Manfreda riguardano i consumi termici ed elettrici di un salumificio durante l'arco della giornata per un intero anno. Ho provveduto dunque alla determinazione dell'indice elettrico medio in modo da determinare il tipo di impianto che meglio soddisfa le esigenze dello stabilimento in questione. Alcune riviste termotecniche riportano la seguente tabella di riferimento dell'indice elettrico:

- motori alternativi	0,5 – 1
- turbine a gas	0,5 – 0,3
- turbine a gas con post-combustore	0,25 – 0,125
- turbine a vapore a spillamento o contropressione	0,2 – 0,1

Il valore medio da me calcolato risulta 0,0934789 ottenuto come media pesata dei consumi elettrici e termici, dato il forte scostamento che si verifica nei giorni feriali. Sembra dunque ragionevole utilizzare una turbina a vapore a spillamento o contropressione, sebbene i valori siano ai limiti del campo d'applicazione dell'impianto.

2 Analisi dei dati di partenza

nap = 0,9	"rendimento turbina alta pressione"
nbp = 0,85	"rendimento turbina bassa pressione"
npbp = 0,8	"rendimento pompa bassa pressione"
nts = 0,8	"rendimento termico medio per sola produzione di energia termica"
nes = 0,4	"rendimento elettrico medio per sola produzione di energia elettrica"
P[1] = 5	"pressione uscita condensatore in kPa"
P[2] = 500	"pressione scambiatore in kPa"
P[4] = 4500	"pressione ingresso caldaia in kPa"
T[5] = 823,16	"temperatura vapore surriscaldato in °K"
qu_max = 6400	"quantità di calore massima che può fornire l'impianto col by-pass chiuso"
p = 1-2,8/100	"parametro livello di tensione - allacciato alla media tensione"

3.1 By-pass chiuso e massa spillata minima

La richiesta di calore Q_1 della caldaia è massima (h_5-h_4), poiché è massima la portata dell'impianto di bassa pressione che si andrà a miscelare con la portata spillata, che sappiamo essere sempre > 0 , dato che una quantità minima di calore è sempre richiesta dall'azienda (350 kW)

3.2 By-pass chiuso e massa spillata massima

Si chiude l'impianto di bassa pressione (è sempre bene prevedere una portata minima di vapore nell'impianto per mantenere in temperatura i componenti onde evitare che si raffreddi una parte dell'impianto con conseguenze dannose ai fini del funzionamento di alcune parti). La richiesta di calore della caldaia è minima ($h_5-(h_4-i)$).

3.3 By-pass aperto

La richiesta di calore della caldaia rimane invariata dato che la pressione all'interno dello scambiatore è fissata (5 bar, vapore saturo) si tratta dunque di un normale impianto per la produzione di vapore che non compie alcun lavoro.

4 Risultati ottenuti

Minima richiesta di calore

eel=3256 [KW]; Eff=0,3495; eta_1=0,3865; eta_ind=0,3482; IE=9,836; IEN=0,2371; IRE=-0,3133; m=2,74 [kg/s]; mb=0 [kg/s]; mbp=2,599 [kg/s]; ms=0,1417 [kg/s]; q1=9281 [kw]; qcond=5719 [kw]; qu=331 [kw]; wp=-12,33 [kW]; wt=3243 [kW]

Chiusura dell'impianto di bassa pressione

eel=1599 [KW]; Eff=0,199; eta_1=1,003; eta_ind=0,1975; IE=0,2498; IEN=0,7938; IRE=0,2333; m=2,74 [kg/s]; mb=0 [kg/s]; mbp=0 [kg/s]; ms=2,74 [kg/s]; q1=7975 [kw]; qcond=0 [kw]; qu=6400 [kw]; wp=-11,97 [kW]; wt=1587 [kW]

By-pass aperto

eel=169 [KW]; Eff=0,01969; eta_1=1,003; eta_ind=0,01819; IE=0,02159; IEN=0,6413; IRE=0,1186; m=2,74 [kg/s]; mb=2,469 [kg/s]; mbp=0 [kg/s]; ms=0,2711 [kg/s]; q1=7975 [kw]; qcond=0 [kw]; qu=7900 [kw]; wp=-11,97 [kW]; wt=157 [kW]

4.1 Indici energetici

IE = indice elettrico = $\frac{eel}{qu}$ è il rapporto tra l'energia elettrica e l'energia termica prodotte

Eff = rendimento elettrico = $\frac{wt}{Q_1}$

$Eta_ind = \text{verifica indiretta del rendimento} = \frac{Q1 - qu - qcond}{Q1}$; è il coefficiente economico della

macchina di Carnot con 1 sorgente di calore superiore e 2 sorgenti di calore inferiori

$Eta_1 = \text{rendimento di primo principio} = \frac{eel + qu}{Q1}$ esso attribuisce uguale pregio all'energia elettrica

e termica (indipendentemente dal livello di temperatura di quest'ultima)

4.2 Indici economici

$IEN = \text{indice di risparmio energetico} = 1,96 \frac{eel}{Q1} + 1,11 \frac{qu}{Q1} - 0,49 \geq 0,51$ è l'indice definito dalla legge

n° 10 del 9-12-1991, la cui valutazione, nell'arco dell'anno, stabilisce se l'azienda in questione può accedere ai benefici di vendita della corrente elettrica all'ENEL.

$IRE = \text{indice di risparmi energia primaria} = 1 - \frac{Q1}{\frac{eel}{p \eta_{es}} + \frac{qu}{\eta_{et}}}$ è il rapporto tra consumo energia

primaria e l'ipotetico consumo di energia che si avrebbe per la produzione separata di elettricità e calore.

4.3 Andamento annuale degli indici in base ai carichi

	<i>Gen nai o</i>	<i>Feb brai o</i>	<i>Ma rzo</i>	<i>April e</i>	<i>Ma ggio</i>	<i>Giu gno</i>	<i>Lug lio</i>	<i>Ago sto</i>	<i>Sett emb re</i>	<i>Otto bre</i>	<i>Nov emb re</i>	<i>Dic emb re</i>
IEN Feriali	0,64	0,64	0,64	0,64	0,6	0,55	0,55	0,55	0,55	0,64	0,64	0,67
IEN Festivi	0,34	0,34	0,34	0,34	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,34	0,34	0,35
IRE Feriali	0,27	0,27	0,27	0,27	0,25	0,22	0,22	0,22	0,22	0,27	0,27	0,28
IRE Festivi	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,07

Media pesata annuale dell'IEN: 0,540275

Media pesata annuale dell'IRE: 0,196561

5 Normativa: legge n°10 del 9-12-1991

"Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"

(s.o. alla G.U. 16 gennaio 1991, n. 13)(1)

Sommario

TITOLO I - Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

Art. 1. (Finalità ed ambito di applicazione)

Art. 2. (Coordinamento degli interventi)

Art. 3. (Accordo di programma)

Art. 4. (Norme attuative e sulle tipologie tecnico-costruttive)

Art. 5. (Piani regionali)

Art. 6. (Teleriscaldamento)

Art. 7. (Norme per le imprese elettriche minori)

Art. 8. (Contributi in conto capitale a sostegno dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia nell'edilizia)

Art. 9. (Competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano)

Art. 10. (Contributi per il contenimento dei consumi energetici nei settori industriale, artigianale e terziario)

Art. 11. (Norme per il risparmio di energia e l'utilizzazione di fonti rinnovabili di energia o assimilate)

Art. 12. (Progetti dimostrativi)

Art. 13. (Incentivi alla produzione di energia da fonti rinnovabili di energia nel settore agricolo)

Art. 14. (Derivazioni di acqua. Contributi per la riattivazione e per la costruzione di nuovi impianti)

Art. 15. (Locazione finanziaria)

Art. 16. (Attuazione della legge)

Art. 17. (Cumulo di contributi e casi di revoca)

Art. 18. (Modalità di concessione ed erogazione dei contributi)

Art. 19. (Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia)

Art. 20. (Relazione annuale al Parlamento)

Art. 21. (Disposizioni transitorie)

Art. 22. (Riorganizzazione della Direzione generale delle fonti di energia e delle industrie di base)

Art. 23. (Abrogazione espressa di norme e utilizzazione di fondi residui.)

Art. 24. (Disposizioni concernenti la metanizzazione)

TITOLO II - Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici

Art. 25. (Ambito di applicazione)

Art. 26. (Progettazione, messa in opera ed esercizio di edifici e di impianti)

Art. 27. (Limiti ai consumi di energia)

Art. 28. (Relazione tecnica sul rispetto delle prescrizioni)

Art. 29. (Certificazione delle opere e collaudo)

Art. 30. (Certificazione energetica degli edifici)

Art. 31. (Esercizio e manutenzione degli impianti)

Art. 32. (Certificazioni e informazioni ai consumatori)

Art. 33. (Controlli e verifiche)

Art. 34. (Sanzioni)

Art. 35. (Provvedimenti di sospensione dei lavori)

Art. 36. (Irregolarità rilevate dall'acquirente o dal conduttore)

Art. 37. (Entrata in vigore delle norme del titolo II e dei relativi decreti ministeriali)

TITOLO III - Disposizioni finali

Art. 38. (Ripartizione fondi e copertura finanziaria)

Art. 39. (Entrata in vigore)

Allegati

TABELLA A

TITOLO I

Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

Art. 1.

(Finalità ed ambito di applicazione)

1. Al fine di migliorare i processi di trasformazione dell'energia, di ridurre i consumi di energia e di migliorare le condizioni di compatibilità ambientale dell'utilizzo dell'energia a parità di servizio reso e di qualità della vita, le norme del presente titolo favoriscono ed incentivano, in accordo con la politica energetica della Comunità economica europea, l'uso razionale dell'energia, il contenimento dei consumi di energia nella produzione e nell'utilizzo di manufatti, l'utilizzazione delle fonti rinnovabili di energia, la riduzione dei consumi specifici di energia nei processi produttivi, una più rapida sostituzione degli impianti in particolare nei settori a più elevata intensità energetica, anche attraverso il coordinamento tra le fasi di ricerca applicata, di sviluppo dimostrativo e di produzione industriale.
2. La politica di uso razionale dell'energia e di uso razionale delle materie prime energetiche definisce un complesso di azioni organiche dirette alla promozione del risparmio energetico, all'uso appropriato delle fonti di energia, anche convenzionali, al miglioramento dei processi tecnologici che utilizzano o trasformano energia, allo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia, alla sostituzione delle materie prime energetiche di importazione.
3. Ai fini della presente legge sono considerate fonti rinnovabili di energia o assimilate: il sole, il vento, l'energia idraulica, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali. Sono considerate altresì fonti di energia assimilate alle fonti rinnovabili di energia: la cogenerazione, intesa come produzione combinata di energia elettrica o meccanica e di calore, il calore recuperabile nei fumi di scarico e da impianti termici, da impianti elettrici e da processi industriali, nonchè le altre forme di energia recuperabile in processi, in impianti e in prodotti ivi compresi i risparmi di energia conseguibili nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici con interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti. Per i rifiuti organici ed inorganici resta ferma la vigente disciplina ed in particolare la normativa di cui al decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915, e successive modificazioni ed integrazioni, al decreto-legge 31 agosto 1987, n. 361, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 ottobre 1987, n. 441, e al decreto-legge 9 settembre 1988, n.397, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 novembre 1988, n.475.
4. L'utilizzazione delle fonti di energia di cui al comma 3 è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

Art. 2.

(Coordinamento degli interventi)

1. Per la coordinata attuazione del piano energetico nazionale e al fine di raggiungere gli obiettivi di cui all'articolo 1, il Comitato interministeriale per la programmazione economica (CIPE) su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti il Ministro dell'agricoltura e delle foreste, il Ministro dell'università e della ricerca scientifica e tecnologica, il Ministro dei lavori pubblici, il Ministro dei trasporti, il Ministro dell'ambiente, il Ministro delle partecipazioni statali, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, emana, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, e successivamente con cadenza almeno triennale, direttive per il coordinato impiego degli strumenti pubblici di intervento e di incentivazione della promozione, della ricerca, dello sviluppo tecnologico, nei settori della produzione, del recupero e dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia e del contenimento dei consumi energetici.

Art. 3.

(Accordo di programma)

1. Per lo sviluppo di attività aventi le finalità di cui all'articolo 1, il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato provvede a stipulare con l'ENEA un accordo di programma, con validità triennale, ove sono stabiliti gli obiettivi, i tempi di attuazione e le previsioni di spesa dei progetti relativi al programma medesimo per un ammontare complessivo non superiore al 10 per cento degli stanziamenti previsti dalla presente legge.

Art. 4.

(Norme attuative e sulle tipologie tecnico-costruttive)

1. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Presidente della Repubblica, adottato previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato, su proposta del Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti il Consiglio nazionale delle ricerche (CNR), l'ENEA, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, sono emanate norme che, anche nel quadro delle indicazioni e delle priorità della legge 5 agosto 1978, n. 457, e successive modificazioni ed integrazioni, definiscono i criteri generali tecnico-costruttivi e le tipologie per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti, che facilitino il raggiungimento degli obiettivi di cui all'articolo 1 e al titolo II. Tali norme sono aggiornate, secondo la medesima procedura, ogni due anni.
2. Il Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, in relazione agli obiettivi di cui all'articolo 1, emana con decreto la normativa tecnica al cui rispetto è condizionato il rilascio delle autorizzazioni e la concessione e l'erogazione di finanziamenti e contributi per la realizzazione di opere pubbliche.
3. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Presidente della Repubblica, adottato previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato, su proposta del Ministro dell'agricoltura e delle foreste, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti il CNR, l'ENEA, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, sono emanate norme per definire i criteri generali per la costruzione o la ristrutturazione degli impianti di interesse agricolo, zootecnico e forestale che facilitino il raggiungimento degli obiettivi di cui all'articolo 1.
4. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Presidente della Repubblica, adottato previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato, su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti il CNR, gli enti energetici, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, nonché le associazioni di categoria interessate e le associazioni di istituti nazionali operanti per l'uso razionale dell'energia, sono emanate norme per il contenimento dei consumi di energia, riguardanti in particolare progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici, e i seguenti aspetti: determinazione delle zone climatiche; durata giornaliera di attivazione nonché periodi di accensione degli impianti termici; temperatura massima dell'aria negli ambienti degli edifici durante il funzionamento degli impianti termici; rete di distribuzione e adeguamento delle infrastrutture di trasporto, di ricezione e di stoccaggio delle fonti di energia al fine di favorirne l'utilizzazione da parte degli operatori pubblici e privati per le finalità di cui all'articolo 1.
5. Per le finalità di cui all'articolo 1, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Presidente della Repubblica, adottato previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato, su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, d'intesa con il Ministro dei trasporti, sono emanate norme per il contenimento dei consumi energetici in materia di reti e di infrastrutture relative ai trasporti nonché ai mezzi di trasporto terrestre ed aereo pubblico e privato.
6. Il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti i Ministri interessati, può emanare norme specifiche, efficaci anche solo per periodi limitati, dirette ad assicurare il

contenimento dei consumi energetici.

7. Con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, da emanarsi entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, sono emanate norme idonee a rendere apprezzabile il conseguimento dell'obiettivo dell'uso razionale dell'energia e dell'utilizzo di fonti rinnovabili di energia nei criteri di aggiudicazione delle gare di appalto economicamente rilevanti per la fornitura di beni o servizi per conto della pubblica amministrazione, degli enti territoriali e delle relative aziende, degli istituti di previdenza e di assicurazione. Tale normativa è inserita di diritto nella normativa che disciplina le gare d'appalto e nei capitoli relativi.

Art. 5.

(Piani regionali)

1. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, d'intesa con l'ENEA, individuano i bacini che in relazione alle caratteristiche, alle dimensioni, alle esigenze di utenza, alla disponibilità di fonti rinnovabili di energia, al risparmio energetico realizzabile e alla preesistenza di altri vettori energetici, costituiscono le aree più idonee ai fini della fattibilità degli interventi di uso razionale dell'energia e di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia.

2. D'intesa con gli enti locali e le loro aziende inseriti nei bacini di cui al comma 1 ed in coordinamento con l'ENEA, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, predispongono rispettivamente un piano regionale o provinciale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia.

3. I piani di cui al comma 2 contengono in particolare:

- a) il bilancio energetico regionale o provinciale;
- b) l'individuazione dei bacini energetici territoriali;
- c) la localizzazione e la realizzazione degli impianti di teleriscaldamento;
- d) l'individuazione delle risorse finanziarie da destinare alla realizzazione di nuovi impianti di produzione di energia;
- e) la destinazione delle risorse finanziarie, secondo un ordine di priorità relativo alla quantità percentuale e assoluta di energia risparmiata, per gli interventi, di risparmio energetico;
- f) la formulazione di obiettivi secondo priorità di intervento;
- g) le procedure per l'individuazione e la localizzazione di impianti per la produzione di energia fino a dieci megawatt elettrici per impianti installati al servizio dei settori industriale, agricolo, terziario, civile e residenziale, nonché per gli impianti idroelettrici.

4. In caso di inadempimento delle regioni o delle province autonome di Trento e di Bolzano a quanto previsto nei commi 1, 2 e 3 nei termini individuati, ad esse si sostituisce il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, che provvede con proprio decreto su proposta dell'ENEA, sentiti gli enti locali interessati.

5. I piani regolatori generali di cui alla legge 17 agosto 1942, n. 1150, e successive modificazioni e integrazioni, dei comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti, devono prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia.

Art. 6.

(Teleriscaldamento)

1. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, individuano le aree che risultano idonee alla realizzazione di impianti e di reti di teleriscaldamento nonché i limiti ed i criteri nel cui ambito le amministrazioni dello Stato, le aziende autonome, gli enti pubblici nazionali o locali, gli istituti di previdenza e di assicurazione, devono privilegiare il ricorso all'allaccio a reti di teleriscaldamento qualora propri immobili rientrino in tali aree.

Art. 7.

(Norme per le imprese elettriche minori)

1. Il limite stabilito dall'articolo 4, n. 8), della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, modificato dall'articolo 18 della legge 29 maggio 1982, n. 308, non si applica alle imprese produttrici e

distributrici a condizione che l'energia elettrica prodotta venga distribuita entro i confini territoriali dei comuni già serviti dalle medesime imprese produttrici e distributrici alla data di entrata in vigore della presente legge.

2. La produzione di energia elettrica delle medesime imprese produttrici e distributrici mediante le fonti rinnovabili di energia di cui all'articolo 1, comma 3, resta disciplinata dalle disposizioni legislative vigenti per i relativi impianti.

3. Il Comitato interministeriale dei prezzi (CIP), su proposta della Cassa conguaglio per il settore elettrico, stabilisce entro ogni anno, sulla base del bilancio dell'anno precedente delle imprese produttrici e distributrici di cui al comma 1, l'acconto per l'anno in corso ed il conguaglio per l'anno precedente da corrispondere a titolo di integrazione tariffaria alle medesime imprese produttrici e distributrici.

4. Il CIP può modificare l'acconto per l'anno in corso rispetto al bilancio dell'anno precedente delle imprese produttrici e distributrici di cui al comma 1 qualora intervengano variazioni nei costi dei combustibili e/o del personale che modifichino in modo significativo i costi di esercizio per l'anno in corso delle medesime imprese produttrici e distributrici.

Art. 8.

(Contributi in conto capitale a sostegno dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia nell'edilizia)

1. Al fine di incentivare la realizzazione di iniziative volte a ridurre il consumo specifico di energia, il miglioramento dell'efficienza energetica, l'utilizzo delle fonti di energia di cui all'articolo 1, nella climatizzazione e nella illuminazione degli ambienti, anche adibiti ad uso industriale, artigianale, commerciale, turistico, sportivo ed agricolo, nell'illuminazione stradale, nonché nella produzione di energia elettrica e di acqua calda sanitaria nelle abitazioni adibite ad uso civile e ad uso industriale, artigianale, commerciale, turistico, sportivo ed agricolo, possono essere concessi contributi in conto capitale nella misura minima del 20 per cento e nella misura massima del 40 per cento della spesa di investimento ammissibile documentata per ciascuno dei seguenti interventi:

- a) coibentazione negli edifici esistenti che consenta un risparmio di energia non inferiore al 20 per cento ed effettuata secondo le regole tecniche di cui all'allegata tabella A;
- b) installazione di nuovi generatori di calore ad alto rendimento, che in condizioni di regime presentino un rendimento, misurato con metodo diretto, non inferiore al 90 per cento, sia negli edifici di nuova costruzione sia in quelli esistenti;
- c) installazione di pompe di calore per riscaldamento ambiente o acqua sanitaria o di impianti per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia che consentano la copertura almeno del 30 per cento del fabbisogno termico dell'impianto in cui è attuato l'intervento nell'ambito delle disposizioni del titolo II;
- d) installazione di apparecchiature per la produzione combinata di energia elettrica e di calore;
- e) installazione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica; per tali interventi il contributo può essere elevato fino all'80 per cento;
- f) installazione di sistemi di controllo integrati e di contabilizzazione differenziata dei consumi di calore nonché di calore e acqua sanitaria di ogni singola unità immobiliare, di sistemi telematici per il controllo e la conduzione degli impianti di climatizzazione nonché trasformazione di impianti centralizzati o autonomi per conseguire gli obiettivi di cui all'articolo 1;
- g) trasformazione di impianti centralizzati di riscaldamento in impianti unifamiliari a gas per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria dotati di sistema automatico di regolazione della temperatura, inseriti in edifici composti da più unità immobiliari, con determinazione dei consumi per le singole unità immobiliari, escluse quelle situate nelle aree individuate dalle regioni e dalle province autonome di Trento e di Bolzano ai sensi dell'articolo 6 ove siano presenti reti di teleriscaldamento;
- h) installazione di sistemi di illuminazione ad alto rendimento anche nelle aree esterne.

2. Nel caso di effettuazione da parte del locatore di immobili urbani di interventi compresi tra quelli di cui al comma 1 si applica l'articolo 23 della legge 27 luglio 1978, n. 392.

Art. 9.

(Competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano)

1. La concessione e la erogazione dei contributi previsti dagli articoli 8, 10 e 13 è delegata alle regioni e province autonome di Trento e di Bolzano.
2. Il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentito il Ministro del tesoro, emana, con proprio decreto, entro trenta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, le direttive per uniformare i criteri di valutazione delle domande, le procedure e le modalità di concessione e di erogazione dei contributi da parte delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano tengono conto nell'istruttoria di propria competenza dei tempi di realizzazione delle singole iniziative, dei consumi di energia preesistenti, dei benefici energetici attesi, della quantità di energia primaria risparmiata per unità di capitale investito, nonché: per gli interventi di cui all'articolo 8, della tipologia degli edifici e dei soggetti beneficiari dei contributi con priorità per gli interventi integrati; per gli interventi di cui all'articolo 10, dell'obsolescenza degli impianti e dell'utilizzo energetico dei rifiuti; per gli interventi di cui all'articolo 13, della tipologia delle unità produttive e delle potenziali risorse energetiche del territorio.
3. Entro il 31 marzo di ciascun anno le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano inoltrano al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato apposita richiesta di fondi documentata sulla base delle domande effettivamente pervenute e favorevolmente istruite.
4. Tenuto conto delle richieste delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano pervenute entro il termine di cui al comma 3, il Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato propone entro trenta giorni al CIPE, che provvede entro i successivi trenta giorni, la ripartizione tra le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano dei fondi in relazione a ciascuno degli interventi di cui agli articoli 8, 10 e 13.
5. I fondi assegnati alle singole regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano sono improrogabilmente impegnati mediante appositi atti di concessione dei contributi entro centoventi giorni dalla ripartizione dei fondi. I fondi residui, per i quali le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano non hanno fornito la documentazione relativa agli atti di impegno entro i trenta giorni successivi, vengono destinati dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato con proprio provvedimento ad iniziative inevase dalle regioni e dalle province autonome di Trento e di Bolzano sulla base delle percentuali di ripartizione già adottate dal CIPE ai sensi del comma 4.
6. Per il primo anno di applicazione della presente legge il termine di cui al comma 3 è fissato al novantesimo giorno dalla data di entrata in vigore della stessa e la nuova ripartizione dei fondi residui di cui al comma 5 riguarda anche eventuali fondi residui trasferiti alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano per le medesime finalità sulla base della normativa previgente la presente legge e non impegnati entro il termine di centoventi giorni di cui al medesimo comma 5.
7. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, avvalendosi anche dell'ENEA ai sensi dell'articolo 16, comma 3, provvedono ad accertare l'effettivo conseguimento del risparmio energetico, attraverso idonei strumenti di verifica con metodo a campione e/o secondo criteri di priorità. In caso di esito negativo delle verifiche le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano ne danno informazione immediata al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato e provvedono all'immediata revoca totale o parziale dei contributi concessi ed al recupero degli importi già erogati, maggiorati di un interesse pari al tasso ufficiale di sconto vigente alla data dell'ordinativo di pagamento, con le modalità di cui all'articolo 2 del testo unico delle disposizioni di legge relative alla procedura coattiva per la riscossione delle entrate patrimoniali dello Stato e degli altri enti pubblici, dei proventi di Demanio pubblico e di pubblici servizi e delle tasse sugli affari, approvato con regio decreto 14 aprile 1910, n. 639. Le somme recuperate sono annualmente ripartite tra le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano con le modalità di cui al comma 4.
8. Per i pareri delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano previsti dalla presente

legge, decorso il termine per l'emanazione dell'atto cui il parere è preordinato, l'autorità competente può provvedere anche in assenza dello stesso.

Art. 10

(Contributi per il contenimento dei consumi energetici nei settori industriale, artigianale e terziario)

1. Al fine di conseguire gli obiettivi di cui all'articolo 1 nei settori industriale, artigianale e terziario e nella movimentazione dei prodotti possono essere concessi contributi in conto capitale fino al 30 per cento della spesa ammissibile preventivata, per realizzare o modificare impianti fissi, sistemi o componenti, nonché mezzi per il trasporto fluviale di merci.
2. Possono essere ammessi a contributo interventi riguardanti impianti con potenza fino a dieci megawatt termici o fino a tre megawatt elettrici relativi ai servizi generali e/o al ciclo produttivo che conseguano risparmio di energia attraverso l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia e/o un migliore rendimento di macchine e apparecchiature e/o la sostituzione di idrocarburi con altri combustibili.

Art. 11.

(Norme per il risparmio di energia e l'utilizzazione di fonti rinnovabili di energia o assimilate)

1. Alle regioni, alle province autonome di Trento e di Bolzano, alle province ed ai comuni e loro consorzi e associazioni, sia direttamente sia tramite loro aziende e società, nonché alle imprese di cui all'articolo 4, n. 8), della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, modificato dall'articolo 18 della legge 29 maggio 1982, n. 308, ad imprese e a consorzi tra imprese costituiti ai sensi degli articoli 2602 e seguenti del codice civile, a consorzi costituiti tra imprese ed Ente nazionale per l'energia elettrica (ENEL) e/o altri enti pubblici, possono essere concessi contributi in conto capitale per studi di fattibilità tecnico-economica per progetti esecutivi di impianti civili, industriali o misti di produzione, di recupero, di trasporto e di distribuzione dell'energia derivante dalla cogenerazione, nonché per iniziative aventi le finalità di cui all'articolo 1 e le caratteristiche di cui ai commi 2 o 3 del presente articolo, escluse le iniziative di cui agli articoli 12 e 14.
2. Il contributo di cui al comma 1 è concesso con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti i Ministri dell'ambiente, per le aree urbane e dei trasporti, nel limite massimo del 50 per cento della spesa ammissibile prevista sino ad un massimo di lire cinquanta milioni per gli studi di fattibilità tecnico-economica e di lire trecento milioni per i progetti esecutivi purchè lo studio sia effettuato secondo le prescrizioni del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e l'impianto abbia le seguenti caratteristiche minime:
 - a) potenza superiore a dieci megawatt termici o a tre megawatt elettrici;
 - b) potenza elettrica installata per la cogenerazione pari ad almeno il 10 per cento della potenza termica erogata all'utenza.
3. Ai soggetti di cui al comma 1 possono altresì essere concessi contributi in conto capitale per la realizzazione o la modifica di impianti con potenza uguale o superiore a dieci megawatt termici o a tre megawatt elettrici relativi a servizi generali e/o al ciclo produttivo che conseguano risparmio di energia attraverso l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia e/o un migliore rendimento di macchine e apparecchiature e/o la sostituzione di idrocarburi con altri combustibili. Il limite suddetto non si applica nel caso di realizzazione di nuovi impianti, quando ciò deriva da progetti di intervento unitari e coordinati a livello di polo industriale, di consorzi e forme associative di impresa.
4. Il contributo di cui al comma 3 è concesso e liquidato con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato nel limite massimo del 30 per cento della spesa totale ammessa al contributo preventivata e documentata, elevabile al 40 per cento nel caso di impianti di cogenerazione e per gli impianti di cui all'articolo 6.
5. La domanda di contributo di cui al comma 3 deve essere corredata del progetto esecutivo.
6. L'ENEL, salvo documentate ragioni di carattere tecnico ed economico che ostino, deve includere nei progetti per la costruzione di nuove centrali elettriche e nelle centrali esistenti sistemi per la cessione, il trasporto e la vendita del calore prodotto anche al di fuori dell'area dell'impianto fino al punto di collegamento con la rete di distribuzione del calore.
7. La realizzazione degli impianti di teleriscaldamento, ammissibili ai sensi dell'articolo 6, da parte

di aziende municipalizzate, di enti pubblici, di consorzi tra enti pubblici, tra enti pubblici ed imprese private ovvero tra imprese private che utilizzano il calore dei cicli di produzione di energia delle centrali termoelettriche nonchè il calore recuperabile da processi industriali possono usufruire di contributi in conto capitale fino al 50 per cento del relativo costo. L'ENEL è tenuto a fornire la necessaria assistenza per la realizzazione degli impianti ammessi ai contributi con diritto di rimborso degli oneri sostenuti.

8. I contributi di cui al comma 7 sono erogati dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

Art. 12.

(Progetti dimostrativi)

1. Alle aziende pubbliche e private e loro consorzi, ed a consorzi di imprese ed enti pubblici possono essere concessi contributi in conto capitale per la progettazione e la realizzazione di impianti con caratteristiche innovative per aspetti tecnici e/o gestionali e/o organizzativi, che utilizzino fonti rinnovabili di energia e/o combustibili non tradizionali ovvero sviluppino prototipi a basso consumo specifico ovvero nuove tecnologie di combustione, di gassificazione, di liquefazione del carbone e di smaltimento delle ceneri, nonchè iniziative utilizzanti combustibili non fossili la cui tecnologia non abbia raggiunto la maturità commerciale e di esercizio. Sono ammessi altresì ai contributi sistemi utilizzanti le fonti rinnovabili di energia di origine solare finalizzati a migliorare la qualità dell'ambiente e, in particolare, la potabilizzazione dell'acqua.

2. Il contributo di cui al comma 1 é concesso, nel limite del 50 per cento della spesa ammissibile preventivata, con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, su delibera del CIPE.

Art. 13.

(Incentivi alla produzione di energia da fonti rinnovabili di energia nel settore agricolo)

1. Al fine di raggiungere gli obiettivi di cui all'articolo 1 nel settore agricolo, possono essere concessi alle imprese agricole singole o asso ciate, a consorzi di imprese agricole, ovvero a società che offrono e gestiscono il servizio-calore, che prevedano la partecipazione dell'ENEL e/o di aziende municipalizzate e/o di altri enti pubblici, contributi in conto capitale per la realizzazione di impianti con potenza fino a dieci megawatt termici o fino a tre megawatt elettrici per la produzione o il recupero di energia termica, elettrica e meccanica da fonti rinnovabili di energia, nella misura massima del 55 per cento della spesa ammessa, elevabile al 65 per cento per le cooperative.

2. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano promuovono con le associazioni di categoria degli imprenditori agricoli e dei coltivatori accordi tesi all'individuazione di soggetti e strumenti per la realizzazione di interventi di uso razionale dell'energia nel settore agricolo.

Art. 14.

(Derivazioni di acqua. Contributi per la riattivazione e per la costruzione di nuovi impianti)

1. Ai soggetti che producono energia elettrica per destinarla ad usi propri o per cederla in tutto o in parte all'ENEL e/o alle imprese produttrici e distributrici di cui all'articolo 4, n. 8), della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, modificato dall'articolo 18 della legge 29 maggio 1982, n. 308, alle condizioni previste dall'igente normativa, nonchè alle predette imprese produttrici e distributrici, possono essere concessi contributi in conto capitale per iniziative:

- a) di riattivazione di impianti idroelettrici che utilizzino concessioni rinunciate o il cui esercizio sia stato dismesso prima della data di entrata in vigore della presente legge;
- b) di costruzione di nuovi impianti nonchè di potenziamento di impianti esistenti, che utilizzino concessioni di derivazioni di acqua.

2. L'articolo 5 della legge 27 giugno 1964, n. 452, non si applica quando l'energia elettrica acquistata proviene dalle fonti rinnovabili di energia di cui all'articolo 1, comma 3.

3. La domanda di ammissione al contributo di cui al comma 1, corredata dagli elementi tecnico-economici, dal piano finanziario, dal piano di manutenzione e di esercizio, nonchè da ogni elemento relativo agli eventuali atti di competenza regionale o delle province autonome di Trento e di Bolzano, ivi comprese le valutazioni ambientali, è presentata al Ministero dell'industria, del

commercio e dell'artigianato, alla regione o alla provincia autonoma di Trento o di Bolzano a seconda della competenza dell'impianto.

4. I contributi di cui al comma 1, per gli impianti di propria competenza, previa istruttoria tecnico-economica espletata dall'ENEL, sono concessi ed erogati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, nella misura massima del 30 per cento della spesa ammissibile documentata.

Art. 15.

(Locazione finanziaria)

1. I contributi di cui agli articoli 8, 10, 11, 12, 13 e 14 sono concessi anche per iniziative oggetto di locazione finanziaria, effettuate da società iscritte nell'albo istituito presso il Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, ai sensi dell'articolo 1 del decreto del Ministro per gli interventi straordinari nel Mezzogiorno del 12 novembre 1986, in attuazione dell'articolo 9, comma 13, della legge 1 marzo 1986, n. 64.

2. Le procedure e le modalità di concessione ed erogazione dei contributi di cui al comma 1, nonché le modalità di controllo del regolare esercizio degli impianti incentivati, saranno determinate in apposita convenzione da stipularsi tra il Ministero dell'Industria e le società di cui al comma 1.

Art. 16.

(Attuazione della legge)

Competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano.

1. Le regioni emanano, ai sensi dell'articolo 117, terzo comma, della Costituzione, norme per l'attuazione della presente legge.

2. Resta ferma la potestà delle province autonome di Trento e di Bolzano di emanare norme legislative sul contenimento dei consumi energetici e sullo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia nell'ambito delle materie di loro competenza, escluse le prescrizioni tecniche rispondenti ad esigenze di carattere nazionale contenute nella presente legge e nelle direttive del CIPE.

3. Su richiesta delle regioni o delle province autonome di Trento e di Bolzano l'ENEL, l'Ente nazionale idrocarburi (ENI), l'ENEA, il CNR e le università degli studi, in base ad apposite convenzioni e nell'ambito dei rispettivi compiti istituzionali, assistono le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano nell'attuazione della presente legge. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano e i comuni, singoli o associati, possono dotarsi di appositi servizi per l'attuazione degli adempimenti di loro competenza previsti dalla presente legge.

Art. 17.

(Cumulo di contributi e casi di revoca)

1. I contributi di cui agli articoli 8, 10, 11, 12, 13 e 14, sono cumulabili con altre incentivazioni eventualmente previste da altre leggi a carico del bilancio dello Stato, fino al 75 per cento dell'investimento complessivo.

2. Il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di intesa con il Ministro del tesoro può promuovere, senza oneri a carico del bilancio dello Stato, apposite convenzioni con istituti di credito, istituti e società finanziari al fine di facilitare l'accesso al credito per la realizzazione delle iniziative agevolate ai sensi della presente legge.

3. Nell'ambito delle proprie competenze e su richiesta del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, l'ENEA, effettua verifiche a campione e/o secondo criteri di priorità circa l'effettiva e completa realizzazione delle iniziative di risparmio energetico agevolate ai sensi degli articoli 11, 12 e 14. In caso di esito negativo delle verifiche l'ENEA dà immediata comunicazione al Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato che provvede alla revoca parziale o totale dei contributi ed al recupero degli importi già erogati, maggiorati di un interesse pari al tasso ufficiale di sconto vigente alla data dell'ordinativo di pagamento, con le modalità di cui all'articolo 2 del testo unico delle disposizioni di legge relative alla procedura coattiva per la riscossione delle entrate patrimoniali dello Stato e degli altri enti pubblici, dei proventi di Demanio pubblico e di pubblici servizi e delle tasse sugli affari, approvato dal regio decreto 14 aprile 1910, n. 639.

Art. 18.

(Modalità di concessione ed erogazione dei contributi)

1. Per i contributi di cui agli articoli 11, 12 e 14 le modalità di concessione ed erogazione, le prescrizioni tecniche richieste per la stesura degli studi di fattibilità e dei progetti esecutivi, le prescrizioni circa le garanzie di regolare esercizio e di corretta manutenzione degli impianti incentivati, nonchè i criteri di valutazione delle domande di finanziamento sono fissati con apposito decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, da emanarsi entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge.
2. Ai fini dell'acquisizione dei contributi di cui al comma 1, le spese sostenute possono essere documentate nelle forme previste dall'articolo 18, quinto comma, della legge 26 aprile 1983, n. 130. Agli adempimenti necessari per consentire l'utilizzo di tali facoltà, si provvede in conformità a quanto disposto dall'articolo 18, sesto comma, della legge 26 aprile 1983, n. 130, a cura del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato.
3. Su tutti i contributi previsti dalla presente legge possono essere concesse anticipazioni in corso d'opera garantite da polizze fidejussorie bancarie ed assicurative emesse da istituti all'uopo autorizzati, con le modalità ed entro i limiti, fissati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro del tesoro, da emanarsi entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge.

Art. 19.

(Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia)

1. Entro il 30 aprile di ogni anno i soggetti operanti nei settori industriale, civile, terziario e dei trasporti che nell'anno precedente hanno avuto un consumo di energia rispettivamente superiore a 10.000 tonnellate equivalenti di petrolio per il settore industriale ovvero a 1.000 tonnellate equivalenti di petrolio per tutti gli altri settori, debbono comunicare al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato il nominativo del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia.
2. La mancanza della comunicazione di cui al comma 1 esclude i soggetti dagli incentivi di cui alla presente legge. Su richiesta del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato i soggetti beneficiari dei contributi della presente legge sono tenuti a comunicare i dati energetici relativi alle proprie strutture e imprese.
3. I responsabili per la conservazione e l'uso razionale dell'energia individuano le azioni, gli interventi, le procedure e quanto altro necessario per promuovere l'uso razionale dell'energia, assicurano la predisposizione di bilanci energetici in funzione anche dei parametri economici e degli usi energetici finali, predispongono i dati energetici di cui al comma 2.
4. Entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge l'ENEA provvede a definire apposite schede informative di diagnosi energetica e di uso delle risorse, diversamente articolate in relazione ai tipi d'impresa e di soggetti e ai settori di appartenenza.
5. Nell'ambito delle proprie competenze l'ENEA provvede sulla base di apposite convenzioni con le regioni e con le province autonome di Trento e di Bolzano a realizzare idonee campagne promozionali sulle finalità della presente legge, all'aggiornamento dei tecnici di cui al comma 1 e a realizzare direttamente ed indirettamente programmi di diagnosi energetica.

Art. 20.

(Relazione annuale al Parlamento)

1. Il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, entro il 30 aprile di ogni anno, riferisce al Parlamento sullo stato di attuazione della presente legge, tenendo conto delle relazioni che le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano debbono inviare al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato entro il mese di febbraio del medesimo anno, sugli adempimenti di rispettiva competenza, in modo particolare con riferimento agli obiettivi e ai programmi contenuti nei rispettivi piani energetici.
2. Un apposito capitolo della relazione di cui al comma 1 illustra i risultati conseguiti e i programmi predisposti dall'ENEA per l'attuazione dell'articolo 3.

Art. 21.

(Disposizioni transitorie)

1. Alla possibilità di fruire delle agevolazioni previste dalla presente legge sono ammesse anche le istanze presentate ai sensi della legge 29 maggio 1982, n. 308, e successive modificazioni, e del decreto-legge 31 agosto 1987, n. 364, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 ottobre 1987, n. 445, per iniziative rientranti fra quelle previste dagli articoli 8, 10, 11, 12, 13 e 14 che non siano ancora state oggetto di apposito provvedimento di accoglimento o di rigetto.
2. Per le istanze di finanziamento di cui al comma 1 la concessione delle agevolazioni resta di competenza dell'amministrazione cui sono state presentate ai sensi della legge 29 maggio 1982, n. 308, e successive modificazioni, e del decreto-legge 31 agosto 1987, n. 364, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 ottobre 1987, n. 445.

Art. 22.

(Riorganizzazione della Direzione generale delle fonti di energia e delle industrie di base)

1. Con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato che deve esprimersi entro trenta giorni dalla richiesta, su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro del tesoro e con il Ministro per la funzione pubblica, si provvede alla ristrutturazione ed al potenziamento della Direzione generale delle fonti di energia e delle industrie di base del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato. Si applicano, salvo quanto espressamente previsto dalla presente disposizione, le norme di cui all'articolo 17, comma 1, della legge 23 agosto 1988, n. 400, anche per le successive modifiche dell'ordinamento della medesima Direzione generale. A tal fine le relative dotazioni organiche sono aumentate, per quanto riguarda le qualifiche dirigenziali di non più di undici unità con specifica professionalità tecnica nel settore energetico, e per il restante personale di non più di novanta unità, secondo la seguente articolazione:
 - a) n. 1 posto di dirigente superiore di cui alla tabella XIV, quadro C, allegata al decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1972, n. 748;
 - b) n. 10 posti di primo dirigente di cui alla tabella XIV, quadro C, allegata al decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1972, n. 748;
 - c) n. 10 posti di VIII livello;
 - d) n. 20 posti di VII livello;
 - e) n. 20 posti di VI livello;
 - f) n. 10 posti di V livello;
 - g) n. 10 posti di IV livello;
 - h) n. 10 posti di III livello;
 - i) n. 10 posti di II livello.
2. Con il decreto di cui al comma 1 può essere altresì prevista presso la Direzione generale delle fonti di energia e delle industrie di base la costituzione di un'apposita segreteria tecnico-operativa, costituita da non più di dieci esperti con incarico quinquennale rinnovabile per non più di una volta scelti fra docenti universitari, ricercatori e tecnici di società di capitale - con esclusione delle imprese private - specificamente operanti nel settore energetico, di enti pubblici e di pubbliche amministrazioni, con esclusione del personale del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato. Il trattamento economico degli esperti di cui al presente comma è determinato con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di intesa con il Ministro del tesoro, in misura non inferiore a quello spettante presso l'ente o l'amministrazione o l'impresa di appartenenza.

I dipendenti pubblici sono collocati fuori luogo per l'intera durata dell'incarico o nell'analogha posizione prevista dai rispettivi ordinamenti.
3. Limitatamente al personale delle qualifiche non dirigenziali, alle assunzioni conseguenti all'aumento delle dotazioni organiche di cui al comma 1 può procedersi a decorrere dal 1 gennaio 1991, e solo dopo aver attuato le procedure di mobilità di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 5 agosto 1988, n. 325, e successive modificazioni, ed alla legge 29 dicembre 1988, n.

554, e successive modificazioni e integrazioni, o comunque dopo novanta giorni dall'avvio di dette procedure. Nel biennio 1991-1992 può procedersi a tali assunzioni esclusivamente nel limite annuo del 25 per cento e complessivo del 33 per cento dei relativi posti, restando comunque i posti residui riservati per l'intero biennio alla copertura mediante le predette procedure di mobilità.

4. All'onere derivante dall'attuazione del presente articolo, valutato in lire 200 milioni per l'anno 1990, in lire 1.000 milioni per l'anno 1991 e in lire 1.800 milioni per l'anno 1992, si provvede mediante corrispondente riduzione dello stanziamento iscritto ai fini del bilancio triennale 1990-1992 al capitolo 6856 dello stato di previsione del Ministero del tesoro per l'anno 1990, all'uopo parzialmente utilizzando quanto a lire 400 milioni per ciascuno degli anni 1991 e 1992 le proiezioni dell'accantonamento "Riordinamento del Ministero ed incentivazioni al personale" e, quanto a lire 200 milioni per l'anno 1990, a lire 600 milioni per l'anno 1991 e a lire 1.400 milioni per l'anno 1992, l'accantonamento "Automazione del Ministero dell'industria".

Art. 23.

(Abrogazione espressa di norme e utilizzazione di fondi residui.)

1. Gli articoli 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 24 e 26 della legge 29 maggio 1982, n. 308, sono abrogati.

2. Le somme destinate ad incentivare gli interventi di cui alla legge 29 maggio 1982, n. 308, e successive modificazioni, ivi comprese quelle di cui al decreto-legge 31 agosto 1987, n. 364, convertito con modificazioni dalla legge 29 ottobre 1987, n. 445, nonché quelle di cui all'articolo 15, comma 37, della legge 11 marzo 1988, n. 67, e successive modificazioni, che alla data di entrata in vigore della presente legge non sono state ancora trasferite alle regioni o alle province autonome di Trento e di Bolzano o non sono state ancora formalmente impegnate dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato per gli interventi di propria competenza, possono essere utilizzate rispettivamente per le finalità di cui agli articoli 8, 10 e 13 e per quelle di cui agli articoli 11, 12 e 14.

3. Alla ripartizione delle somme di cui al comma 2 spettanti alle regioni o alle province autonome di Trento e di Bolzano si provvede con le procedure e le modalità di cui all'articolo 9. Alla ripartizione delle restanti somme fra i vari interventi si provvede, tenendo conto delle proporzioni fissate al comma 2 dell'articolo 38, con le modalità di cui ai commi 6 e 7 del medesimo articolo 38.

Art. 24.

(Disposizioni concernenti la metanizzazione)

1. Il contributo previsto a carico del Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) per la realizzazione dei progetti indicati nel programma generale di metanizzazione del Mezzogiorno approvato dal CIPE con deliberazione del 11 febbraio 1988 è sostituito o integrato per la percentuale soppressa o ridotta per effetto dei regolamenti del Consiglio delle Comunità europee n. 2052 del 24 giugno 1988, n. 4253 del 19 dicembre 1988 e n. 4254 del 19 dicembre 1988 con un contributo dello Stato a carico degli stanziamenti di cui al comma 3 pari alla differenza tra il 50 per cento della spesa ammessa per ogni singola iniziativa alle agevolazioni di cui all'articolo 11 della legge 28 novembre 1980, n. 784, e successive modificazioni e integrazioni, e il contributo concesso a carico del FESR.

2. Il Ministro per gli interventi straordinari nel Mezzogiorno, d'intesa con il Ministro del tesoro, nonché con la Cassa depositi e prestiti per la concessione ed erogazione dei finanziamenti, provvede a disciplinare con decreto la procedura per l'applicazione delle agevolazioni nazionali e comunitarie agli interventi di cui al comma 1.

3. All'avvio del programma generale di metanizzazione del Mezzogiorno relativo al primo triennio approvato dal CIPE con deliberazione dell'11 febbraio 1988, si fa fronte con lo stanziamento di lire 50 miliardi autorizzato dall'articolo 19 della legge 26 aprile 1983, n. 130, e con lo stanziamento di lire 730 miliardi autorizzato dal decreto-legge 31 agosto 1987, n. 364, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 ottobre 1987, n. 445, integrato di lire 300 miliardi con l'articolo 15, comma 36, della legge 11 marzo 1988, n. 67, e successive modificazioni.

4. Il programma di cui al comma 3 si intende ridotto nella misura corrispondente al maggior onere a

carico del bilancio dello Stato derivante dal contributo di cui al comma 1.

5. A parziale modifica dell'articolo 4 del decreto-legge 31 agosto 1987, n. 364, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 ottobre 1987, n. 445, il CIPE, definendo il programma per la metanizzazione del territorio della Sardegna, provvede ad individuare anche il sistema di approvvigionamento del gas metano.

6. Previa deliberazione del programma per la metanizzazione del territorio della Sardegna di cui all'articolo 4 del decreto-legge 31 agosto 1987, n. 364, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 ottobre 1987, n. 445, nonché del sistema di approvvigionamento del gas metano di cui al comma 5, il CIPE stabilisce una prima fase stralcio in conformità al programma deliberato, per la realizzazione di reti di distribuzione che potranno essere provvisoriamente esercitate mediante gas diversi dal metano, nelle more della esecuzione delle opere necessarie per l'approvvigionamento del gas metano.

TITOLO II

Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici

Art. 25.

(Ambito di applicazione)

1. Sono regolati dalle norme del presente titolo i consumi di energia negli edifici pubblici e privati, qualunque ne sia la destinazione d'uso, nonché, mediante il disposto dell'articolo 31, l'esercizio e la manutenzione degli impianti esistenti.

2. Nei casi di recupero del patrimonio edilizio esistente, l'applicazione del presente titolo è graduata in relazione al tipo di intervento, secondo la tipologia individuata dall'articolo 31 della legge 5 agosto 1978, n. 457.

Art. 26.

(Progettazione, messa in opera ed esercizio di edifici e di impianti)

1. Ai nuovi impianti, lavori, opere, modifiche, installazioni, relativi alle fonti rinnovabili di energia, alla conservazione, al risparmio e all'uso razionale dell'energia, si applicano le disposizioni di cui all'articolo 9 della legge 28 gennaio 1977, n. 10, nel rispetto delle norme urbanistiche, di tutela artistico-storica e ambientale. Gli interventi di utilizzo delle fonti di energia di cui all'articolo 1 in edifici ed impianti industriali non sono soggetti ad autorizzazione specifica e sono assimilati a tutti gli effetti alla manutenzione straordinaria di cui agli articoli 31 e 48 della legge 5 agosto 1978, n. 457.

L'installazione di impianti solari e di pompe di calore da parte di installatori qualificati, destinati unicamente alla produzione di acqua calda e di aria negli edifici esistenti e negli spazi liberi privati annessi, è considerata estensione dell'impianto idrico-sanitario già in opera.

2. Per gli interventi in parti comuni di edifici, volti al contenimento del consumo energetico degli edifici stessi ed all'utilizzazione delle fonti di energia di cui all'articolo 1, ivi compresi quelli di cui all'articolo 8, sono valide le relative decisioni prese a maggioranza delle quote millesimali.

3. Gli edifici pubblici e privati, qualunque ne sia la destinazione d'uso, e gli impianti non di processo ad essi associati devono essere progettati e messi in opera in modo tale da contenere al massimo, in relazione al progresso della tecnica, i consumi di energia termica ed elettrica.

4. Ai fini di cui al comma 3 e secondo quanto previsto dal comma 1 dell'articolo 4, sono regolate, con riguardo ai momenti della progettazione, della messa in opera e dell'esercizio, le caratteristiche energetiche degli edifici e degli impianti non di processo ad essi associati, nonché dei componenti degli edifici e degli impianti.

5. Per le innovazioni relative all'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore e per il conseguente riparto degli oneri di riscaldamento in base al consumo effettivamente registrato, l'assemblea di condominio decide a maggioranza, in deroga agli articoli 1120 e 1136 del codice civile.

6. Gli impianti di riscaldamento al servizio di edifici di nuova costruzione, la cui concessione edilizia, sia rilasciata dopo la data di entrata in vigore della presente legge, devono essere progettati e realizzati in modo tale da consentire l'adozione di sistemi di termoregolazione e di

contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare.

7. Negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate salvo impedimenti di natura tecnica od economica.

8. La progettazione di nuovi edifici pubblici deve prevedere la realizzazione di ogni impianto, opera ed installazione utili alla conservazione, al risparmio e all'uso razionale dell'energia.

Art. 27.

(Limiti ai consumi di energia)

1. I consumi di energia termica ed elettrica ammessi per gli edifici sono limitati secondo quanto previsto dai decreti di cui all'articolo 4, in particolare in relazione alla destinazione d'uso degli edifici stessi, agli impianti di cui sono dotati e alla zona climatica di appartenenza.

Art. 28.

(Relazione tecnica sul rispetto delle prescrizioni)

1. Il proprietario dell'edificio, o chi ne ha titolo, deve depositare in comune, in doppia copia insieme alla denuncia dell'inizio dei lavori relativi alle opere di cui agli articoli 25 e 26, il progetto delle opere stesse corredate da una relazione tecnica, sottoscritta dal progettista o dai progettisti, che ne attesti la rispondenza alle prescrizioni della presente legge.

2. Nel caso in cui la denuncia e la documentazione di cui al comma 1 non sono state presentate al comune prima dell'inizio dei lavori, il sindaco, fatta salva la sanzione amministrativa di cui all'articolo 34, ordina la sospensione dei lavori sino al compimento del suddetto adempimento.

3. La documentazione di cui al comma 1 deve essere compilata secondo le modalità stabilite con proprio decreto dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

4. Una copia della documentazione di cui al comma 1 è conservata dal comune ai fini dei controlli e delle verifiche di cui all'articolo 33.

5. La seconda copia della documentazione di cui al comma 1, restituita dal comune con l'attestazione dell'avvenuto deposito, deve essere consegnata a cura del proprietario dell'edificio, o di chi ne ha titolo, al direttore dei lavori ovvero, nel caso l'esistenza di questi non sia prevista dalla legislazione vigente, all'esecutore dei lavori. Il direttore ovvero l'esecutore dei lavori sono responsabili della conservazione di tale documentazione in cantiere.

Art. 29.

(Certificazione delle opere e collaudo)

1. Per la certificazione e il collaudo delle opere previste dalla presente legge si applica la legge 5 marzo 1990, n. 46.

Art. 30.

(Certificazione energetica degli edifici)

1. Entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge con decreto del Presidente della Repubblica, adottato previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato, su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentito il Ministro dei lavori pubblici e l'ENEA, sono emanate norme per la certificazione energetica degli edifici. Tale decreto individua tra l'altro i soggetti abilitati alla certificazione.

2. Nei casi di compravendita o di locazione il certificato di collaudo e la certificazione energetica devono essere portati a conoscenza dell'acquirente o del locatario dell'intero immobile o della singola unità immobiliare.

3. Il proprietario o il locatario possono richiedere al comune ove è ubicato l'edificio la certificazione energetica dell'intero immobile o della singola unità immobiliare. Le spese relative di certificazione sono a carico del soggetto che ne fa richiesta.

4. L'attestato relativo alla certificazione energetica ha una validità temporale di cinque anni a partire dal momento del suo rilascio.

Art. 31.

(Esercizio e manutenzione degli impianti)

1. Durante l'esercizio degli impianti il proprietario, o per esso un terzo, che se ne assume la responsabilità, deve adottare misure necessarie per contenere i consumi di energia, entro i limiti di rendimento previsti dalla normativa vigente in materia.
2. Il proprietario, o per esso un terzo, che se ne assume la responsabilità, è tenuto a condurre gli impianti e a disporre tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria secondo le prescrizioni della vigente normativa UNI e CEI.
3. I comuni con più di quarantamila abitanti e le province per la restante parte del territorio effettuano i controlli necessari e verificano con cadenza almeno biennale l'osservanza delle norme relative al rendimento di combustione, anche avvalendosi di organismi esterni aventi specifica competenza tecnica, con onere a carico degli utenti.
4. I contratti relativi alla fornitura di energia e alla conduzione degli impianti di cui alla presente legge, contenenti clausole in contrasto con essa, sono nulli. Ai contratti che contengono clausole difformi si applica l'articolo 1339 del codice civile.

Art. 32.

(Certificazioni e informazioni ai consumatori)

1. Ai fini della commercializzazione, le caratteristiche e le prestazioni energetiche dei componenti degli edifici e degli impianti devono essere certificate secondo le modalità stabilite con proprio decreto dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro dei lavori pubblici, entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge.
2. Le imprese che producono o commercializzano i componenti di cui al comma 1 sono obbligate a riportare su di essi gli estremi dell'avvenuta certificazione.

Art. 33.

(Controlli e verifiche)

1. Il comune procede al controllo dell'osservanza delle norme della presente legge in relazione al progetto delle opere, in corso d'opera ovvero entro cinque anni dalla data di fine lavori dichiarata dal committente.
2. La verifica può essere effettuata in qualunque momento anche su richiesta e a spese del committente, dell'acquirente dell'immobile, del conduttore, ovvero dell'esercente gli impianti.
3. In caso di accertamento di difformità in corso d'opera, il sindaco ordina la sospensione dei lavori.
4. In caso di accertamento di difformità su opere terminate il sindaco ordina, a carico del proprietario, le modifiche necessarie per adeguare l'edificio alle caratteristiche previste dalla presente legge.
5. Nei casi previsti dai commi 3 e 4 il sindaco informa il prefetto per la irrogazione delle sanzioni di cui all'articolo 34.

Art. 34.

(Sanzioni)

1. L'inosservanza dell'obbligo di cui al comma 1 dell'articolo 28 è punita con la sanzione amministrativa non inferiore a lire un milione e non superiore a lire cinque milioni.
2. Il proprietario dell'edificio nel quale sono eseguite opere difformi dalla documentazione depositata ai sensi dell'articolo 28 e che non osserva le disposizioni degli articoli 26 e 27 è punito con la sanzione amministrativa in misura non inferiore al 5 per cento e non superiore al 25 per cento del valore delle opere.
3. Il costruttore e il direttore dei lavori che omettono la certificazione di cui all'articolo 29, ovvero che rilasciano una certificazione non veritiera nonché il progettista che rilascia la relazione di cui al comma 1 dell'articolo 28 non veritiera, sono puniti in solido con la sanzione amministrativa non inferiore all'1 per cento e non superiore al 5 per cento del valore delle opere, fatti salvi i casi di responsabilità penale.
4. Il collaudatore che non ottempera a quanto stabilito dall'articolo 29 è punito con la sanzione amministrativa pari al 50 per cento della parcella calcolata secondo la vigente tariffa professionale.
5. Il proprietario o l'amministratore del condominio, o l'eventuale terzo che se ne è assunta la responsabilità, che non ottempera a quanto stabilito dall'articolo 31, commi 1 e 2, è punito con la

sanzione amministrativa non inferiore a lire un milione e non superiore a lire cinque milioni. Nel caso in cui venga sottoscritto un contratto nullo ai sensi del comma 4 del medesimo articolo 31, le parti sono punite ognuna con la sanzione amministrativa pari a un terzo dell'importo del contratto sottoscritto, fatta salva la nullità dello stesso.

6. L'inosservanza delle prescrizioni di cui all'articolo 32 é punita con la sanzione amministrativa non inferiore a lire cinque milioni e non superiore a lire cinquanta milioni, fatti salvi i casi di responsabilità penale.

7. Qualora soggetto della sanzione amministrativa sia un professionista, l'autorità che applica la sanzione deve darne comunicazione all'ordine professionale di appartenenza per i provvedimenti disciplinari conseguenti.

8. L'inosservanza, della disposizione che impone la nomina, ai sensi dell'articolo 19, del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia, é punita con la sanzione amministrativa non inferiore a lire dieci milioni e non superiore a lire cento milioni.

Art. 35.

(Provvedimenti di sospensione dei lavori)

1. Il sindaco, con il provvedimento mediante il quale ordina la sospensione dei lavori, ovvero le modifiche necessarie per l'adeguamento dell'edificio, deve fissare il termine per la regolarizzazione. L'inosservanza del termine comporta la comunicazione al prefetto, l'ulteriore irrogazione della sanzione amministrativa e l'esecuzione forzata delle opere con spese a carico del proprietario.

Art. 36.

(Irregolarità rilevate dall'acquirente o dal conduttore)

1. Qualora l'acquirente o il conduttore dell'immobile riscontra difformità dalle norme della presente legge, anche non emerse da eventuali precedenti verifiche, deve farne denuncia al comune entro un anno dalla constatazione, a pena di decadenza dal diritto di risarcimento del danno da parte del committente o del proprietario.

Art. 37.

(Entrata in vigore delle norme del titolo II e dei relativi decreti ministeriali)

1. Le disposizioni del presente titolo entrano in vigore centottanta giorni dopo la data di pubblicazione della presente legge nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana e si applicano alle denunce di inizio lavori presentate ai comuni dopo tale termine di entrata in vigore.

2. I decreti ministeriali di cui al presente titolo entrano in vigore centottanta giorni dopo la data della loro pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana e si applicano alle denunce di inizio lavori presentate ai comuni dopo tale termine di entrata in vigore.

3. La legge 30 aprile 1976, n. 373, e la legge 18 novembre 1983, n. 645, sono abrogate. Il decreto del Presidente della Repubblica 28 giugno 1977, n. 1052, si applica, in quanto compatibile con la presente legge, fino all'adozione dei decreti di cui ai commi 1, 2 e 4 dell'articolo 4, al comma 1 dell'articolo 30 e al comma 1 dell'articolo 32.

TITOLO III

Disposizioni finali

Art. 38.

(Ripartizione fondi e copertura finanziaria)

1. Per le finalità della presente legge é autorizzata la spesa di lire 427 miliardi per il 1991, 992 miliardi per il 1992 e 1.192 miliardi per il 1993. Il dieci per cento delle suddette somme é destinato alle finalità di cui all'articolo 3 della presente legge.

2. Per le finalità di cui agli articoli 11, 12 e 14 é autorizzata la spesa di lire 267,5 miliardi per il 1991, di lire 621,6 miliardi per il 1992 e di lire 746,4 miliardi per il 1993, secondo la seguente ripartizione:

a) per l'articolo 11, lire 220 miliardi per il 1991, lire 510 miliardi per il 1992 e lire 614 miliardi per il 1993;

b) per l'articolo 12, lire 33 miliardi per il 1991, lire 75 miliardi per il 1992 e lire 92 miliardi per il 1993;

c) per l'articolo 14, lire 14,5 miliardi per il 1991, lire 36,6 miliardi per il 1992 e lire 40,4 miliardi per il 1993.

3. All'onere derivante dall'attuazione dei commi 1, secondo periodo, e 2 si provvede mediante corrispondente riduzione dello stanziamento iscritto, ai fini del bilancio triennale 1991-1993, al capitolo 9001 dello stato di previsione del Ministero del tesoro per l'anno 1991, all'uopo parzialmente utilizzando le proiezioni dell'accantonamento "Rifinanziamento della legge n. 308 del 1982 in materia di fonti rinnovabili di energia e di risparmio dei consumi energetici, nonché dell'articolo 17, comma 16, della legge n. 67 del 1988".

4. Per le finalità di cui agli articoli 8, 10 e 13 é autorizzata la spesa di lire 116,8 miliardi per il 1991, di lire 271,2 miliardi per il 1992 e di lire 326,4 miliardi per il 1993.

5. All'onere derivante dall'attuazione del comma 4, si provvede mediante corrispondente riduzione dello stanziamento iscritto, ai fini del bilancio triennale 1991-1993 al capitolo 9001 dello stato di previsione del Ministero del tesoro per l'anno 1991 all'uopo parzialmente utilizzando le proiezioni dell'accantonamento "Rifinanziamento della legge n. 308 del 1982 in materia di fonti rinnovabili di energia e di risparmio dei consumi energetici, nonché dell'articolo 17, comma 16, della legge n. 67 del 1988".

6. All'eventuale modifica della ripartizione tra i vari interventi delle somme di cui al comma 2, si provvede con decreto motivato del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro del tesoro, tenuto conto degli indirizzi governativi in materia di politica energetica.

7. Alle ripartizioni degli stanziamenti di cui al comma 2 del presente articolo lettera a) tra gli interventi previsti dall'articolo 11 della presente legge si provvede con decreti del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

8. Il Ministro del tesoro é autorizzato ad apportare, con propri decreti, le occorrenti variazioni di bilancio.

Art. 39.

(Entrata in vigore)

1. La presente legge entra in vigore, salvo quanto previsto dall'articolo 37, il giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserita nella raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. É fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Data a Roma, addì 9 gennaio 1991

TABELLA A

(Articolo 8)

REGOLE TECNICHE PER GLI INTERVENTI DI CUI ALL'ARTICOLO 8 NEL CASO DI EDIFICI ESISTENTI

Strutture da coibentare

L'intervento deve comportare un aumento della resistenza termica della superficie trattata almeno pari a $R = a (\Delta)t$ (m^2 (elevato 2) $^{\circ}C h/kcal$), ($\Delta)t$ è il salto termico di progetto definito dall'articolo 21 del decreto del Presidente della Repubblica n. 1052 del 28 agosto 1977, e "a" è il coefficiente indicato di seguito per i diversi interventi.

Sottotetti	$a = 0,1$
Terrazzi e porticati	$a = 0,04$
Pareti d'ambito isolate all'esterno	$a = 0,04$
Pareti d'ambito	senza limitazione

isolate nell'intercapedine	
Pareti d'ambito isolate all'interno	$a = 0,04$
Doppi vetri	Ammessi all'incentivo solo nelle zone climatiche D, E ed F, del territorio nazionale come definite dal decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato 10 marzo 1977 e purchè sia assicurata una tenuta all'aria dei serramenti corrispondente almeno ad una permeabilità all'aria inferiore a 6 m cubi/ora per metro lineare di giunto apribile e di 20 m cubi/ora per m quadri di superficie apribile in corrispondenza di un differenziale di pressione di 100 Pascal
Tubature di adduzione dell'acqua calda	Ammessa all'incentivo solo la spesa di fornitura e posa del materiale isolante (non le eventuali opere murarie)

5.1 Articolo della rivista “la termotecnica”

Cogenerazione:

Cicli combinati ad alto rendimento e cogenerazione nel mercato elettrico liberalizzato

di Piergiorgio Berra e Enrico Antognazza

I decreti di liberalizzazione del settore elettrico e dei gas prevedono una serie di vantaggi per gli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore che soddisfino le condizioni definite dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas atte a garantire un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate. L'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha emanato un documento di consultazione, la cui sintesi è contenuta nel presente articolo, presentato al 55° Congresso Nazionale dell'Associazione Termotecnica Italiana.

Con il documento del 3 agosto 2000 "Criteri e proposte C per la definizione di cogenerazione e per la modifica delle condizioni tecniche di assimilabilità degli impianti che utilizzano fonti energetiche assimilate a quelle rinnovabili" l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) ha aperto il procedimento di consultazione con i soggetti interessati volto:

- alla definizione di cogenerazione di cui all'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 75 del 31 marzo 1999 (di seguito: decreto legislativo n. 79/99);
- alla modifica delle condizioni tecniche per l'assimilabilità degli impianti che utilizzano fonti energetiche assimilate a quelle rinnovabili come previsto dall'articolo 22, comma 5, della legge 9 gennaio 1991, n. g.

L'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo n. 79/1999 prevede che l'Autorità definisca le condizioni alle quali la produzione combinata di energia elettrica e calore è riconosciuta come cogenerazione, e che tali condizioni debbano garantire un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate. In tal modo il legislatore ha inteso individuare il segmento della cogenerazione secondo un criterio teso a privilegiare i benefici per la collettività, in termini di risparmio energetico e di impatto ambientale, rispetto ad altri possibili criteri tecnici.

Dott. Piergiorgio Berra, dott. Enrico Antognazza, Autorità per l'energia elettrica e il gas.
Le opinioni contenute in questo articolo sono espresse a titolo personale e non impegnano in alcun modo l'Autorità Per l'energia elettrica e il gas.

L'articolo 3, comma 3, del decreto legislativo n. 79199 stabilisce inoltre che l'Autorità preveda, nel fissare le condizioni atte a garantire a tutti gli utenti della rete la libertà di accesso a parità di condizioni, l'imparzialità e la neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento, l'obbligo di utilizzazione prioritaria dell'energia elettrica prodotta a mezzo di fonti energetiche rinnovabili e di quella prodotta mediante cogenerazione. Fino a che non saranno definiti i criteri e le procedure che verranno seguite dal Gestore del mercato per la valorizzazione dell'energia elettrica in borsa, l'obbligo di utilizzazione prioritaria dell'energia elettrica prodotta da impianti di cogenerazione lascia comunque indeterminate e condizioni di prezzo alle quali l'energia stessa verrà ritirata.

Tale obbligo di utilizzazione prioritaria costituisce una forma potenzialmente importante di valorizzazione della cogenerazione, perché consente di estendere i benefici ad essa connessi, in termini di risparmio energetico e di minore impatto ambientale, dal singolo autoproduttore ad una scala più ampia resa possibile dall'accesso alla rete nazionale.

L'articolo 4, comma 2, del decreto legislativo n. 79199 prevede che entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del decreto, il Ministro dell'Industria, sentito il Ministro del Commercio con l'estero e l'Autorità, adotta gli indirizzi ai quali si attiene l'acquirente unico al fine di salvaguardare la sicurezza e l'economicità degli approvvigionamenti per i cantieri vincolati nonché di garantire la diversificazione delle fonti energetiche, anche con l'utilizzazione delle energie rinnovabili e dell'energia prodotta mediante cogenerazione.

L'articolo 11, comma 2, del decreto legislativo n. 79199 prevede per i produttori e gli importatori di energia elettrica da fonti non rinnovabili con produzioni e importazioni annue eccedenti i 100 GWh, al netto della cogenerazione, degli autoconsumi di centrale e delle esportazioni, l'obbligo di immettere nel sistema elettrico nazionale, a partire dall'anno 2002, energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili entrati in esercizio o ripotenziati, limitatamente alla producibilità aggiuntiva, dopo il 31 marzo 1999 in misura pari al 2% della suddetta energia eccedente i 100 GWh.

Infine, l'articolo 11, comma 4, del decreto legislativo n. 79199 prevede che il Gestore della rete di trasmissione nazionale assicura la precedenza all'energia elettrica prodotta da impianti che utilizzano, nell'ordine, fonti energetiche rinnovabili, sistemi di cogenerazione, sulla base di specifici criteri

Definiti dall'Autorità, e fonti nazionali di energia combustibile primaria, queste ultime per una quota massima annuale non superiore al quindici per cento di tutta l'energia primaria necessaria per generare l'energia elettrica consumata.

L'articolo 22, comma 1, lettera b), del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164, prevede l'attribuzione della qualifica di cliente idoneo alle imprese che acquistano il gas per la cogenerazione di energia elettrica e calore, indipendentemente dal livello di consumo annuale, e limitatamente alla quota di gas destinata a tale utilizzo.

Compito dell'Autorità è quindi quello di formulare una definizione di cogenerazione che consenta di identificare, tra gli impianti esistenti e di nuova realizzazione, quelli che garantiscano un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate. Vengono a tale scopo definiti uno o più indicatori che consentono:

- di valutare il risparmio effettivo di energia primaria di un impianto di cogenerazione rispetto alle produzioni separate; di garantire l'effettiva natura cogenerativa le modalità di utilizzo dell'impianto, evitando che, pur in presenza di una produzione combinata di energia elettrica e calore utile, si abbiano soluzioni eccessivamente sbilanciate nella produzione di energia elettrica.

Tali indicatori devono inoltre:

risultare applicabili alle diverse configurazioni impiantistiche presenti in questo segmento della generazione, caratterizzate da differenze significative nelle prestazioni tra impianti di piccola e

- impianti di grande taglia, tra impianti esistenti e nuovi, tra impianti con utilizzazioni stagionali e impianti inefetti in processi continui o quasi; essere riferiti a dati di consuntivo misurabili, su base annuale, con sistemi di contabilizzazione certificati, e con possibilità di controlli, nella consapevolezza delle difficoltà che si incontrano nella misura del calore e nell'accertamento del suo effettivo utilizzo "utile"; considerare l'evoluzione tecnologica, con meccanismi di aggiornamento periodici per gli impianti non ancora entrati in esercizio.

Tabella 1 – Produzione di energia elettrica e consumo specifico medio di combustibile negli impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore in Italia nel 1999

		produzione lorda		consumo specifico	
		Gw/h	%	Kcal/kwh	%
<i>cicli combinati</i>		31.005	58,9%	1912	45,0%
di cui:	autoproduttori	30.184		1901	45,2%
	municipalizzate	821		2319	37,1%
	altre imprese				
.....					
<i>Turbine a gas con recupero</i>		4.411	8,4%	1456	59,1%
di cui:	autoproduttori	3.809		1353	63,6%
	municipalizzate	587		2143	40,1%
	altre imprese	1.5		1263	68,1%
.....					
<i>Motori a combustione interna</i>		22,4	2,3%	1388	62,0%
di cui:	autoproduttori	816		1192	72,1%
	municipalizzate	270		2122	40,5%
	altre imprese	138		1188	72,4%
.....					
<i>Vapore a contropressione</i>		6.235	11,8%	1222	70,4%
di cui:	autoproduttori	5.366		1210	71,1%
	municipalizzate	843		1368	62,9%
	altre imprese	26		1248	68,9%
.....					
<i>Vapore condensazione con spillamento</i>		9.799	18,6%	2318	37,1%
di cui:	autoproduttori	9.387		2312	37,2%
	municipalizzate	360		2409	35,7%
	altre imprese	52		2897	29,7%
.....					
<i>Totale</i>		52.674	100,0%	1856	46,3%
di cui:	autoproduttori	49.562	94,1%	1849	46,5%
	municipalizzate	2.88	15,5%	2014	42,7%
	altre imprese	23	10,4%	1515	56,8%

Lo sviluppo della cogenerazione in Italia

La produzione lorda di energia elettrica da impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore in Italia nel 1999 risulta pari a 52.674 GWh (+ 12,1% rispetto al 1998), corrispondente al 25,2% della produzione termoelettrica tradizionale lorda (209.068 GWh) e al 19,8% della produzione totale lorda di energia elettrica (265.657 GWh) (Tabella 1). Al 31 dicembre 1999 risultavano installati in Italia 974 impianti termoelettrici con produzione combinata di energia elettrica e calore, con una potenza elettrica efficiente lorda pari a 10.618 MW (9.989 MW nel 1998), corrispondente ai 19,2% della capacità termoelettrica installata in Italia (55.429 MW) (Tabella 2), dalla pubblicazione Grtn *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia 1999* risulta che gli autoproduttori, con 9.776 MW e 49.562 GWh, rappresentano rispettivamente il 92,1% della capacità cogenerativa installata in Italia ed il 94,1% della produzione. Gli impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore rappresentavano nel 1999 circa l'89,7% del totale termoelettrico installato presso gli autoproduttori (9.776 su 10.893 MW), il 49,8% (763 su 1531 MW) per le imprese elettriche degli enti locali e 19,2% (79 su 411 MW) per le altre imprese elettriche, mentre non vi erano impianti cogenerativi in esercizio di proprietà dell'ENEL SPA. I dati di produzione e di potenza installata sopra riportati includono anche la cosiddetta cogenerazione civile, la cui utenza termica include il teleriscaldamento. Alla fine del 1997 risultavano infatti in esercizio 27 sistemi di teleriscaldamento con una potenza elettrica installata di 615 MW, una potenza termica immessa in rete di 1.452 MWt, una volumetria totale riscaldata di circa 88,3 milioni di m³ attraverso 47 reti aventi una lunghezza complessiva di 767 km. Tra gli impianti installati in Italia con produzione combinata di energia elettrica e calore la tipologia impiantistica più diffusa è costituita dai cicli combinati, che a fine 1999 rappresentavano il 46,9% del totale installato ed il 58,9% della produzione, avendo registrato nell'ultimo decennio un notevole sviluppo, in relazione all'evoluzione del segmento turbogas sia in termini di prestazioni, che di costi di installazione (nel 1993 il segmento di cicli combinati rappresentava con 19 unità e 851 MW di potenza elettrica installata solo il 14% del totale installato cogenerativo che era pari a 6048 MW, Tabella 3). Seguono per diffusione gli impianti a vapore a condensazione con spillamento (21,7% della potenza installata), gli impianti a vapore a contropressione (19,4%), le turbine a gas con caldaia a recupero (8,2%) e, infine, i motori a combustione interna (3,7%), che si caratterizzano anche per le minori dimensioni unitarie (Tabella 2). Il combustibile più utilizzato è rappresentato dal gas naturale (69,8%), anche in relazione alla maggior diffusione relativa degli impianti basati sulle turbine a gas come motore primo, seguito dai prodotti petroliferi (21,2%), gas derivati (5,2%), carbone (0,8%) e altri (3%).

Criteria e proposte per la nuova definizione di cogenerazione

Presupposti per la definizione di cui all'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo n. 79/1999

La definizione di cogenerazione dell'Autorità di cui all'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo n. 79/99, deve prevedere una duplice condizione:

- una condizione di risparmio energetico, che risulti adeguata alle nuove tecnologie e che tenga altresì conto del diverso pregio dell'energia elettrica e dell'energia termica;
- un vincolo che limiti il rapporto tra produzione elettrica e termica ed eviti soluzioni cogenerative eccessivamente sbilanciate sulla produzione elettrica.

L'analisi del risparmio energetico attribuito ad un impianto di cogenerazione richiede in genere delle *inevitabili schematizzazioni*. Infatti, dovendo confrontare i consumi energetici di un impianto di cogenerazione con i consumi che si avrebbero per la produzione separata delle stesse quantità di energia ca e di calore utile, si deve far riferimento alle modalità tecnico-produttive con le quali tali quantità di energia verrebbero generate separatamente. Solitamente si fa riferimento, per l'elettricità, al rendimento elettrico medio netto del parco termoelettrico nazionale nel quale

l'impianto cogenerativo si inserisce e, per il calore utile, alla produzione di vapore in una caldaia di taglia medio-grande per applicazioni di tipo industriale.

Tabella 2- Potenza elettrica efficiente lorda al 31 dicembre 1999 degli impianti termoelettrici con produzione combinato di energia elettrica e calore in Italia

	potenza installata		N. sezioni	Taglia media mw
	mw	%		
<i>Cicli combinati</i>	4.985	46,9%	81	61,5
di cui: autoproduttori	4.849		76	63,8
municipalizzate	136		5	27,2
altre imprese				
<i>turbine a gas con ricupero</i>	872	8,2%	148	5,9
di cui: autoproduttori	731		124	5,9
municipalizzate	136		23	5,9
altre imprese	5		1	5,0
<i>Motori a combustione interna</i>	392	3,7%	3,42	1,1
di cui: autoproduttori	229		236	1,0
municipalizzate	113		56	2,0
altre imprese	50		50	1,0
<i>Vapore a contropressione</i>	2.063	19,4%	311	6,6
di cui: autoproduttori	1.827		301	6,1
municipalizzate	233		9	25,9
altre imprese	3		1	3,0
<i>Vap. acondensaz. con spillarn.</i>	2.306	21,7%	92	25,1
di cui: autoproduttori	2.140		80	2,4,9
municipalizzate	145		3	48,3
altre imprese	21		3	7,0
<i>Totale</i>	10.618	100,0%	974	i 0,9
di cui: autoproduttori	9.776	92,1%	823	i 1,9
municipalizzate	763	7,2%	96	7,9
altre imprese	79	0,7%	55	1,4

Fonte: Grtn - Dati statistici sull'energia elettrica in Italia 1999

Potenza installata

Per quantificare la *significatività* del risparmio energetico conseguibile con la cogenerazione, di cui all'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo n. 79/99, si ritiene opportuno ricorrere al criterio di assumere come riferimento il valore del rendimento elettrico degli impianti per la produzione di

energia elettrica dell'ultima generazione, imponendo la condizione che l'impianto cogenerativo, per rientrare nella definizione di cui al medesimo articolo 2, realizzi un risparmio di energia superiore rispetto a quello conseguito dai più efficienti impianti disponibili per la produzione separata di energia elettrica e calore.

Definizione di risparmio di energia primaria

Fra i vari indicatori di merito per valutare il risparmio di energia primaria di un impianto di cogenerazione, il più diffuso nella letteratura tecnica internazionale e il più significativo è l'indice Ire (indice di risparmio di energia), definito come il rapporto fra il risparmio di energia primaria conseguito dall'impianto di cogenerazione rispetto alla generazione separata delle stesse quantità di energia elettrica e termica e l'energia primaria richiesta da detta generazione separata:

$$IRE = \frac{E_s - E_c}{E_s} = 1 - \frac{E_c}{E_s} = 1 - \frac{E_c}{E_{es} + E_{ts}} = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{\eta_{es}} + \frac{E_t}{\eta_{ts}}}$$

dove i simboli indicano:

$E_s = E_{es} + E_{ts}$: l'energia primaria da combustibile fossile commerciale consumata per produrre separatamente elettricità e calore utile per mezzo di due distinti impianti. uno per la produzione di energia elettrica e l'altro per la produzione di calore mediante caldaia industriale;

E_{es} : l'energia primaria da combustibile fossile commerciale consumata per produrre elettricità per mezzo di un impianto di sola produzione di energia elettrica;

E_{ts} : l'energia primaria da combustibile fossile commerciale consumata per produrre calore mediante una caldaia industriale;

E_c : l'energia primaria dei combustibile fossile commerciale, riferita al potere calorifico inferiore dei combustibile. consumata dall'impianto di cogenerazione per la produzione combinata delle stesse quantità di energia elettrica E_e , e di energia termica utile E_t ;

- : l'energia elettrica netta generata dall'impianto di cogenerazione;

- : energia termica netta utile generata dall'impianto di cogenerazione;

- : il rendimento elettrico medio netto della modalità di sola generazione energia elettrica di riferimento;

-: il rendimento termico medio della modalità di sola generazione di energia termica di riferimento.

Tabella 3 - Evoluzione dei numero di impianti e della potenza installata con produzione combinata di energia elettrica e calore in Italia:

	in Numero di impianti				
	1991	1993	1995	1997	1999
				
Cicli combinati	4	19	46	72	81
Turbogas recupero	49	92	103	140	148
Motori a comb. interna	55	138	222	303	342
Vapore a contropres.	419	414	375	323	311
Vapore a cond. Spill.	98	100	97	92	92
<i>a. Totale prod.combinata</i>	<i>625</i>	<i>763</i>	<i>843</i>	<i>930</i>	<i>974</i>
b. Totale termoelettrici	1.235	1.387	1.495	1.637	1.778
a/b %	51%	55%	56%	57%	55%

in MW

	1991	1993	1995	1997	1999
Cicli combinati	191	851	1.527	3.544	4.985
Turbogas recupero	349	663	479	660	872
Motori a comb. interna	88	134	189	294	392
Vapore a contropres.	2.172	2.247	2.115	2.005	2.063
Vapore a cond. spill.	2.131	2.153	2.150	2.259	2.306
<i>a. Totale prod.combinata</i>	<i>4.931</i>	<i>6.048</i>	<i>6.460</i>	<i>8.762</i>	<i>70.678</i>
b. Totale termoelettrici	40.701	45.8864	8.1515	2.538	55.429
a/b %	12%	13%	13%	17%	19%

Per una valutazione più completa dei benefici rispetto alla produzione separata occorre considerare anche l'ulteriore risparmio, tipico della generazione diffusa, che gli impianti di cogenerazione eventualmente determinano a livello di *perdite di trasmissione e distribuzione* sul sistema elettrico nazionale. A tale fine si ritiene opportuno introdurre nella formula dell'IRE un coefficiente p che tenga conto di tali perdite, a seconda che l'impianto sia connesso alla rete elettrica di BT o alla rete di MT, applicando lo al parametro coefficiente p, calcolato considerando i valori medi delle perdite di trasmissione e distribuzione in MT e AT/AAT, è pari a:

livello di tensione

p

BT

1 - 4,3/100

MT

1 - 2,8/100

Nel riconoscere i benefici che la generazione distribuita assicura in termini di riduzione delle perdite di trasmissione e distribuzione. non si è tenuto conto della riduzione delle perdite di trasmissione e distribuzione sul livello di tensione cui è allacciato l'impianto eventualmente determinata dalla quota di energia elettrica autoconsumata. Ciò per non introdurre difficoltà nelle fasi di rilevazione dei dati fine del riconoscimento della condizione cogenerativa dell'impianto. La formula dell'indice di risparmio di energia Ire diventa quindi la seguente:

$$IRE = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{\eta_{es} P} + \frac{E_t}{\eta_{ts}}}$$

Criteria applicativi

Al fine di misurare valori realistici ed oggettivi dell'effettivo risparmio energetico, nell'applicazione della formula dell'indice IRE come sopra definito, devono essere rispettate alcune condizioni fondamentali, tra cui:

- la determinazione delle quantità di energia prodotte e consumata dall'impianto di cogenerazione (E_e, E_t, E_c) deve essere basata su:

- bilanci a consuntivo annuali;
- quantità nette di energia, depurate di tutte le perdite per ausiliari nel perimetro della centrale;
- sistemi di misura e contabilizzazione certificati.

i valori dei rendimenti e delle tecnologie di riferimento per la generazione separata devono:

- risultare basati su dati reali, a consuntivo e rappresentativi di una base la più estesa possibile,
- almeno per quanto riguarda la generazione elettrica;
- tenere conto dell'evoluzione tecnologica in atto, prevedendo meccanismi d'aggiornamento

- (ad es. triennali) basati su dati a consuntivo.

I motivi alla base di queste condizioni applicative sono evidenti. La valutazione dei risparmi energetici su prestazioni nominali, riferite a dati progettuali o di collaudo, o riferite a valori tendenziali, può portare a forti scostamenti rispetto ai dati reali. Infatti, nelle condizioni reali di esercizio, gli impianti scontano numerose cause di decadimento delle prestazioni dovute in particolare a: avviamenti e fermate, a funzionamento a carico parziale, a variazioni della richiesta termica, a degrado dei componenti nel corso della vita utile, a gestioni non ottimizzate.

Significatività dei risparmio energetico

Il risparmio energetico di un impianto di cogenerazione viene valutato rispetto alla produzione separata delle stesse quantità di energia elettrica e di calore utile. I criteri con cui può essere effettuata tale valutazione possono essere di almeno due tipi.

A) Il criterio di valutazione generalmente più utilizzato, che si indica di *tipo A*, è quello che valuta tale risparmio energetico rispetto alla produzione separata della stessa quantità di energia elettrica prodotta con il parco di centrali termoelettriche non cogenerative collegate alla rete nazionale e della stessa quantità di energia termica prodotta con caldaie industriali di taglia medio-grande. Tale schematizzazione assume che ogni unità di energia elettrica prodotta con impianti di cogenerazione sostituisca una equivalente unità generata con il parco termoelettrico esistente, con gli effetti di risparmio energetico ed ambientale che ne derivano. In tale schematizzazione, i valori di η_e e η_{ts} possono essere fissati come segue:

η_e è il rendimento elettrico netto medio annuo del parco di centrali termoelettriche con sola produzione di energia elettrica collegate alla rete elettrica nazionale, approssimato con criterio commerciale alla seconda cifra decimale. Per gli impianti con entrata in esercizio nel triennio 2000-2002 (per data di entrata in esercizio si intende quella del primo parallelo con la rete elettrica) si propone di assumere come valore base di riferimento per il parametro il valore relativo all'esercizio 1998 e pari a 0,38; η_{ts} è il rendimento termico medio per la generazione di sola energia termica con una caldaia industriale di dimensioni medio-grandi ed è pari a 0,9 nel caso di utilizzo industriale del calore e a 0,8 nel caso di teleriscaldamento. Nel criterio di tipo A, che riferisce la produzione elettrica a quello del parco termoelettrico esistente, la formula per la determinazione dell'indice di risparmio di energia IRE diventa quindi:

- per gli impianti con entrata in esercizio nel triennio 2000-2002, diversi da quelli di teleriscaldamento, la seguente:

$$IRE_a = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{0.38p} + \frac{E_t}{0.9}}$$

- per gli impianti di teleriscaldamento, con entrata in esercizio nel triennio 2000-2002, la seguente:

$$IRE_b = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{0.38p} + \frac{E_t}{0.8}}$$

Il secondo criterio di valutazione che si indica di *tipo B*, con la quale può essere valutato il risparmio energetico di un impianto di cogenerazione è quella di riferire tale risparmio alla produzione separata della stessa quantità di energia elettrica con la migliore tecnologia di generazione elettrica disponibile in esercizio commerciale e della stessa quantità di energia termica con caldaie industriali di taglia medio-grande.

La miglior tecnologia disponibile per la generazione elettrica è oggi rappresentata dai cicli combinati di grande taglia realizzati adottando modelli di turbine a gas di generazione avanzata. Per tali impianti, considerato che ancora non si dispone di dati a consuntivo su base annuale relativi ad impianti in esercizio commerciale situati nel territorio italiano, si propone di assumere, per il

triennio 2000-2002, un valore del rendimento elettrico netto η_{es} pari a 0,50. In effetti risultano oggi installati nel mondo diversi impianti con rendimenti nominali anche migliori (54%-57% della GE Power Systems, 53-58% della Abb-Aistom Power, 57-58% della Mitsubishi Heavy Industries, 55-57% della Siemens, 4-z Westinghouse). Tuttavia i valori effettivi e relativi a condizioni di esercizio reale risultano inferiori.

Nel criterio di tipo B, che riferisce la produzione elettrica alla miglior tecnologia di generazione elettrica disponibile esercizio commerciale, la formula per la determinazione dell'indice di risparmio di energia IRE, diventa quindi:

- per gli impianti con entrata in esercizio nel triennio 2000-2002, diversi da quelli di teleriscaldamento, la seguente:

$$IRE_a = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{0.5p} + \frac{E_t}{0.9}}$$

- per gli impianti di teleriscaldamento, con entrata in esercizio nel triennio 2000-2002, la seguente:

$$IRE_b = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{0.5p} + \frac{E_t}{0.8}}$$

I due indici di risparmio energetico IRE_a e IRE_b , differiscono fondamentalmente per i seguenti due aspetti: IRE_a consente di quantificare il risparmio energetico conseguito da un impianto di cogenerazione rispetto alla produzione separata della stessa quantità di energia elettrica generata dal parco termoelettrico esistente e di energia termica prodotta da una caldaia di tipo industriale di dimensioni medio-grandi, mentre IRE_b consente di quantificare tale risparmio, relativamente alla generazione di energia elettrica, rispetto alla migliore tecnologia disponibile in esercizio commerciale e, relativamente all'energia termica, rispetto ad una caldaia di tipo industriale di dimensioni medio-grandi; IRE_a attribuisce un peso maggiore di quanto non faccia IRE_b all'energia elettrica prodotta rispetto all'energia termica.

Determinazione delle soglie di significatività del risparmio energetico

Per quantificare la significatività del risparmio energetico di cui all'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo n. 79/99 si ritiene opportuno fissare la condizione che l'impianto di cogenerazione consegua un risparmio di energia superiore di almeno il 10% rispetto alle migliori tecnologie disponibili in esercizio commerciale per la produzione separata delle stesse quantità di energia elettrica e termica.

Per la determinazione del valore dell'indice di risparmio di energia che deve essere verificato da un impianto per risultare cogenerativo, nella modalità di tipo A occorre quindi dapprima calcolare il valore dell'indice di risparmio di energia IRE conseguito da un impianto a ciclo combinato con rendimento elettrico netto medio annuo del 50% (connesso con la rete elettrica di At o Aat) senza generazione di calore utile ($ET = 0$), che risulta pari a 24%, e successivamente imporre la maggiorazione del 10% di cui sopra. Tale valore IRE_a min risulta quindi pari a $1 - 0,24 = 0,76$.

Ciò equivale ad imporre la condizione che, affinché un impianto possa essere definito come cogenerativo, esso deve innanzitutto conseguire, rispetto alla produzione separata delle stesse quantità di energia elettrica e calore con il parco termoelettrico e termico esistente, un indice di risparmio energetico maggiore o uguale al 26,4%, che equivale ad avere un risparmio di energia superiore di almeno il 10% rispetto a quello consentito dalla migliore tecnologia disponibile in esercizio commerciale per la sola produzione di energia elettrica.

Per la determinazione del valore dell'indice di risparmio di energia che deve essere verificato da un impianto per risultare cogenerativo, nella modalità di tipo B, deve essere invece soddisfatta la condizione che il valore dell'indice di risparmio di energia IRE_b risulti maggiore o uguale al 10%.

Per gli impianti entrati in esercizio in periodi storici nei quali la migliore tecnologia di generazione elettrica disponibile presentava parametri di efficienza sostanzialmente diversi da quelli attuali non sembra ragionevole adottare una condizione di risparmio energetico riferita alla più avanzata soluzione tecnologica di produzione attualmente disponibile (ciclo combinato di grande taglia con rendimento netto medio annuo del 50%). Si propone pertanto che per gli impianti entrati in esercizio antecedentemente all'anno 2000 si applichino valori minimi di IRE_a e di IRE_b riferiti al livello di evoluzione tecnologica ed alle prestazioni medie del parco termoelettrico tipiche del periodo storico nel quale i relativi investimenti sono stati sostenuti. Con riferimento alla data di entrata in esercizio degli impianti, si ritiene utile distinguere tra il periodo 1991-1999, nel quale il riferimento alla migliore tecnologia disponibile può essere quello preso a riferimento per la determinazione del costo evitato di produzione di cui al provvedimento Cip n. 6/92, e il periodo antecedente, nel quale la miglior tecnologia disponibile era costituita da impianti termoelettrici a vapore supercritici. Nel caso di impianti entrati in esercizio nel periodo 1 gennaio 1991-31 dicembre 1999 la formula per la determinazione dell'indice di risparmio di energia Ire diventa quindi, nel criterio di tipo A:

$$IRE_a = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{0,37p} + \frac{E_t}{\eta_{ts}}} \geq 21,5\%$$

e, nel criterio di tipo B:

Nel caso di impianti entrati in servizio antecedentemente alla data dell'1 gennaio 1991, la formula per la determinazione dell'indice di risparmio di energia Ire diventa quindi, nel criterio di tipo A:

e, nel criterio di tipo B:

Analogamente a quanto previsto per gli impianti con entrata in esercizio nel triennio 2000-2002, si propone di assumere per il rendimento termico un valore pari a 0,8 nel caso di impianti di teleriscaldamento ed un valore pari a 0,9 in tutti gli altri casi. Si ritiene opportuno che per ciascun impianto entrato in esercizio successivamente all'1 gennaio 2000 i valori di riferimento di Ire e IRE_{min} in vigore alla data di entrata in esercizio vengano mantenuti invariati per un periodo commensurato ai tempi di ritorno economico dell'investimento e, comunque, non inferiore ad 8 anni. Pertanto un impianto ammesso alle condizioni di impianto cogenerativo in base al valore di indice IRE_{min} in vigore alla data della sua entrata in esercizio e fissato in base a determinati valori di rendimento elettrico netto medio annuo del parco termoelettrico esistente e della migliore tecnologia disponibile in esercizio commerciale, mantiene gli stessi valori di IRE_{min} , e di riferimento per otto anni consecutivi durante i quali dovrà dimostrare di rispettare tali limiti su base annua. Passati 8 anni dall'entrata in esercizio dell'impianto, a partire dall'anno solare successivo, si applicano i valori di riferimento di Ire e IRE_{min} aggiornati su base triennale in vigore per gli impianti nuovi. Per gli impianti entrati in esercizio nel periodo 1 gennaio 1991 - 31 dicembre 1999 si applicano i valori limite di $>21,5\%$ e 10% calcolati secondo le formule (1) e (2) per un periodo pari al maggiore periodo residuo, valutato rispetto all'entrata in vigore del provvedimento, di 8 anni a partire dall'entrata in esercizio dell'impianto e comunque per un periodo non inferiore a 2 anni a partire dall'entrata in vigore del provvedimento che verrà adottato dall'Autorità alla fine del presente processo di consultazione. Passato tale periodo, decade la condizione di risparmio energetico come sopra definita per tali impianti e si applica la condizione di risparmio energetico aggiornata e riferita agli impianti nuovi.

Per gli impianti entrati in esercizio antecedentemente alla data dell'1 gennaio 1991 si applicano i valori limite di $IRE_a > 11\%$ e $IRE_b > 10\%$ calcolati secondo le formule (3) e (4) per un periodo di 2 anni a partire dall'entrata in vigore del provvedimento che verrà adottato dall'Autorità alla fine del presente processo di consultazione. Passato tale periodo decade la condizione di risparmio energetico come sopra definita per tali impianti e si applica la condizione di risparmio energetico aggiornata e riferita agli impianti nuovi.

Per quanto riguarda l'effetto scala degli impianti di cogenerazione in termini di prestazioni (energetiche ed ambientali), oltre a quanto già previsto in precedenza in termini di minori perdite di trasmissione per la generazione distribuita, si ritiene che le condizioni previste dall'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo n. 79/99 fanno riferimento ad un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate senza considerare specifiche modalità di produzione. Appare pertanto di difficile applicabilità l'istituzione di indici di risparmio energetico differenziati per taglia e per tipologia impiantistica.

Definizione di risparmio energetico per impianti che utilizzano anche combustibili diversi dai combustibili fossili commerciali

Stante la formulazione dell'indice di risparmio energetico, così come definito in precedenza, nel caso di utilizzo di combustibili diversi dai combustibili fossili commerciali (di seguito: altri combustibili) il termine E_c si riduce all'aumentare della quota di altri combustibili rispetto a quella del combustibile fossile commerciale, e l'indice IRE risulta massimo e pari al 10,0% per $E_c = 0$. Ciò consente di conseguire elevati indici di risparmio energetico a prescindere dall'effettivo assetto cogenerativo dell'impianto. Nel caso di utilizzo, parziale o totale, di altri combustibili è pertanto necessario riferire l'indice IRE alla sola quota di combustibile fossile commerciale impiegato E_c , depurando l'energia elettrica prodotta della quota che sarebbe producibile impiegando altri combustibili $E_{c,nc}$; in una centrale termoelettrica convenzionale a vapore che utilizzi lo stesso combustibile. Ciò pone la necessità di definire il rendimento elettrico di una centrale termoelettrica convenzionale a vapore che utilizzi, per la sola produzione di energia elettrica, combustibili diversi dai combustibili fossili commerciali $\eta_{es,nc}$. Nel caso di utilizzo, parziale o totale, di combustibili diversi dai combustibili fossili commerciali, l'indice di risparmio di energia IRE diventa pertanto:

$$IRE = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e - E_{c,nc} * \eta_{es,nc}}{\eta_{es}} + \frac{E_t}{\eta_{ts}}}$$

dove η_{ts} e η_{es} assumono lo stesso significato e gli stessi valori utilizzati per i combustibili commerciali, mentre per $\eta_{es,nc}$ si assumono valori tipici quali:

- gas siderurgici, combustibili di processo e residui, gas naturale da giacimenti minori isolati: $\eta_{es,nc} = 0,35$;
- rifiuti solidi urbani, biomasse: $\eta_{es,nc} = 0,27$.

Definizione di un limite inferiore alla generazione di energia termica utile

Come precisato in precedenza, l'esigenza di evitare soluzioni tecnologiche troppo sbilanciate nella produzione di energia elettrica, come già sperimentate in passato con l'introduzione di indici tipo l'IEN di cui al provvedimento Cip n. 6/92, suggerisce l'introduzione di un limite inferiore al rapporto tra l'energia termica utile E , e l'effetto utile complessivamente generato pari alla somma dell'energia elettrica e dell'energia termica utile ($E_e + E_t$).

In linea di principio, avendo imposto un risparmio di energia primaria significativamente superiore a quello ottenibile con il miglior ciclo combinato per la sola generazione di energia elettrica,

dovrebbe risultare impossibile soddisfare i limiti sopra definiti senza una effettiva cogenerazione. Si ritiene comunque utile introdurre un limite inferiore al rapporto $E_t/(E_e+E_t)$ come ulteriore condizione per il riconoscimento di impianto cogenerativo per evitare eventuali forzature nella classificazione delle centrali termoelettriche di generazione ne evitando, ad esempio, che un impianto a ciclo combinato con rendimento elettrico prossimo alla soglia della migliore tecnologia disponibile sia definito di cogenerazione anche in presenza di un'utenza termica poco significativa. Il procedimento per stabilire un valore appropriato di questo limite contiene inevitabilmente molti gradi di discrezionalità. Vanno in ogni caso salvaguardati i seguenti principi:

- un moderno impianto di cogenerazione a ciclo combinato deve di norma avere una sezione a condensazione, per consentire di non dissipare troppa energia all'inevitabile variare della richiesta termica e di utilizzare il vapore di bassa pressione generato da una caldaia a recupero a due livelli di pressione quando la pressione dei prelievi è superiore-
- su base annuale, la richiesta termica subisce inevitabilmente variazioni significative (discontinuità giornaliera e stagionalità dei cicli produttivi o della domanda di riscaldamento urbano) e, pertanto, il calore mediamente utilizzato non potrà essere una percentuale troppo elevata del valore massimo.

Tenendo conto delle considerazioni sopra esposte, appare opportuno introdurre per un impianto di

cogenerazione un limite inferiore al rapporto $\frac{E_t}{E_e + E_t}$ pari al 15%.

Verifica annuale delle condizioni tecniche di cogenerazione

Ai fini della verifica delle condizioni tecniche di cogenerazione i soggetti produttori interessati dovranno comunicare annualmente i valori dell'energia elettrica netta prodotta annualmente dall'impianto, dell'energia termica utile prodotta annualmente dall'impianto, dell'energia primaria immessa annualmente nell'impianto attraverso combustibili fossili commerciali, dell'energia primaria eventualmente immessa nell'impianto attraverso combustibili diversi dai combustibili fossili commerciali, nonché i metodi di misura e i criteri utilizzati per la determinazione dei valori di tali grandezze.

La termotecnica – Dicembre 2000

6 Software di calcolo

EES è un risolutore di equazione in generale con inserite le funzioni per la termodinamica e le proprietà di trasporto. EES può essere usato anche per risolvere equazioni differenziali ed integrali, esegue ottimizzazioni, regressione lineare e non-lineare, e genera diagrammi degli andamenti qualitativi delle variabili.

6.1 Descrizione del programma

Ho preso come riferimenti i vari punti dell'impianto nei quali il fluido subisce variazioni delle proprie variabili termodinamiche e li ho impostati a seconda del sistema chiuso di cui venivano a far parte. Nel programma sono presenti tutte le librerie di cui si ha bisogno, basta dunque richiamarle e definirle attraverso le coordinate termodinamiche. La procedura richiamata al nodo di miscelazione definisce sia lo spillamento che il by-pass in funzione della richiesta termica, avendo introdotto un ulteriore punto 8 definito come l'entalpia del fluido ottenuta dalla miscelazione delle masse provenienti dallo scambiatore e dall'impianto di bassa pressione. Tutti i vari salti entalpici sono stati considerati positivi se fornivano lavoro al sistema secondo un senso di percorrenza orario di entrambe le maglie dell'impianto.

6.2 Equazioni

"Impianto di cogenerazione corrente elettrica: valutazione di IEN e di IRE in funzione di qu"

procedure lowpress

(m;qu;qu_max;v[1];p[1];p[2];h[7];h[6];h[5];h[3];h[1];h[2];wpbp;qcond;mbp;ms;mb;h[8];wt
ap;wtbp)

```
ms = qu/(h[6]-h[3])
if (ms=m) then
mbp = 0
mb = 0
endif
if (ms<m) then
mbp = m-ms
mb = 0
endif
if (ms>m) and (qu<qu_max) then
mbp = 0
mb = (qu-qu_max)/(h[5]-h[6])
ms = m-mb
endif
if (ms>m) and (qu=qu_max) then
mbp = 0
mb = m
ms = 0
endif
if (ms>m) and (qu>qu_max) then
call error ('qu è maggiore della potenza max')
endif
Wtap = (m-mb)*(h[5]-h[6])
Wtbp = mbp*(h[6]-h[7])
wpbp = mbp*(v[1]*(P[1]-P[2]))
Qcond = mbp*(h[7]-h[1])
h[8] = ((ms+mb)*h[3]+mbp*h[2])/m
end
```

"dati assegnati"

```
nap = 0,9
nbp = 0,85
npbp = 0,8
nts = 0,8
nes = 0,4
P[1] = 5
P[2] = 500
P[4] = 4500
T[5] = 823,16
qu_max = 6400
p = 1-2,8/100
```

"Pompa di bassa pressione - lato condensatore"

$x[1] = 0$	"condensa"
$h[1] = \text{enthalpy}(\text{Steam}; P=P[1]; x=x[1])$	"entalpia punto 1"
$v[1] = \text{volume}(\text{Steam}; P=P[1]; x=x[1])$	"volume punto 1"
$s[1] = \text{entropy}(\text{Steam}; P=P[1]; x=x[1])$	"entropia punto 1"
$T[1] = \text{temperature}(\text{Steam}; P=P[1]; x=x[1])$	"temperatura punto 1"

"Pompa bassa pressione - lato scambiatore"

$h[2] = h[1] - \text{npbp} * (h[1] - \text{enthalpy}(\text{Steam}; s=s[1]; P=P[2]))$	"entalpia del punto 2"
$v[2] = \text{volume}(\text{Steam}; P=P[2]; h=h[2])$	"volume punto 2"
$s[2] = \text{entropy}(\text{Steam}; P=P[2]; h=h[2])$	"entropia punto 2"
$T[2] = \text{temperature}(\text{Steam}; P=P[2]; h=h[2])$	"temperatura punto 2"

"Salto entalpico all'interno dello scambiatore a favore di qu"

$P[3] = P[2]$	"pressione nello scambiatore"
$h[3] = \text{ENTHALPY}(\text{Steam}; x=0; P=P[3])$	"entalpia del liquido dello scambiatore"
$v[3] = \text{volume}(\text{Steam}; P=P[3]; h=h[3])$	"volume nello scambiatore"
$T[3] = \text{temperature}(\text{Steam}; P=P[3]; h=h[3])$	"temperatura nello scambiatore"
$s[3] = \text{entropy}(\text{Steam}; P=P[3]; h=h[3])$	"entropia nello scambiatore"

"Caldaia"

$P[5] = P[4]$	"pressione caldaia"
$h[5] = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T[5]; P=P[5])$	"entalpia caldaia"
$s[5] = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T[5]; P=P[5])$	"entropia caldaia"
$v[5] = \text{volume}(\text{Steam}; T=T[5]; P=P[5])$	"volume caldaia"

"Turbina di alta pressione"

$P[6] = P[2]$	"pressione ingresso scambiatore"
$h[6] = h[5] - \text{nap} * (h[5] - \text{enthalpy}(\text{Steam}; s=s[5]; P=P[6]))$	"entalpia punto 6"
$s[6] = \text{entropy}(\text{Steam}; h=h[6]; P=P[6])$	"entropia punto 6"
$T[6] = \text{temperature}(\text{Steam}; s=s[6]; P=P[6])$	"temperatura punto 6"
$v[6] = \text{volume}(\text{Steam}; s=s[6]; P=P[6])$	"volume punto 6"

"Turbina di bassa pressione"

$P[7] = P[1]$	"pressione punto 7"
$h[7] = h[6] - \text{nbp} * (h[6] - \text{enthalpy}(\text{Steam}; s=s[6]; P=P[7]))$	"entalpia punto 7"
$s[7] = \text{entropy}(\text{Steam}; h=h[7]; P=P[7])$	"entropia punto 7"
$T[7] = \text{temperature}(\text{Steam}; s=s[7]; P=P[7])$	"temperatura punto 7"
$v[7] = \text{volume}(\text{Steam}; s=s[7]; P=P[7])$	"volume punto 7"
$x[7] = \text{quality}(\text{Steam}; s=s[7]; P=P[7])$	"titolo punto 7"

"Bilanciamento scambiatore ordinato dal carico termico"

$m = \text{qu_max} / (h[6] - h[3])$	"potenzialità della caldaia"
--------------------------------------	------------------------------

$qut = m \cdot (h[5] - h[3])$ "massima potenza termica"
 call lowpress
 (m;qu;qut;qu_max;v[1];p[1];p[2];h[7];h[6];h[5];h[3];h[1];h[2]:wpbp;qcond;mbp;ms;mb;h[8];wt
 ap;wtbp)

"Nodo di miscelazione - mandata pompa alta pressione"

$p[8] = p[3]$ "pressione punto 8"
 $s[8] = \text{entropy}(\text{Steam}; h=h[8]; P=P[8])$ "entropia punto 8"
 $T[8] = \text{temperature}(\text{Steam}; s=s[8]; P=P[8])$ "temperatura punto 8"
 $v[8] = \text{volume}(\text{Steam}; s=s[8]; P=P[8])$ "volume punto 8"

"Ingresso caldaia"

$wpap = m \cdot (v[8] \cdot (P[8] - P[4]))$ "lavoro pompa alta pressione"
 $h[4] = (m \cdot h[8] - wpap) / m$ "entalpia punto 4"
 $v[4] = \text{volume}(\text{Steam}; P=P[4]; h=h[4])$ "volume punto 4"
 $s[4] = \text{entropy}(\text{Steam}; P=P[4]; h=h[4])$ "entropia punto 4"
 $T[4] = \text{temperature}(\text{Steam}; P=P[4]; h=h[4])$ "temperatura punto 4"

"Caratteristiche prestazionali dell'impianto"

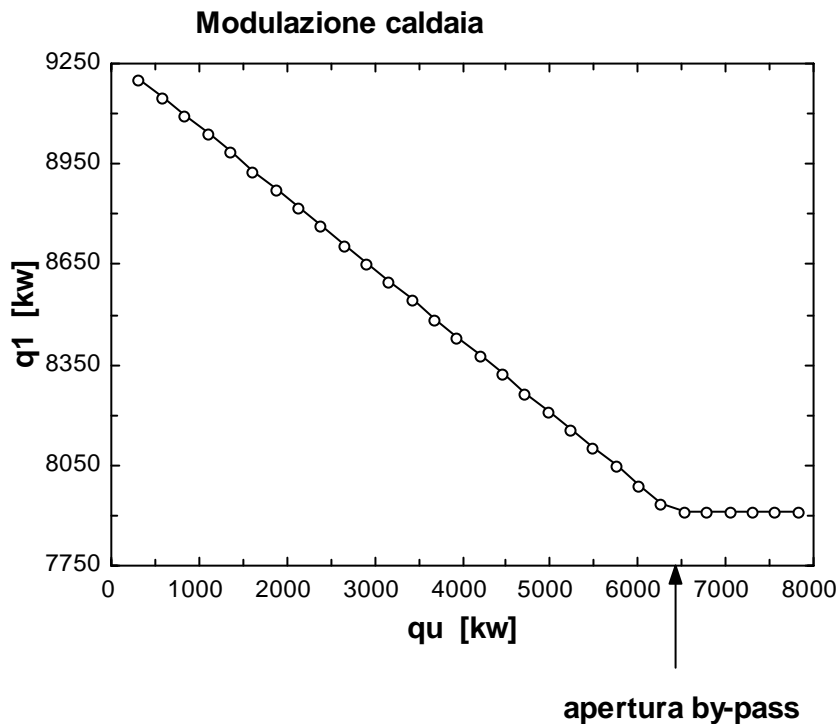
$wt = wtap + wtbp$ "energia elettrica prodotta dalle turbine"
 $wp = wpap + wpbp$ "energia elettrica assorbita dalle pompe"
 $eel = wt - wp$ "energia elettrica prodotta dall'impianto"
 $q1 = m \cdot (h[5] - h[4])$ "calore ceduto dalla caldaia"
 $Eff = wt / Q1$ "Rendimento elettrico "
 $eta_ind = (q1 - qu - qcond) / (q1)$ "per verifica indiretta del rendimento - $(q1 - q2) / q1$ "
 $eta_1 = (eel + qu) / q1$ "Rendimento di primo principio - stesso pregio energia elettrica e termica"
 $IE = eel / qu$ "Indice elettrico - caratteristica dell'utenza"
 $IEN = 1,96 \cdot (eel / q1) + 1,11 \cdot (qu / q1) - 0,49$ "indice di risparmio energetico - leggi 9-10 del '91"
 $IRE = 1 - (q1 / ((eel / (p \cdot nes)) + (qu / nts)))$ "indice di risparmio di energia - nuova versione"

6.3 Analisi parametrica

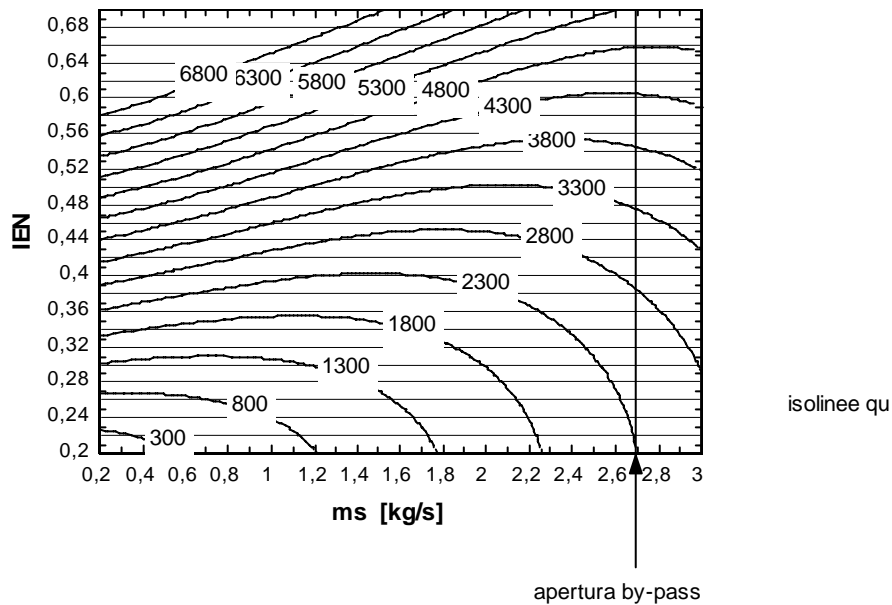
qu	m	mb	mbp	ms	Q1	qcond	x(7)
300	2,74	0	2,612	0,1284	9288	5748	0,9083
1139	2,74	0	2,253	0,4876	9107	4957	0,9083
1978	2,74	0	1,893	0,8468	8927	4167	0,9083
2817	2,74	0	1,534	1,206	8746	3376	0,9083
3656	2,74	0	1,175	1,565	8566	2586	0,9083
4494	2,74	0	0,8159	1,924	8385	1796	0,9083
5333	2,74	0	0,4567	2,284	8205	1005	0,9083
6172	2,74	0	0,09753	2,643	8024	214,6	0,9083
7011	2,74	1,055	0	1,685	7975	0	0,9083

7850	2,74	2,504	0	0,2366	7975	0	0,9083
qu	eel	Eff	eta_1	eta_ind	IE	IEN	IRE
300	3264	0,3501	0,3838	0,3488	10,88	0,2347	-0,3175
1139	3035	0,3319	0,4583	0,3306	2,665	0,302	-0,2126
1978	2806	0,313	0,5359	0,3116	1,419	0,372	-0,1199
2817	2577	0,2933	0,6167	0,2919	0,9149	0,445	-0,03724
3656	2348	0,2727	0,7009	0,2713	0,6423	0,521	0,03682
4494	2119	0,2513	0,7887	0,2499	0,4715	0,6003	0,1036
5333	1890	0,2289	0,8804	0,2275	0,3544	0,6831	0,1641
6172	1661	0,2055	0,9762	0,204	0,2691	0,7696	0,2191
7011	987,9	0,1224	1,003	0,1209	0,1409	0,7286	0,1881
7850	149	0,01718	1,003	0,01568	0,01898	0,6392	0,1167

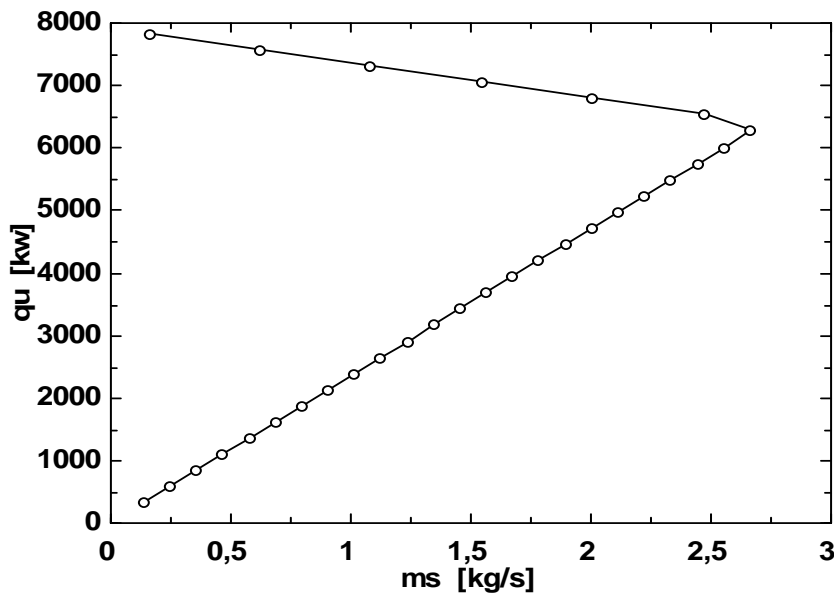
6.4 Diagrammi



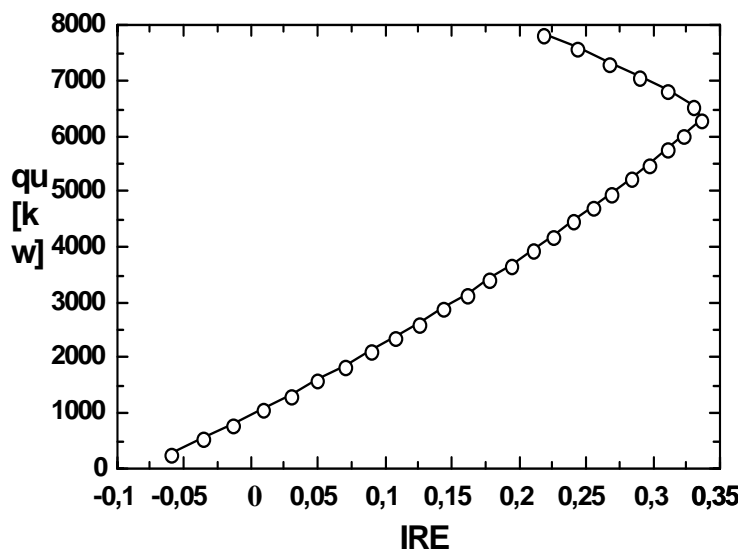
Inversamente a quanto potrebbe accadere in un impianto per la sola produzione di calore, all'aumentare della richiesta q_u , diminuisce la potenza termica Q_1 richiesta dalla caldaia, dunque al bruciatore si verifica una diminuzione della richiesta di combustibile (modula verso il minimo). Ciò è dovuto all'aumento della massa spillata m_s che riscalda l'acqua di alimento, oltre che a soddisfare la richiesta q_u , con conseguente diminuzione di reiezione di calore alla sorgente fredda. Si ha quindi una "rigenerazione" che varia il suo grado a seconda della richiesta q_u . All'apertura del by-pass, il calore Q_1 diventa costante (impianto a contropressione), chiude il condotto di bassa pressione e il fluido che entra nello scambiatore proviene solo o dalla caldaia o dalla turbina di alta pressione per uscire alla pompa di alta pressione sempre allo stesso livello di entalpia, dunque, essendo la richiesta costante, sarà costante anche il flusso di combustibile.



Questo grafico mostra, per una stessa richiesta qu di calore, come varia IEN in funzione della massa spillata ms. Il massimo di IEN lo si raggiunge, all'aumentare di qu, per una massa spillata sempre maggiore. Evidentemente fino alla chiusura dell'impianto di bassa pressione, la diminuzione di corrente prodotta è ben compensata dalla diminuzione di calore Q1 fornito alla caldaia e l'aumento di calore qu fornito all'utenza. Ricordiamoci sempre che il calcolo non tiene conto delle perdite dovute alla combustione e all'irraggiamento, nonché alla convezione di tutte le parti calde a contatto con l'ambiente, altrimenti ci troveremmo in condizioni diverse, dato che Q1 sarebbe maggiore.

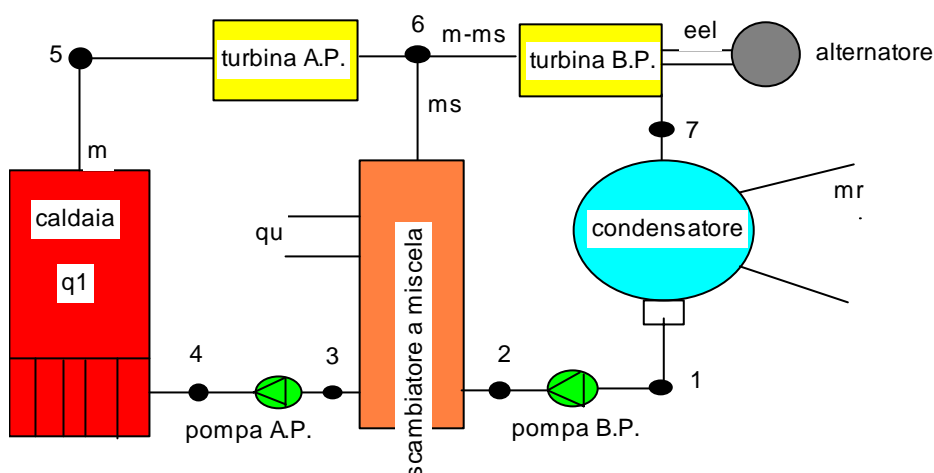


Modulazione dello spillamento. Dal vertice in poi l'impianto funziona a contropressione.



Andamento di IRE in funzione di qu

7 Altri modelli EES



"Impianto di cogenerazione corrente elettrica: valutazione dell'I.E.N. in funzione dell' IE parametrizzando qu"

procedure lowpress(wt;ms;h[7];h[6];H[5];h[3];h[2];H[1];h[8];wtap;wtbp;qcond;MBP;m)

$m = (wt + ms * (h[6] - h[7])) / (h[5] - h[7])$

"bilancio carico elettrico"

10:

if (m=ms) then

"massa totalmente spillata"

mbp=0

goto 20

endif

if(ms<m) then

"spillamento parziale"

mbp=m-ms

else

m=ms

goto 10

endif

20:
 $h[8]=(m_s*h[3]+m_{bp}*h[2])/m$ "entalpia di miscelazione dei punti 2 e 6"
 $W_{tap}=m*(h[5]-h[6])$ "lavoro turbina alta pressione"
 $W_{tbp}=m_{bp}*(h[6]-h[7])$ "lavoro turbina bassa pressione"
 $Q_{cond}=m_{bp}*(h[7]-h[1])$ "Calore al condensatore"
end

"dati assegnati"

$n_{ap}=0,87$ "rendimento turbina alta pressione"
 $n_{bp}=0,85$ "rendimento turbina bassa pressione"
 $P[1]=5$ "pressione uscita condensatore in kPa"
 $P[2]=500$ "pressione scambiatore in kPa"
 $P[4]=2000$ "pressione ingresso caldaia in kPa"
 $T[5]=723,16$ "temperatura vapore surriscaldato in K"
 $wt=qu*IE$ "definizione di indice elettrico"

"Pompa di bassa pressione - lato condensatore"

$x[1]=0$ "condensa"
 $h[1]=enthalpy(Steam;P=P[1];x=x[1])$ "entalpia punto 1"
 $v[1]=volume(Steam;P=P[1];x=x[1])$ "volume punto 1"
 $s[1]=entropy(Steam;P=P[1];x=x[1])$ "entropia punto 1"
 $T[1]=temperature(Steam;P=P[1];x=x[1])$ "temperatura punto 1"

"lato scambiatore"

$DH_{pbp}=v[1]*(P[2]-P[1])*100$ "lavoro della pompa"
 $h[2]=h[1]+dh_{pbp}$ "entalpia punto 2"
 $v[2]=volume(Steam;P=P[2];h=h[2])$ "volume punto 2"
 $s[2]=entropy(Steam;P=P[2];h=h[2])$ "entropia punto 2"
 $T[2]=temperature(Steam;P=P[2];h=h[2])$ "temperatura punto 2"

"Uscita scambiatore - liquido saturo"

$P[3]=P[2]$ "pressione nello scambiatore"
 $h[3]=ENTHALPY(Steam;x=0;P=P[3])$ "entalpia all'uscita dello scambiatore"
 $v[3]=volume(Steam;P=P[3];h=h[3])$ "volume nello scambiatore"
 $T[3]=temperature(Steam;P=P[3];h=h[3])$ "temperatura nello scambiatore"
 $s[3]=entropy(Steam;P=P[3];h=h[3])$ "entropia nello scambiatore"

"Caldaia"

$P[5]=P[4]$ "pressione caldaia"
 $h[5]=enthalpy(Steam;T=T[5];P=P[5])$ "entalpia caldaia"
 $s[5]=entropy(Steam;T=T[5];P=P[5])$ "entropia caldaia"
 $v[5]=volume(Steam;T=T[5];P=P[5])$ "volume caldaia"

"Turbina di alta pressione"

$P[6]=P[2]$ "pressione ingresso scambiatore"
 $h[6]=h[5]-\text{nap}*(h[5]-\text{enthalpy}(\text{Steam};s=s[5];P=P[6]))$ "entalpia punto 6"
 $s[6]=\text{entropy}(\text{Steam};h=h[6];P=P[6])$ "entropia punto 6"
 $T[6]=\text{temperature}(\text{Steam};s=s[6];P=P[6])$ "temperatura punto 6"
 $v[6]=\text{volume}(\text{Steam};s=s[6];P=P[6])$ "volume punto 6"

"Turbina di bassa pressione"

$P[7]=P[1]$ "pressione punto 7"
 $h[7]=h[6]-\text{nbp}*(h[6]-\text{enthalpy}(\text{Steam};s=s[6];P=P[7]))$ "entalpia punto 7"
 $s[7]=\text{entropy}(\text{Steam};h=h[7];P=P[7])$ "entropia punto 7"
 $T[7]=\text{temperature}(\text{Steam};s=s[7];P=P[7])$ "temperatura punto 7"
 $v[7]=\text{volume}(\text{Steam};s=s[7];P=P[7])$ "volume punto 7"
 $x[7]=\text{quality}(\text{Steam};s=s[7];P=P[7])$ "titolo punto 7"

"Comanda il carico termico"

$ms=qu/(h[6]-h[3])$ "spillamento in funzione di qu"
 $\text{call lowpress}(wt;ms;h[7];h[6];H[5];h[3];h[2];H[1];h[8];wtap;wtbp;qcond;MBP;m)$

"Nodo di miscelazione prima pompa AP"

$p[8]=p[3]$
 $s[8]=\text{entropy}(\text{Steam};h=h[8];P=P[8])$ "entropia punto 8"
 $T[8]=\text{temperature}(\text{Steam};s=s[8];P=P[8])$ "temperatura punto 8"
 $v[8]=\text{volume}(\text{Steam};s=s[8];P=P[8])$ "volume punto 8"

"Ingresso caldaia"

$dh_pap=v[3]*(P[4]-P[8])*100$ "lavoro specifico della pompa AP"
 $h[4]=h[8]+dh_pap$ "entalpia punto 4"
 $v[4]=\text{volume}(\text{Steam};P=P[4];h=h[4])$ "volume punto 4"
 $s[4]=\text{entropy}(\text{Steam};P=P[4];h=h[4])$ "entropia punto 4"
 $T[4]=\text{temperature}(\text{Steam};P=P[4];h=h[4])$ "temperatura punto 4"

"Caratteristiche prestazionali dell'impianto"

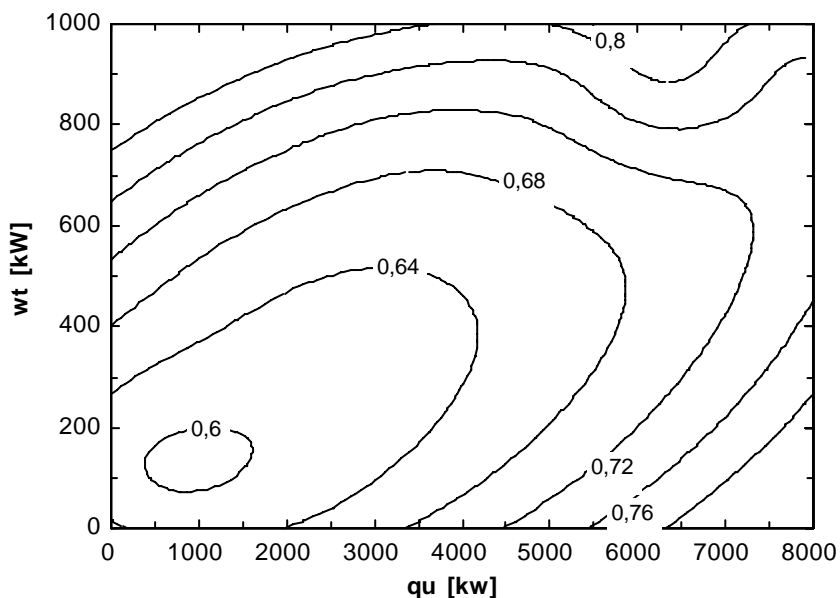
$wpap=m*dh_pap$ "lavoro pompa alta pressione"
 $wpbp=mbp*dh_pbp$ "lavoro pompa bassa pressione"
 $wp=wpap+wpbp$ "lavoro totale delle pompe"
 $q1=m*(h[5]-h[4])$ "calore ceduto dalla caldaia"
 $\text{Eff}=wt/Q1$ "Rendimento elettrico"
 $\text{eta_ind}=(q1-qu-Qcond)/Q1$ "per verifica indiretta del rendimento"
 $\text{eta_I}=(wt+qu)/q1$ "Rendimento di primo principio"
 $\text{ie_1}=(wtap+wtbp)/qu$ "Ind. elettrico ricalcolato in caso di sovrapproduzione en. elettrica"
 $\text{IEN}=1,96*(wt/q1)+1,11*(qu/q1)-0,49$ "indice di risparmio energetico"

7.1 Analisi parametrica

qu	IE	IE1	IEN	wt	Eff	nind	n1
300	0,3	0,3	0,605	90	0,1935	0,1272	0,8384
1139	0,2778	0,2778	0,6254	316,4	0,1873	0,1212	0,8614
1978	0,2556	0,2556	0,6477	505,4	0,1805	0,1146	0,8867
2817	0,2333	0,2333	0,6722	657,2	0,173	0,1074	0,9145
3656	0,2111	0,2111	0,6992	771,7	0,1648	0,09947	0,9452
4494	0,1889	0,1889	0,7293	849	0,1556	0,09062	0,9793
5333	0,1667	0,1667	0,7629	888,9	0,1453	0,08073	1,017
6172	0,1444	0,1444	0,8007	891,5	0,1338	0,06961	1,06
7011	0,1	0,1426	0,7264	701,1	0,09314	0,06861	1,025
7850	0,12	0,1426	0,7629	942	0,1118	0,06861	1,043

qu	IE	m	ms	mbp	Q1	qcond
300	0,3	0,1737	0,1261	0,0476	465,2	106
1139	0,2778	0,6341	0,4789	0,1552	1689	345,7
1978	0,2556	1,057	0,8316	0,2252	2800	501,7
2817	0,2333	1,442	1,184	0,2576	3799	573,9
3656	0,2111	1,79	1,537	0,2525	4684	562,5
4494	0,1889	2,1	1,89	0,2098	5456	467,3
5333	0,1667	2,372	2,243	0,1295	6116	288,5
6172	0,1444	2,607	2,595	0,01162	6662	25,88
7011	0,1	2,948	2,948	0	7528	0
7850	0,12	3,301	3,301	0	8428	0

7.3 Diagrammi



Isolinee IEN in funzione della richiesta termica e dell'energia elettrica prodotte

7.4 Differenze

Una prima soluzione è stata quella di realizzare lo stesso impianto senza il by-pass. Ciò comportava un dimensionamento della potenzialità della caldaia per il valore massimo di richiesta di calore dell'azienda che riguarda solo i picchi di richiesta, non l'utilizzo medio. Pertanto, essendo Q_1 , come si vede dalla formula dell'IEN, il peso dell'energia elettrica e termica prodotte, si è preferito proporzionarlo alla richiesta massima di calore prevedendo l'eventuale esclusione della turbina di alta pressione per i picchi di richiesta. L'altra soluzione potrebbe essere stata quella di aumentare la corrente prodotta; scartata in quanto per rientrare con IEN adeguati occorrevano produzioni di corrente dell'ordine di 25 – 30 MW spostando fortemente IE dal dato di progetto, senza tralasciare l'aumento dei costi dell'impianto, da considerarsi proporzionali alla corrente che si produce. Da notare inoltre il fatto di avere la massa variabile che comporta il fatto di impostare un preciso valore di IE, altrimenti il sistema possiede infinite soluzioni. Altra differenza importante le entalpie ed i lavori delle pompe, qui specifici a differenza dell'altro modello.

8 Conclusioni

Con questo lavoro ho voluto dare, grazie al professor Manfrida, un esempio di approccio allo studio di un problema che è sempre attuale, l'utilizzo razionale delle risorse disponibili. A chi è già pratico di impianti non è difficile comprendere che il problema in questione nella realtà delle cose non si presta molto alla soluzione di cogenerazione, data la prevalente richiesta termica rispetto alla bassa richiesta elettrica, ma può essere un valido esempio di metodo di analisi, che diventa interessante specie con l'utilizzo di Ees che permette di far variare tutti i parametri dell'impianto con semplici modifiche che non interessano la struttura funzionale del programma. La legge parla di verifica dei parametri di IEN, IRE dopo un tempo pari all'ammortamento dell'impianto, o comunque non prima di 8 anni di vita dell'impianto, fermo restando il rispetto dei parametri nell'arco di tempo. Questo, a me pare un'ulteriore punto da considerare, sebbene questa non sia la sede adatta, ai fini della realizzazione dell'impianto, che deve tenere conto della realtà industriale di cui entra a far parte.

Raffaello Curtatone