



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI GUGLIELMO MARCONI

FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE APPLICATE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INDUSTRIALE

L'ADOZIONE DEL SISTEMA FREE COOLING
NELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO DEL SITO
PRODUTTIVO DELLA GETRAG S.p.A.

Relatore:
Chiar.^{mo} Prof. Marcello MARCONI

Candidato:
Leonardo SANTORO
Matr. N°: STA05838/L9

ANNO ACCADEMICO

2016/2017

Indice

Indice.....	1
Introduzione	2
Capitolo 1 Quadro normativo sull'efficienza energetica e strumenti incentivanti	5
1.1 Situazione energetica europea e nazionale.....	5
1.2 Il quadro normativo sull'efficienza energetica	8
1.3 Diagnosi energetica	14
1.4 Titoli di efficienza energetica (TEE)	17
1.5 I Certificati Verdi	22
Capitolo 2 Free cooling.....	24
2.1 Free cooling	24
2.2 Free cooling tradizionale.....	27
2.3 Free cooling assistito dal raffreddamento adiabatico diretto (RAD)	31
2.4 Free cooling assistito dal raffreddamento adiabatico indiretto (RAI).....	35
2.5 Free cooling assistito dal raffreddamento adiabatico diretto ed indiretto.....	37
2.6 Importanza del free cooling per la riduzione dei consumi energetici.....	39
Capitolo 3 Analisi dello stato di fatto	40
3.1 Distribuzione della temperatura esterna	40
3.2 Umidità dell'aria esterna	43
3.3 Radiazione solare.....	45
3.4 Condizioni interne di progetto.....	49
3.5 Impianto di condizionamento	53
3.5.1 Unità trattamento aria (U.T.A.).....	54
3.5.2 Gruppo frigorifero.....	56

3.6	Impianto di condizionamento a servizio dell'area produttiva della GETRAG S.p.A.	58
3.7	Analisi dei fabbisogni energetici	71
Capitolo 4	Caso studio: utilizzo del sistema free cooling in GETRAG S.p.A.	76
4.1	Analisi e raccolta dati	76
4.2	Opere di intervento	91
4.3	Ritorno economico (pay-back)	94
4.4	Ottenimento dei TEE	97
4.5	Benefici ambientali.....	100
Conclusioni	102
Bibliografia	104
Ringraziamenti	108

Abstract

Gli impegni assunti dal Parlamento e dal Consiglio Europeo con la Direttiva 2009/29/CE (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 140/63, 2009), più comunemente nota come 'pacchetto clima-energia 20-20-20', hanno rappresentato il più ampio e decisivo intervento europeo in campo energetico.

Per raggiungere gli obiettivi richiesti, bisogna intervenire, senza ombra di dubbio, su tutti i settori e soprattutto sul settore industriale che a oggi assorbe circa un terzo dei consumi finali di energia.

In tale settore, che comprende anche imprese definite 'energivore', il potenziale di utilizzo di fonti rinnovabili, agendo su delle misure di risparmio ed efficienza energetica, risulta particolarmente vantaggioso.

Recentemente, si sta riscontrando che i maggiori benefici possono essere ottenuti mediante l'utilizzo d'impianti di produzione energetica in cogenerazione o trigenerazione, ma anche con l'implementazione di altri sistemi come il free cooling (raffrescamento libero), oggetto di questa dissertazione.

In particolare, l'obiettivo di questa tesi è di valutare i vantaggi ottenibili con l'implementazione del sistema free cooling, partendo dall'analisi dello stato di fatto che vede come oggetto l'impianto di condizionamento a servizio del sito produttivo della GETRAG S.p.A..

La GETRAG S.p.A., ubicata nel comune di Modugno in provincia di Bari, è un'azienda, del gruppo MAGNA, che da

quasi venti anni produce componenti e trasmissioni. Negli ultimi anni i volumi produttivi si riferiscono a gearsets e a trasmissioni 6DCT250 automatiche a doppia frizione (GETRAG Powershift ®) che, una volta superati diversi e rigorosi test di funzionamento e di qualità, vengono spediti agli stabilimenti delle case automobilistiche di tutto il mondo.

L'impianto produttivo della GETRAG S.p.A. si estende in un'area di circa 22.500 m² e conta una popolazione aziendale di circa 800 lavoratori e le lavorazioni vengono eseguite mediante l'utilizzo di circa 450 tra macchine e impianti concepiti secondo gli standard tecnologici più evoluti.

Tutte le macchine e gli impianti, compresa la climatizzazione degli edifici, funzionano con energia elettrica e i consumi vengono tenuti sotto controllo. Inoltre, sono state già implementate numerose azioni volte al recupero energetico.

Per centrare l'obiettivo precedentemente citato, ovvero quali possono essere i vantaggi nell'implementazione del sistema free cooling, si è considerato, in prima analisi, l'evoluzione del quadro normativo, dal trattato di Kyoto a oggi, sull'efficienza energetica e quindi l'evolversi legislativo che ha, sempre di più, sensibilizzato le aziende energivore a ridurre i costi legati al consumo energetico e a incentivare il consumo di energia prodotta da fonti rinnovabili.

È stato inoltre necessario approfondire il tema sul sistema free cooling, analizzandone il suo funzionamento e approfondendone le varie tipologie ottenibili, da quello tradizionale a quelli assistiti dal raffreddamento adiabatico. La seconda parte dello studio ha visto come oggetto l'analisi dello stato di fatto, con particolare attenzione sia alle condizioni climatiche del luogo ospitante lo stabilimento della GETRAG S.p.A., sia alle condizioni microclimatiche dell'ambiente interno, ricovero delle linee di produzione. Inoltre si è analizzato l'impianto di condizionamento a servizio dell'opificio e le macchine utilizzate per il suo funzionamento. Tutto questo ha portato alla definizione del fabbisogno energetico necessario al funzionamento dell'impianto stesso.

I benefici energetici ottenibili con l'implementazione del free cooling sono stati stimati a seguito di una raccolta dati e dall'analisi puntuale degli stessi.

Sono stati considerati anche i possibili interventi da implementarsi sull'impianto esistente calcolandone il valore dell'investimento.

Infine, è stato calcolato il pay-back per valutare il tempo di rientro dell'investimento, nonché l'incidenza che l'implementazione del free cooling ha sull'emissione evitata di CO₂ e sull'ottenimento dei Titoli di Efficienza Energetica.

In particolare, il caso studio ha riscontrato dei benefici quantificabili in un risparmio, in termini di energia primaria, di 2.359.577 kWh, corrispondenti a 202,92 tep, e quindi ad un beneficio economico di circa 155.213 €.

Per la riqualificazione dell'impianto, si è stimato un preventivo di spesa di 43.430,50€.

Noto il valore dell'investimento e quello del beneficio, si è eseguito il calcolo del pay-back che vede il rientro dell'investimento in poco più di tre mesi.

L'implementazione del free cooling porta a benefici anche per quanto riguarda l'ottenimento dei TEE che risultano essere di circa 681,81 TEE, per un valore in euro stimato di 95.453,4 €.

Anche l'impatto ambientale è stato oggetto di analisi giungendo alla conclusione che, con l'implementazione del free cooling, l'emissione di CO₂ si riduce di un valore pari a 771 T_{CO2}.

Bibliografia

Aeronautica Militare. (1991-2010). *La radiazione solare globale e la durata del soleggiamento in Italia dal 1991 al 2010* . Tratto da www.clima.meteoam.it.

ARPA PUGLIA. (2017, 02 03). *Tema Ambientale Agenti Fisici Attività Specifica - Servizio Meteo*. Tratto da www.arpa.puglia.it:
<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/serviziometeo>

Atlante climatico. (1971-2000). www.clima.meteoam.it.
Tratto da Tabelle climatiche 1971-2000.

Comitato Termotecnico Italiano. (1994). UNI TS 11349. *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici*.

Comitato Termotecnico Italiano. (2006). UNI EN ISO 7730. *Ambienti termici moderati. Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico*.

Deliberazione 27 ottobre 2011 - EEN 9/11. (2011, 12 29). *Testo risultante dalle modifiche e integrazioni apportate con deliberazioni 24 novembre, EEN 12/11 e 29 dicembre 2011, EEN 14/11*.

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 1. (2013, 01 02). DECRETO 28 dicembre 2012. *Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni*.

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 13. (1991, 01 16). Legge 9 gennaio 1991, n.10. *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*.

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 149. (2013, 04 16). D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74. *Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 154. (2008, 07 03). D. Lgs. 30 maggio 2008, n. 115. *Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 165. (2014, 07 18). D. Lgs. 4 luglio 2014, n. 102. *Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 168. (2012, 07 20). D. Lgs. giugno 2012, n. 104. *Attuazione della direttiva 2010/30/UE, relativa all'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relativa ai prodotti.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 205. (2004, 09 01). D. M. 20 luglio 2004. *Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all'art. 16, comma 4, del D.Lgs. 23 maggio 2000, n. 164.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 55. (2011, 03 08). D. Lgs. 16 febbraio 2011, n. 15. *Attuazione della direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 71. (2011, 03 28). D. Lgs. 3 marzo 2011, n. 28. *Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 79. (2013, 04 04). D. Lgs. 13 marzo 2013, n. 30. *Attuazione della direttiva 2009/29/CE che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra.*

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n.162. (2015, 06 24). D.M. 26 giugno 2015 - Ministero dello Sviluppo Economico. *Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.*

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 114/64. (2006, 04 27). Direttiva 006/32/CE del 5 aprile 2006. *concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio.*

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 140/63. (2009, 06 05). Direttiva 2009/29/CE del 23 aprile 2009. *che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra.*

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 153/1. (2010, 06 18). Direttiva 2010/30/UE del 19 maggio 2010. *concernente l'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relative ai prodotti.*

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 285/10. (2009, 10 31). Direttiva 2009/125/CE del 21 ottobre 2009. *relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia.*

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 315/1. (2012, 11 14). Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012. *sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.*

GETRAG S.p.A. (2016, 06 30). *Dichiarazione ambientale EMAS - 2015.* Tratto da www.getrag.com:
http://www.getrag.com/media/departments/qehs/environmental_statements/GETRAG_Umwelterklaerung_2015_Italien.pdf

GSE. (2016). Tratto il giorno 02 21, 2017 da www.gse.it:
<http://www.gse.it/it/salastampa/news/Pages/Certificati-Bianchi-pubblicato-il-Rapporto-Annuale-2016.aspx>

Manuale tecnico TRANE. (1999, 06 24). Manuale tecnico TRANE. *Manuale tecnico TRANE CVGF-SVU02B-IT.*

Manuale tecnico YORK. (2002, 03 11). Manuale tecnico YORK YCAS 0905 EB.

Manuale tecnico YORK. (2012, 07 20). Manuale tecnico YORK: YK EPIW Q7 5EMG+VSD.

Ministero dello sviluppo economico. (2016, Giugno). *Relazione sulla situazione energetica nazionale - 2015.* Tratto il giorno 02 15, 2017 da Ministero dello sviluppo economico:
<http://www.sviluppoeconomico.gov.it/index.php/it/per-i-media/pubblicazioni/2034812-relazione-sulla-situazione-energetica-nazionale-2015>

Rapporto ISPRA 212/2015. (2015). Fattori di emissione atmosferica di CO2 e sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico.

Scheda tecnica R-134a. (2017, 03 13). *Scheda tecnica R-134a*. Tratto da www.ctrgroup.it:
<http://www.ctrgroup.it/download/Schede%20Tossicologiche/R-134a/Italiano/Us%20e%20Scheda%20tecnica-%20R134a-%20Italiano.pdf>

Scheda tecnica R407C. (2017, 03 13). *Scheda tecnica R407C*. Tratto da www.gas-servei.com:
http://www.gas-servei.com/images/Scheda_tecnica_R407C_ITALIANO.pdf