



La Venaria Reale

CONSORZIODI VALORIZZAZIONE CULTURALE

Piazza della Repubblica 4 - 10078 - La Venaria Reale (TO)

tel. (+39) 011.4992300 - fax (+39) 011.4322763

www.lavenaria.it - ufficio.gare@pec-lavenariareale.it

P.IVA 09903230010 - C.F. 97704430012

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE
PRESSO LE GRANDI CENTRALI DEL COMPLESSO MONUMENTALE
DELLA REGGIA DI VENARIA REALE
GIC 527500BB2 - CUP E37H13001690006

IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROFESSIONALE:

TECSE ENGINEERING
STUDIO ASSOCIATO

TECSE ENGINEERING Studio Associato (Capogruppo Mandatario)

C.so MONTE CUCCO, 73/D - 10141 - TORINO

tel. (+39) 011 3842231 - fax. (+39) 011389585

www.tecse-engineering.com - info@tecse-engineering.com

P.IVA 09576570015

Legale Rappresentante:

Ing. Franco Betta



Dott. BETTA Ing. FRANCO

ORDINE INGEGNERI

3642

PROVINCIA DI TORINO

Cogenera
società di ingegneria

COGENERAZIONE s.r.l. (Componente Mandante)

Via Le Ghiselle, 12 - 25014 - CASTENEDOLO (BS)

tel. (+39) 030 2130071 - fax. (+39) 0302130920

www.cogenera.it - info@cogenera.it

P.IVA 03268340175

Legale Rappresentante:

P.I. Marco Scaroni



STUDIO A&A - ARCHITETTI E ASSOCIATI

Via Giolitti N°55 - 10123 - TORINO

tel. (+39) 011 8127588 - fax. (+39) 0118127588

www.aenda.it - ugo.vaudetti@hotmail.it

P.IVA 07439210019

Legale Rappresentante:

Ing. Ugo Vaudetti

Il Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Maurizio Reggi

Il Referente Tecnico della Committenza:

Ing. Giorgio Ruffino

N°	AGGIORNAMENTI	COMPILATORE	CONTROLLORE	DATA
-	EMISSIONE	Ing. Fabrizio BETTA	Ing. Franco BETTA	12/09/2014
1				
2				
3				
4				
5				

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA ED ILLUSTRATIVA
CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE
QUADRO ECONOMICO

FILE: TS814_ESEC_A.pdf	COMPILATORE Ing. Fabrizio BETTA	SCALA ***	ELABORATO A
PROGETTO TS 814	CONTROLLORE Ing. Franco BETTA	DATA 12/09/2014	

INDICE:

1.0 AMMODERNAMENTO DEGLI IMPIANTI TERMICI ED ELETTRICI FINALIZZATO ALLA RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI.....	2
1.1. PREMESSA	2
1.2. PRESUPPOSTI TECNICI ED ECONOMICI DELL'INTERVENTO.....	3
1.3. OBIETTIVI DEL PROGETTO	3
1.4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
1.5. REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE	8
1.5.1. Alto rendimento energetico della cogenerazione	8
1.5.2. Caratteristiche tecniche e vantaggi economici	8
1.5.3. Installazione di un cogeneratore da 835 kW _e e 999 kW _t	10
1.5.4. Presupposti tecnici ed economici dell'intervento	10
1.5.5. Obiettivi del progetto	11
1.5.6. Oggetto dei lavori e limiti della fornitura	12
1.5.7. Misure di mitigazione sotto l'aspetto acustico	12
1.5.8. Misure di mitigazione dell'inquinamento atmosferico.....	13
1.5.9. Verifica del riconoscimento della cogenerazione ad alto rendimento	14
1.5.10. Caratteristiche progettuali	15
1.5.11. Regime di funzionamento dell'impianto	18
1.5.12. Calcolo del rendimento globale (η globale) e del PES	19
1.5.13. Il Rendimento Globale	19
1.5.14. Riduzione gas effetto serra	25
1.5.15. Vincoli autorizzativi.....	26
1.6. IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA DEI VETTORI ENERGETICI	28
1.7. IMPLEMENTAZIONE DEL MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLE EMISSIONI	28
1.8. UTILIZZO DELL'ACQUA DI PESCHIERA PER IL CICLO DI REFRIGERAZIONE.....	28
1.9. OPERE COMPLEMENTARI CONNESSE AL CICLO DI REFRIGERAZIONE	29
1.10. COSTI PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE CON SISTEMA DI UTILIZZO ACQUE DELLA PESCHIERA PER L'IMPIANTO DI REFRIGERAZIONE.....	30
2.0 PREZZIARI UTILIZZATI PER L'ESTIMAZIONE DELL'OPERA.....	31
3.0 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE	32
4.0 ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO ESECUTIVO	33
5.0 QUADRO ECONOMICO DELL'INVESTIMENTO	34

1.0 AMMODERNAMENTO DEGLI IMPIANTI TERMICI ED ELETTRICI FINALIZZATO ALLA RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI

1.1. PREMESSA

Il Complesso della Reggia di Venaria Reale gode di un'impostazione centralizzata degli impianti di produzione e di fornitura d'energia; il progetto e la realizzazione degli impianti sono stati il primo atto dell'intervento di ristrutturazione. Su Viale Carlo Emanuele, nel Parco Basso dei Giardini Reali, sono state costruite Le Grandi Centrali ove si concentra la produzione di energia termica a valle della fornitura di gas, la distribuzione di energia elettrica in media tensione e di acqua potabile.

Questo importante polo energetico comprende: quattro generatori di calore con potenza di 1.800 KW per la produzione di acqua calda utilizzata dagli impianti di condizionamento ambientale, tre gruppi frigo che permettono il mantenimento ad una bassa temperatura dell'acqua necessaria al condizionamento estivo degli ambienti, cabine di trasformazione e di smistamento della corrente elettrica e sistemi di controllo degli impianti di produzione di energia.

L'energia elettrica, sempre in media tensione, viene distribuita dalle Grandi Centrali a cinque sotto-centrali denominate **Alfieri, Scuderie, Citroniera, Canoniche e Garove** che la trasformano in energia elettrica in bassa tensione e servono le relative zone di competenza della Reggia. La stessa cosa avviene per la distribuzione dei fluidi caldo e freddo utilizzati per il riscaldamento e raffrescamento della Reggia.

Al fine della riduzione dei consumi, l'Ufficio Conservazione e Tecnico ha predisposto un Progetto Preliminare che si articola in più interventi correlati.

Tali interventi, sinteticamente, si articolano in:

- realizzazione di un impianto di cogenerazione:
 - installazione di un cogeneratore da 835 KW elettrici e 999 KW termici, per un totale di
1.834 KW equivalenti;
 - ristrutturazione e revisione torri di raffreddamento e gruppo pompe prelievo acque della "Peschiera";
 - utilizzo dell'acqua della "Peschiera" per il ciclo di refrigerazione;
 - implementazione del sistema di misura dei vettori energetici;
 - realizzazione di un sistema di rilevamento fumi generati di gruppi energetici risultanti.

Per sviluppare i successivi atti progettuali relativi all'impianto di cogenerazione (progettazione definitiva, coordinamento sicurezza, direzione lavori) è stata indetta un'apposita gara in data 07/08/2013 per l'affidamento a soggetti provvisti di specifiche competenze.

Aggiudicatario della gara è risultato essere il R.T.P. composto da TECSE ENGINEERING Studio Associato (capogruppo mandatario), COGENERA s.r.l. (componente mandante), Studio A&A Architetti e Associati (componente mandante), che qui illustra la realizzazione dei "desiderata" della Committenza.

1.2. PRESUPPOSTI TECNICI ED ECONOMICI DELL'INTERVENTO

Le motivazioni che spingono a realizzare interventi di riqualificazione tecnologica radicali su impianti esistenti con importanti investimenti di capitale sono da ritrovarsi principalmente in tre fattori:

- riduzione dei consumi energetici;
- riduzione dell'emissione inquinante;
- ottimizzazione del sistema di manutenzione.

La cogenerazione (ovvero la produzione combinata di energia elettrica e termica di recupero) è oggi una soluzione tecnologica particolarmente interessante dal punto di vista della riduzione del consumo energetico e dell'emissione inquinante in quanto comporta, correttamente dimensionata e inserita nel contesto impiantistico, lo sfruttamento ottimale dell'energia primaria fossile. Dal punto di vista manutentivo la cogenerazione da un lato richiede l'esecuzione di programmi di manutenzione specifici per le apparecchiature installate ma dall'altro riduce il carico di lavoro dei sistemi tradizionali (caldaie e bruciatori) allungandone la vita utile. Il nuovo sistema cogenerativo deve essere calato nella particolare realtà impiantistica del sito della Reggia di Venaria, per cui le soluzioni tecniche proposte terranno conto dei vincoli emissivi e di impatto presenti sul sito.

1.3. OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto in esame consiste nell'installazione di un gruppo cogeneratore per produzione combinata di energia elettrica e termica. Tale intervento si configura come opera di riqualificazione tecnologica del patrimonio impiantistico, realizzando un sistema di "cogenerazione", ovvero di produzione contemporanea di acqua calda ed energia elettrica.

1.4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti dovranno essere realizzati a "perfetta regola d'arte" ed in osservanza a tutte le leggi, prescrizioni e norme che regolano la qualità, la sicurezza e le modalità di esecuzione e installazione degli impianti stessi. In particolare saranno osservate le seguenti leggi, regolamenti e norme:

Norme in materia di impianti termici

- Decreto del Ministero dell'Interno 13 luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi".
- D.D. 21 novembre 2011, n. 362 della Regione Piemonte - D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 - Autorizzazione di carattere generale per le emissioni in atmosfera provenienti da stabilimenti in cui sono eserciti impianti di climatizzazione.
- Deliberazione Regionale 11 gennaio 2007, n. 98-1247 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico). Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ai sensi degli articoli 8 e 9 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351.
- D.Lgs 3 agosto 2009 nr. 106 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs 9 aprile 2008 nr. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DM n. 37/08 – "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.

248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”.

- Legge n° 186 del 1 marzo 1968 – “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici”.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69;
- DECRETO LEGISLATIVO 29 giugno 2010, n. 128. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
- DM 13 luglio 2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione di motori a combustione interna”
- Delibera Consiglio Comunale n° 122 del 26/10/2005 “Piano di zonizzazione acustica del Comune di Venaria”;
- DCR 46-11968 di attuazione della Legge Regionale n° 43 del 07/04/2000;
- Norme UNI applicabili;
- D.P.R. n. 1208/66 – Modifiche alla vigente disciplina normativa in materia di apparecchi di alimentazione per generatori di vapore aventi potenzialità specifica superiore a 20 KG per mq e per ora;
- D.M. 1 Dicembre 2004 n. 329 – Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93;
- Decreto Legislativo n° 93 del 25/02/2000 - Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione.

Norme in materia di prevenzione incendi:

- Decreto 9 del marzo 2007 *“Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco”*;
- Decreto 16 del febbraio 2007 *“Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”*;
- D.M. 22/02/2006, – *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”*;
- D.M. 10/03/1998 – *“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”*
- Legge 7/12/1984, n.818 *“Nulla-osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli articoli 2 e 3 della Legge 4/03/1982, n.66 e norme integrative dell'Ordinamento del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco”*
- D.M. 30/11/1983, - *“Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi”*;
- D.M. 16/02/1982, - *“Modificazioni del Decreto Ministeriale 27 settembre 1965 , concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”*;

Norme di progettazione:

- Decreto 22 febbraio 2006 – *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”* (GU n. 51 del 2-3-2006).
- D.P.R. 30 giugno 1995, n.418;
- D.M. 20 maggio 1992, n.569;
- D.P.R. 19/03/1956, n.303 – *“Norme generali per l'igiene del lavoro”*;
- Regio Decreto 07/11/1942, n.1564;

Norme in materia di sicurezza in cantiere:

- D.lgs. 3 agosto 2009, n. 106 - *“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*
- D.lgs. 09/06/2008 n. 81 - *“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;*
- D. Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 - *“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.*

Norme in materia di LL.PP.:

- D.P.R. 5/10/2010, n. 207 e s.m.i. *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del codice dei contratti pubblici”*
- D.lgs. 11/09/2008, n.152 *“Ulteriori modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante il codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, a norma dell'articolo 25, comma 3, della legge 18 aprile 2005, n. 62 (G.U. n. 231 del 2 ottobre 2008 - in vigore dal 17 ottobre 2008”;*
- D.lgs. 31/07/2007, n. 113 *“Disposizioni correttive e integrative del d.lgs. n. 163 del 2006 ...” (2° correttivo);*
- D.lgs. 26/01/2007, n. 6 *“Disposizioni correttive e integrative del d.lgs. n. 163 del 2006 ...” (1° correttivo);*
- D.lgs. 12/06/2006 n.163 *“Codice dei Contratti Pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”;*

Norme in materia di impianti:

- D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i. – *“Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici” - (Gazzetta ufficiale 12/03/2008 n. 61);*
- Legge 05/03/1990, n.46 - *“Norme per la sicurezza degli impianti”* (per i soli articoli 8, 14, 16);
- Regolamento (CEE) n. 244/2009 della Commissione del 18 marzo 2009 recante modalità di applicazione della direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade non direzionali per uso domestico

Norme di progettazione strutturale/sismica (Nazionale):

- Circolare 05/08/2009 Min. Infrastrutture e Trasporti – *“Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248. (09A09857)”* (GU n. 187 del 13-8-2009);
- Circolare 02/02/2009, n.617 Min. Infrastrutture e Trasporti – *“Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni, di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”* (Supplemento ordinario n. 27 della Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26/02/2009);
- circolare 11/12/2009 Min. Infrastrutture e Trasporti – *“Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - ULTERIORI CONSIDERAZIONI ESPLICATIVE”* (G.U. n. 297 del 22/12/2009);
- D.M. 14/01/2008 – *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”* (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008);
- Eurocodice 1 – *“Azioni sulle strutture”;*
- Eurocodice 2 – *“Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;*
- Eurocodice 3 – *“Progettazione delle strutture in acciaio”;*
- Eurocodice 4 – *“Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo”;*
- Eurocodice 5 – *“Progettazione delle strutture in legno”;*
- Eurocodice 6 – *“Progettazione delle strutture in muratura”;*
- Eurocodice 8 – *“Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;*

- Decreto del Capo Dipartimento della PROTEZIONE CIVILE del 21/10/2003 – *“Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante 'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica’”, (Pubblicato sulla G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003), (individuazione delle tipologie degli edifici d'interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale, di competenza statale, attuazione dell'articolo 2 dell'Ordinanza);*
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e s.m.i. (in vigore per quanto riguarda la sua appendice, Allegato 1 - Classificazione sismica dei comuni italiani.);*
- D.M. 11/03/1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere fondazione”;*
- D.M. 20/11/1987 *“Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;*
- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 *“Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;*
- Legge 5/11/1971, n.1086 – *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;*
- Norme UNI E 14.07.000.0 "Zincatura a caldo";

Istruzioni in ambito strutturale:

- CNR 10011/86 – *“Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”;*
- CNR-UNI 10022/84 – *“Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo”;*
- CNR 10024/86 – *“Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.*
- CNR-UNI 10011/97 – *“Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”.*
- CNR 10030/87 – *“Anime irrigidite di travi a parete piena”.*
- CNR-UNI 10016/2000 *“Travi composte acciaio – calcestruzzo. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione”;*

Norme di progettazione strutturale/sismica (Regione Piemonte):

- Circolare del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2004, n. 1/DOP - D.G.R. 61-11017 del 17/11/03 *“Prime disposizioni in applicazione dell'ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/02/2003 recante primi elementi in materia di criteri generali per classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per costruzioni in zona sismica) – Indicazioni procedurali” (Bollettino Ufficiale n. 17 del 29 / 04 / 2004);*
- *“Nuove Norme Tecniche e Classificazione sismica dei Comuni Piemontesi” - Integrazioni alla nota pubblicata sul BUR n. 45 del 10/11/2005 (Bollettino Ufficiale n. 48 del 1 / 12 / 2005);*
- Deliberazione della Giunta Regionale 17 novembre 2003 n. 61-11017 – *“Prime disposizioni in applicazione dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20/03/03 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (Bollettino Ufficiale n. 48 del 27 / 11 / 2003);*
- Deliberazione della Giunta Regionale 23 dicembre 2003, n. 64-11402 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 - *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” - Disposizioni attuative dell'articolo 2 (Bollettino Ufficiale n. 53 del 31/12/2003);*
- Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n.11-13058 – *“Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)”, (Bollettino Ufficiale n. 7 del 18/02/10);*
- Deliberazione della Giunta Regionale 1 marzo 2010, n. 28-13422 - *“Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio piemontese approvata con d.g.r. n. 11-13058 del 19/01/2010 e ulteriori disposizioni” (Bollettino Ufficiale n. 10 del 11/03/10).*

Strutture

- C.N.R. 10024/86 del 23/07/1986 “Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”;
- D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- D.M. 11/03/1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere fondazione”;
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24/09/1988 “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpe, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 “Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- Conformità alle norme europee EN 10025/92 sulla certificazione dei materiali e delle lavorazioni;
- CNR UNI 10016 “Travi composte acciaio – calcestruzzo. Istruzioni per il calcolo e l’esecuzione”;
- CNR UNI 10011 “Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione e la manutenzione”;
- Norme CNR – UNI 10022 “Profilati formati a freddo: istruzioni per l’impiego nelle costruzioni”;
- Norme UNI E 14.07.000.0 “Zincatura a caldo”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e s.m.i.;
- Delibera Giunta Regione Piemonte n° 64/11402 del 23/12/2003, disposizioni attuative dell’Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20/03/2003;
- Eurocodice n. 2 – Progettazione delle strutture cementizie;
- Eurocodice n. 3 – Progettazione di strutture in acciaio;
- Eurocodice n. 4 – Regole comuni unificate per le strutture composite in acciaio e calcestruzzo;
- Eurocodice n. 5 – Regole comuni unificate per le strutture in legno;
- Eurocodice n. 8 – Strutture in zone sismiche – Progetto;
- D.M. 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”.

1.5. REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE

La cogenerazione è una tecnologia che consente di co-generare cioè di generare contemporaneamente due forme di energia, che nello specifico sono energia termica ed energia elettrica, sfruttando un'unica fonte di energia primaria (metano, gasolio, biodiesel, cippato, ecc...). Sostanzialmente è un motore che sfrutta l'energia chimica di un combustibile per azionare un alternatore che produrrà energia elettrica; contemporaneamente viene recuperato il calore generato dal motore e quello contenuto nei tubi di scarico, per poterlo sfruttare negli impianti di riscaldamento. Si tratta di impianti per la produzione modulabile di energia elettrica con rendimenti molto elevati.

1.5.1. Alto rendimento energetico della cogenerazione

Il modo comunemente più adoperato per stabilire il rendimento di un sistema di produzione, è quello di scrivere il rapporto tra l'energia che quel sistema è riuscito a produrre e l'energia che quel sistema ha utilizzato per poter produrla.

Nel caso di un cogeneratore si può scrivere il rendimento η come:

$$\eta = (EE + ET) / EC$$

con:

EE = energia elettrica prodotta

ET = energia termica prodotta

EC = energia termica derivante dalla combustione del combustibile

Poniamo il caso di avere un cogeneratore con un rendimento elettrico del 30% (EE/EC) e un rendimento termico del 65% (ET/EC): questo vuol dire che se l'impianto brucia una quantità di combustibile in grado di sprigionare 100 unità di energia, 30 di queste verranno trasformate in energia elettrica derivata e 65 in energia termica derivata: il rendimento finale dell'impianto sarà: $30\% + 65\% = 95\%$

Senza il cogeneratore per ottenere la stessa quantità di energia, sarebbero servite 93 unità di energia provenienti dalla centrale elettrica e 94 unità di energia provenienti dal generatore di calore a gas, per un totale di 187 unità di energia.

Occorre ancora tenere presente che un impianto convenzionale per la produzione di energia elettrica, ha un'efficienza di circa il 35%, mentre il restante 65% viene disperso sotto forma di calore, che normalmente non viene utilizzato. Con un impianto di cogenerazione invece, il calore prodotto dalla combustione non viene disperso, ma recuperato per altri usi. In questo modo la cogenerazione raggiunge un'efficienza superiore al 90% minimizzando lo spreco di energia pregiata del combustibile.

Oltre al beneficio derivante dal miglior uso del combustibile rispetto alla generazione termoelettrica tradizionale, un impianto di cogenerazione ben dimensionato consente di aumentare la sicurezza della fornitura elettrica e di migliorarne la qualità, proteggendo gli impianti da interruzioni e cali di tensione.

1.5.2. Caratteristiche tecniche e vantaggi economici

Il complesso monumentale della Reggia di Venaria deve garantire durante tutto l'anno condizioni termo-igrometriche adeguate alla salvaguardia delle opere, confort termici per i visitatori ed per il personale interno, corretta illuminazione e forza motrice con potenza adeguata ad alimentare tutte le apparecchiature elettriche. Pertanto i consumi elettrici sono pressoché costanti nelle tre fasce canoniche di suddivisione e, proprio per questo motivo, un impianto di cogenerazione potrebbe essere sfruttato al

massimo delle potenzialità permettendo il raggiungimento di alti rendimenti.

Un impianto di cogenerazione può apportare pertanto notevoli vantaggi riassumibili nei seguenti punti:

1. Gli alti rendimenti dei generatori per la produzione di fluido caldo ed energia elettrica consentono fruttare meglio la combustione gas metano.
2. La possibilità di ottenere la defiscalizzazione del combustibile utilizzato dal cogeneratore: il D.lgs del 26 ottobre 1995 n.504 regola tutte le accise riguardanti i combustibili. Nel caso di autoproduzione dell'energia elettrica, le accise e le addizionali regionali sul gas metano vengono ridotte in funzione dell'energia elettrica prodotta, secondo la formula:

$$D = K \cdot E$$

Con:

- **D** è la quantità di combustibile, in metri cubi, sulla quale viene effettuata la defiscalizzazione;
 - **K** è un coefficiente del combustibile utilizzato, il cui valore viene definito anno per anno dalla finanziaria (attualmente 0,22);
 - **E** indica la quantità di kWh prodotta dall'impianto.
3. Abbattimento delle emissioni di gas inquinanti: conseguente al maggior rendimento dell'impianto di cogenerazione rispetto ai tradizionali

E' ovvio che il costo di un impianto di cogenerazione cresce all'aumentare della potenza elettrica resa disponibile dallo stesso. Una maggiore quantità di energia elettrica prodotta implica un minor consumo di energia elettrica fornita dall'azienda energetica esterna e quindi un maggior risparmio anche in termini economici.

La realizzazione di un impianto di cogenerazione prevede i seguenti interventi:

- Installazione di una centrale di cogenerazione da 835 kW elettrici e 999 kW termici, per un totale di 1.834 kW equivalenti.
- Installazione di filtri acqua di Peschiera per la riduzione dei consumi elettrici ed in alternativa all'attuale utilizzo delle torri evaporative.
- Implementazione del sistema di misura dei vettori energetici.
- Implementazione di sistemi di analisi fumi in continuo sia sulle caldaie che sul cogeneratore.

1.5.3. Installazione di un cogeneratore da 835 kW_e e 999 kW_t

L'installazione dell'impianto di cogenerazione, il cui scopo è quello di migliorare l'assetto energetico del complesso, è finalizzato ovviamente alla riduzione della spesa complessiva di approvvigionamento dei vettori energetici del complesso della Reggia di Venaria Reale. I dati principali di riferimento sono riepilogati nella successiva tabella:

	
JENBACHER MOD J 316 GS-N.L	
Potenza elettrica	835 kW
Potenza termica recuperabile (acqua calda)	999 kW
Potenza introdotta (gas metano)	2.089 kW

Come si può notare la potenza termo-elettrica disponibile all'utenza è superiore a 1 MW (per la precisione 1,8 MW).

Oggetto del presente documento è la descrizione della soluzione tecnica individuata come meglio rispondente alle esigenze del Consorzio per la Valorizzazione Culturale della Reggia di Venaria (di seguito CVC), con particolare evidenza alle problematiche specifiche di inserimento della tecnologia scelta nel sito museale. La progettazione risponderà appieno ai dettami delle norme vigenti in materia di risparmio energetico e a tutte le normative di sicurezza, di prevenzione incendi, inquinamento atmosferico e ambientale, tenendo conto di tutte le esigenze e caratteristiche anche di manutenzione, meglio specificate in seguito.

1.5.4. Presupposti tecnici ed economici dell'intervento

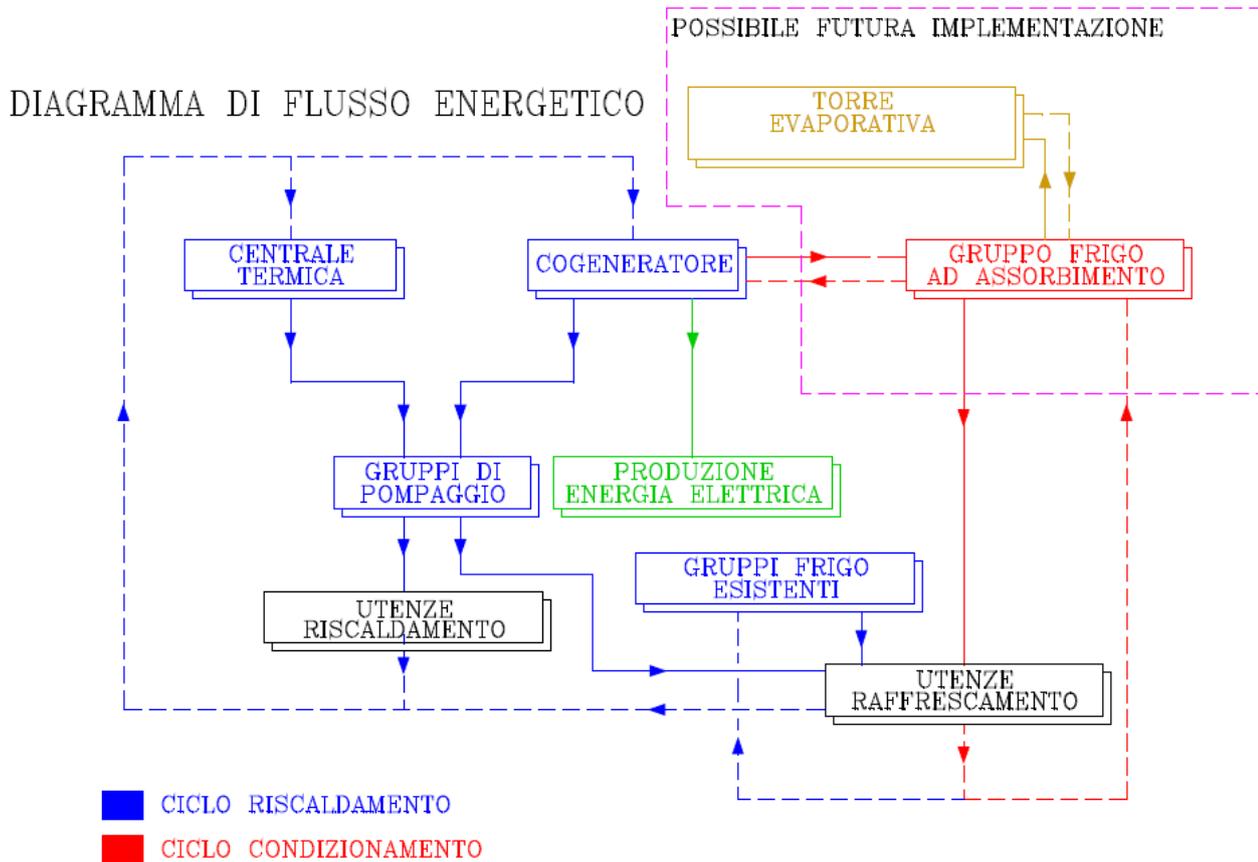
Le motivazioni che spingono a realizzare interventi di riqualificazione tecnologica radicali su impianti esistenti con importanti investimenti di capitale sono da ritrovarsi principalmente in tre fattori:

- riduzione dei consumi energetici;
- riduzione dell'emissione inquinante.
- ottimizzazione del sistema di manutenzione;

La cogenerazione (ovvero la produzione combinata di energia elettrica e termica di recupero) è oggi una soluzione tecnologica particolarmente interessante dal punto di vista della riduzione del consumo energetico e dell'emissione inquinante in quanto comporta, correttamente dimensionata e inserita nel contesto impiantistico, lo sfruttamento ottimale dell'energia primaria fossile. Dal punto di vista manutentivo la cogenerazione da un lato richiede l'esecuzione di programmi di manutenzione specifici per le apparecchiature installate ma dall'altro riduce il carico di lavoro dei sistemi tradizionali (caldaie e bruciatori) allungandone la vita utile. Il nuovo sistema cogenerativo deve essere calato nella particolare realtà impiantistica del sito della Reggia di Venaria, per cui le soluzioni tecniche proposte terranno conto dei vincoli emissivi e di impatto presenti sul sito.

1.5.5. Obiettivi del progetto

Il progetto in esame consiste nell'installazione di un gruppo cogeneratore per produzione combinata di energia elettrica e termica. Tale intervento si configura come opera di riqualificazione tecnologica del patrimonio impiantistico, realizzando un sistema di "cogenerazione", ovvero di produzione contemporanea di acqua calda ed energia elettrica.



Il sistema di cogenerazione previsto potrà essere implementato con l'installazione di un gruppo frigorifero ad assorbimento (non previsto nel presente progetto) per lo sfruttamento dell'energia termica di recupero per produzione, nel periodo estivo, di energia frigorifera (configurando così un sistema di trigenerazione). Il sistema innovativo di cogenerazione abbinato ad un gruppo frigo ad assorbimento avrà i seguenti vantaggi oltre a quelli "tradizionali":

- Migliorare le applicazioni di cogenerazione in regime di autoconsumo in termini di efficienza, flessibilità di esercizio ed emissioni.
- Fungere da riserva energetica per il servizio di condizionamento.

1.5.6. Oggetto dei lavori e limiti della fornitura

L'oggetto dei lavori previsti per la realizzazione della centrale termoelettrica su configurata prevede l'esecuzione delle seguenti opere:

Opere edili:

- Opere interne al locale designato a contenere la nuova centrale di cogenerazione per inserimento nuove apparecchiature.
- Realizzazione di nuove aperture di aerazione permanente nel locale designato alla cogenerazione.
- Demolizione di pareti interne all'attuale centrale e ricostruzione dopo il posizionamento del complesso di cogenerazione.
- Realizzazione di basamento in cemento armato svincolato per posizionamento complesso motore/alternatore con demolizione e modifica di parte dell'attuale soletta di pavimento del locale messo a disposizione.

In particolare saranno eseguite tutte le opere di adeguamento al locale di installazione della macchina di cogenerazione, in conformità al Decreto del Ministero dell'Interno 13 luglio 2011.

Opere impiantistiche meccaniche ed elettriche:

- Posa in opera del cogeneratore.
- Posizionamento della rete di scarico fumi.
- Posizionamento e allacciamento del sistema abbattimento emissioni (CATALIZZATORE + SCR).
- Posa della caldaia recupero termico e relativo allacciamento all'impianto esistente.
- Posa in opera di un elettroradiatore di emergenza.
- Opere elettriche di connessione alla distribuzione per consegna energia prodotta.
- Opere elettriche per alimentazione e controllo nuove apparecchiature.
- Realizzazione di tutte le opere non elencate ma utili per l'esecuzione dei lavori.

Considerando il contesto di installazione, tutte le opere saranno realizzate con la massima mitigazione possibile, in particolare per quanto riguarda, uscita fumi, elettroradiatore, prese d'aria, ecc.

1.5.7. Misure di mitigazione sotto l'aspetto acustico

Ai sensi della L.447/95 – Legge quadro sull'inquinamento acustico e della L.R. 25 ottobre 2000 n.52 Regione Piemonte – “Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico”, l'impianto di cogenerazione sarà realizzato in modo tale da rispettare, nell'area dove sarà ubicato i livelli assoluti e differenziali di immissione stabiliti dal Piano Classificazione Acustica del Comune di Venaria sia nel tempo di riferimento diurno che in quello notturno.

In base a tale piano, risalente ad Ottobre 2005, l'area in cui ricade il complesso della Reggia con i relativi impianti risulta in Classe IV (Aree di intensa attività umana) in quanto trattasi di area caratterizzata dalla presenza di molte persone nell'arco della giornata, per fruire delle attività in essa presenti.

Quindi, secondo il disposto della L. 447/95 art. 8.4.6, in corrispondenza del complesso storico-culturale va verificato il rispetto dei seguenti limiti:

Classe di destinazione d'uso o del territorio IV - Aree di intensa attività umana		
Valori limite	Periodo diurno (06.00 - 22.00)	Periodo notturno (22.00 - 06.00)
Valori limite di emissione - Leq in dB(A) art.2 (in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità)	60 dB(A)	50 dB(A)
Valori limite assoluti di immissione Leq in dB(A) art.3	65 dB(A)	55 dB(A)

Dove:

- valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricevitori.

I valori limite di immissione sono distinti in:

- valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

1.5.8. Misure di mitigazione dell'inquinamento atmosferico

Per il contenimento delle emissioni inquinanti l'impianto di cogenerazione previsto si avvale di differenti tecnologie. Nello specifico, sono previsti dispositivi di abbattimento a valle del motore, quali un catalizzatore ossidante per la riduzione di CO ed un catalizzatore tipo SCR per l'abbattimento degli NOX. Nello specifico verranno rispettati, ai sensi della D.D. n. 362 del 21 novembre 2011, i seguenti limiti:

COGENERATORI – MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (5% di ossigeno libero nei fumi)	
Inquinante	Limite di emissione
PM (mg/kWh)	11
NOx (mg/kWh)	135
CO (mg/Nm³)	300
NH₃ (mg/Nm³)	15

Nello specifico, il nuovo impianto di cogenerazione garantisce il rispetto dei seguenti limiti emissivi:

COGENERATORI – MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (5% di ossigeno libero nei fumi)	
Inquinante	Limite di emissione
PM (mg/Nm ³)	5
NOx (mg/Nm ³)	60
CO (mg/Nm ³)	300
NH₃ (mg/Nm ³)	15

Inoltre i sistemi di cogenerazione dovranno avere caratteristiche conformi alla vigente DGR 46-11968 del 4/8/2009, ed in particolare pari a:

- » Rendimento elettrico maggiore del **25%**,
- » Fattore di emissione per NOX \leq a **135 mg/kWh**,
- » Fattore di emissione per PT (particolato totale) inferiore a **11 mg/kWh**

Altre condizioni da rispettare contenute nello stesso documento della DGR 46-11968 sono le seguenti:

- » IRE > 0
- » LT > (1 - η ee / 0,75), per rendimento elettrico maggiore di 0,38

Si evidenzia peraltro che gli indici IRE ed LT (definiti nella Del AEEG n.42/02) sono superati dal calcolo del PES come di seguito evidenziato.

1.5.9. Verifica del riconoscimento della cogenerazione ad alto rendimento

A conclusione della presente relazione riportiamo il quadro di verifica del riconoscimento della cogenerazione ad alto rendimento, come introdotto dal D.M. 05/09/2011, che definisce il nuovo ambito di sostegno, previsto dall'art. 30 comma 11 della Legge 99/2009 per gli impianti di cogenerazione ad alto rendimento che rispondono ai criteri indicati nel D.M. 04/08/2011 e annessi allegati. Il D.M. 04/08/2011 introduce il parametro che va rispettato per poter considerare l'impianto cogenerativo come "ad alto rendimento", ovvero il parametro PES (Primary Energy Saving) che valuta il risparmio di energia primaria ottenibile dall'impianto di cogenerazione.

I valori di soglia individuati dal Decreto per tali parametri sono:

- PES maggiore o uguale al 0% - per impianti di cogenerazione di potenza inferiore a 1 MW
- Rendimento 1° principio maggiore del 75% - per impianti di cogenerazione diversi da turbine a gas

L'impianto in progetto dovrà superare tali parametri minimi.

Profilo energetico di riferimento

Per la taglia del nuovo sistema di cogenerazione è stato analizzato il consumo storico di energia elettrica e termica del complesso CVC; i dati storici sono i seguenti:

- Fabbisogno di energia elettrica (anno 2012): 6.507.593 kWh/anno;
- Fabbisogno di energia termica (energia primaria da gas metano):
 - » Invernale: 6.724.884 kWh/anno

» Estivo: 2.882.093 kWh/anno

L'attuale centrale termo-frigorifera della Reggia ha una potenzialità termica installata rispettivamente di 6.600 kWt e 3.850 kWf, a fronte delle quali sono stati individuati quali fabbisogni minimi medi 870 kWt e 750 kWf nel periodo invernale e 300 kWt e 800 kWf nel periodo estivo.

Sulla scorta dei dati suddetti si è arrivati a individuare un impianto di cogenerazione avente le seguenti caratteristiche:

- Potenze elettrica generata: 835 kW
- Potenza termica recuperata (acqua ad 90° C) recuperata: 999 kWt

Questa taglia di apparecchiatura costituisce il miglior compromesso tra potenza installata, fabbisogno dell'utenza e resa del sistema.

1.5.10. Caratteristiche progettuali

Oggetto del presente intervento è l'installazione di un impianto di produzione di energia elettrica e termica mediante l'installazione di un motore endotermico a ciclo otto alimentato a gas metano avente le seguenti caratteristiche:

SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO DI COGENERAZIONE

Dati con:			Pieno carico	Carico parziale	
Potere calorifico inferiore del gas (PCI)		kWh/Nm ³	9,5		
			100%	75%	min.
Potenza introdotta		kW	[2] 2.089	1.610	1.131
Quantità di gas		Nm ³ /h	*) 220	169	119
Potenza meccanica		kW	[1] 861	646	431
Potenza elettrica		kW el.	[4] 835	625	414
Potenza termica da dissipare			[5]		
~ Primo stadio intercooler (Circuito acqua raffreddamento motore)		kW	139		
~ Secondo stadio intercooler (Circuito a bassa temperatura)		kW	54		
~ Olio (Circuito acqua raffreddamento motore)		kW	104		
~ Acqua di raffreddamento motore		kW	306		
~ Calore insuperficie	ca.	kW	[7] 80		
Consumo specifico del motore		kWh/kWh	[2] 2,43	2,49	2,62
Consumo olio motore	ca.	kg/h	[3] 0,26	~	~
Rendimento elettrico		%	40,0%	38,8%	36,6%

*) Valore indicativo per il dimensionamento della tubazione, $Sm^3=Nm^3 \times 1,055$

[] Spiegazioni: vedi voce 0.10 - Parametri tecnici

I dati termici si riferiscono alle condizioni di riferimento riportate nell'allegato 0.10. In caso di scostamenti da queste condizioni, possono esserci variazioni nei bilanci termici. Questi scostamenti devono essere considerati nel dimensionamento dei circuiti di dissipazione (emergenza, intercooler, ...). Sulla tolleranza del +/- 8% inerente la potenza termica recuperabile si consiglia di considerare per il progetto del recupero un'ulteriore tolleranza del + 4%.

0.02 Dati Tecnici del Motore

Costruttore		GE Jenbacher
Tipo di motore		J 316 GS-C05
Ciclo di funzionamento		4-tempi
Disposizione cilindri		V 70°
Numero cilindri		16
Alesaggio	mm	135
Corsa	mm	170
Cilindrata	lit	38,93
Velocità nominale	rpm	1.500
Velocità media del pistone	m/s	8,50
Lunghezza	mm	2.852
Larghezza	mm	1.457
Altezza	mm	1.800
Peso a secco	kg	4.200
Peso pronto per l'esercizio	kg	4.690
Momento d'inerzia del volano	kgm ²	8,97
Senso di rotazione (visto lato volano)		a sinistra
Livello dist. radio sec. VDE 0875		N
Motorino d'avviam.: pot.	kW	7
Motorino d'avviam.: tensione	V	24

Potenze termiche

Potenza introdotta	kW	2.089
Intercooler	kW	193
Olio	kW	104
Acqua di raffreddamento motore	kW	306
Gas di scarico raffreddati a 180 °C	kW	376
Gas di scarico raffreddati a 100 °C	kW	483
Calore insuperficie	kW	47

Dati gas di scarico

Temperatura gas di scarico a pieno carico	°C [8]	448
Temperatura gas di scarico a BMEP= 13,3 [bar]	°C	~ 457
Temperatura gas di scarico a BMEP= 8,9 [bar]	°C	~ 472
Portata gas di scarico umido	kg/h	4.473
Portata gas di scarico secco	kg/h	4.139
Volume gas di scarico umido	Nm ³ /h	3.555
Volume gas di scarico secco	Nm ³ /h	3.140
Contropressione mass. gas di scarico all'uscita motore	mbar	60

Dati aria di combustione

Portata aria	kg/h	4.328
Volume aria	Nm ³ /h	3.349
Massima perdita di carico ammissibile filtri in aspirazione	mbar	10

0.03 Dati Tecnici del Generatore

Costruttore		STAMFORD e)
Tipo		PE 734 C e)
Potenza omologata	kVA	1.335
Potenza meccanica introdotta	kW	861
Potenza attiva a $\cos \phi = 1,0$	kW	835
Potenza attiva a $\cos \phi = 0,8$	kW	828
Potenza apparente a $\cos \phi = 0,8$	kVA	1.035
Potenza reattiva nominale a $\cos \phi = 0,8$	kVar	621
Corrente nominale a $\cos \phi = 0,8$	A	1.494
Frequenza	Hz	50
Tensione	V	400
Giri	rpm	1.500
Velocità di fuga	rpm	1.800
Fattore di potenza (ritardo – anticipo)		0,8 - 0,95
Rendimento a $\cos \phi = 1,0$	%	97,0%
Rendimento a $\cos \phi = 0,8$	%	96,2%
Momento d'inerzia del volano	kgm ²	36,33
Massa	kg	2.967
Livello dist. radio sec. VDE 0875		N
Forma costruttiva		B3/B14
Grado di protezione		IP 23
Classe d'isolamento		H
rialzo di temperatura (con potenza meccanica)		F
Temperatura ambientale massima	°C	40

Reattanze e costanti di Tempo (saturo)

x_d Reattanza sincrona secondo l'asse diretto	p.u.	1,98
x_d' Reattanza transitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0,12
x_d'' Reattanza subtransitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0,09
x_2 reattanza di sequenza inversa	p.u.	0,13
T_d'' Costante di tempo subtransitoria della corrente di c.to c.to	ms	10
T_a Costante di tempo - corrente continua	ms	20
T_{do}' Costante di tempo transitoria a vuoto	s	2,23

e) GE Jenbacher si riserva il diritto di modificare il fornitore ed il tipo di generatore. I dati tecnici del generatore potranno essere soggetti a variazioni trascurabili. La potenza elettrica erogata dichiarata verrà garantita.

L'installazione dell'impianto di cogenerazione, il cui scopo è quello di migliorare l'assetto energetico del complesso, è finalizzato ovviamente alla riduzione della spesa complessiva di approvvigionamento dei vettori energetici del complesso della Reggia di Venaria Reale.

1.5.11. Regime di funzionamento dell'impianto

L'impianto di cogenerazione è caratterizzato dai seguenti dati nominali:

potenza elettrica netta	kW	835
potenza termica recuperabile (acqua 90°C)	kW	999
potenza termica introdotta (gas metano)	kW	2089
rendimento elettrico nominale	%	39,97%
rendimento termico nominale	%	47,82%
rendimento complessivo nominale	%	87,79%

In linea teorica l'impianto di produzione di energia termica ed elettrica seguirà il seguente regime di funzionamento:

- Invernale (da ottobre ad aprile) – inseguimento termico con disponibilità di marcia: 24 ore per 183 giorni;
- Estivo (da aprile a ottobre) – inseguimento elettrico con fermo marcia al di sotto del 50% del carico termico: 15 ore per 122 giorni

Per il calcolo delle energie prodotte/recuperate si assume:

incidenza ausiliari	%	3
stima fermi accidentali e manutenzione	%	5

Evidentemente il funzionamento del cogeneratore non avverrà sempre a carico nominale. Si assumono i seguenti fattori di correzione:

ore marcia inverno (ottobre-aprile)	n	4392
ore marcia estate (aprile-ottobre)	n	1830
fc elettrico inverno	adim	0,85
fc elettrico estate	adim	1,00
quota energia termica utile inverno	%	100
quota energia termica utile estate	%	40

Di conseguenza si procede al calcolo delle energie prodotte e quella primaria introdotta in gas metano.

energia elettrica prodotta	kWh	4.787.533
energia elettrica autoconsumata	kWh	4.280.618
energia elettrica ceduta	kWh	506.915
energia termica disponibile	kWh	5.904.989
energia termica utilizzata da utenza	kWh	4.862.932
energia termica dissipata	kWh	1.042.057
energia introdotta (gas metano)	kWh	12.347.870

Infine si calcolano i rendimenti effettivi sulla base dello scenario di esercizio ipotizzato.

rendimento elettrico effettivo (base annuale)	%	38,77%
rendimento termico effettivo (base annuale)	%	39,38%
rendimento complessivo effettivo (base annu	%	78,15%

1.5.12. Calcolo del rendimento globale (η globale) e del PES

L'ambito di applicazione del D.M 5/09/2011 (art.1) si riferisce alle unità di cogenerazione:

- entrate in esercizio dopo il 31 dicembre 2010;
- entrate in esercizio tra il 7 marzo 2007 ed il 31 dicembre 2010 che soddisfino le condizioni imposte dalla Direttiva 2004/8/CE o, nel caso tali condizioni non siano soddisfatte, soddisfino le condizioni imposte dalla delibera AEEG 42/02 e s.m.i. (all'epoca vigente);
- entrate in esercizio dopo il 1° aprile 1999 e prima del 7 marzo 2007, riconosciute come cogenerative ai sensi delle norme applicabili alla data di entrata in esercizio dell'impianto.

Il D.M. 04/08/2011 introduce il parametro che va rispettato per poter considerare l'impianto cogenerativo come "ad alto rendimento", ovvero il parametro PES (Primary Energy Saving) che valuta il risparmio di energia primaria ottenibile dall'impianto di cogenerazione.

I valori di soglia individuati dal Decreto per tali parametri sono:

- PES maggiore o uguale al 0% - per impianti di cogenerazione di potenza inferiore a 1 MW
- Rendimento 1° principio maggiore del 75% - per impianti di cogenerazione diversi da turbine a gas.

1.5.13. Il Rendimento Globale

La definizione di Cogenerazione Alto Rendimento considera come "cogenerativa" l'energia elettrica/meccanica prodotta allorché tale produzione sia una funzione derivata del calore utile richiesto dal processo di valle. In altri termini, considerando il ruolo centrale dell'energia termica si potrebbe affermare che l'energia elettrica costituisce un sottoprodotto fatale dell'energia termica. Il principio è sintetizzato nelle lettere a) e b), comma 2, allegato II del decreto legislativo n.20/2007, che, riprendendo testualmente la direttiva 2004/8/CE, qualifica l'unità di cogenerazione sulla base del rendimento complessivo, η globale, imponendo le condizioni illustrate nella tabella che segue.

Tabella 1

Tipo unità	η globale $\geq 0,75$	η globale $\geq 0,80$
		Turbina a vapore a contropressione
	Turbina a gas con recupero di calore	
	Motore a combustione interna	Turbina a condensazione con estrazione di vapore
	Microturbine	
	Motori Stirling	
	Pile a combustibile	

Dove il rendimento globale è dato dal rapporto che vede al numeratore la somma dell'energia termica utile e dell'energia elettrica/meccanica totale prodotta ed al denominatore l'energia del combustibile immesso nel sistema di produzione di energia in cogenerazione. In formula:

$$\sigma_{\text{globale}} = (E + H_{\text{chp}}) / F$$

Dove:

E = Energia elettrica prodotta

H_{chp} = Energia termica utile generata ed effettivamente utilizzata in un processo a valle. Tale grandezza nello spirito della

direttiva, per ogni tipo di unità, condiziona le altre due variabili: l'energia prodotta in regime di cogenerazione e l'energia termica fornita dal combustibile anch'essa in regime di cogenerazione.

F = Energia termica immessa nell'unità da fonti esterne all'area dell'impianto di cogenerazione, con esclusione dell'apporto di energia del combustibile NON CHP () da fonti esterne all'area dell'impianto di cogenerazione utilizzata per produrre solo energia termica utile¹. Tale energia può essere immessa attraverso un combustibile o, come in alcuni casi, attraverso gas caldi o vapore provenienti da un processo di lavorazione posto a monte.

Gli impianti che soddisfano le condizioni espresse nella tabella 1 sono considerati impianti di Cogenerazione ad Alto Rendimento e tutta l'energia elettrica prodotta è considerata in regime di cogenerazione.

Nel nostro caso specifico i valori di E, H_{chp} e F sono pari a (vedi tabelle nelle pagine seguenti) :

- E: 4.788 MW;
- H_{chp}: 4.863 MW;
- F: 12.348 MW

Ne risulta un **Rendimento globale pari al 78,15%**, ovvero maggiore al valore limite al 75%.

Il PES (Primary Energy Saving)

Il PES è l'indice che quantifica il risparmio di energia primaria conseguito da un'unità di cogenerazione rispetto alla produzione separata di energia elettrica e calore, definito come:

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{CHPH}{RefH} + \frac{CHPE}{RefE}}\right) \times 100$$

Dove:

CHP H_η: Rendimento termico della produzione mediante cogenerazione definito come il rapporto tra il calore utile diviso per il combustibile di alimentazione usato per produrre la somma del calore utile e dell'energia elettrica da cogenerazione.

Ref H_η: Valore di rendimento per la produzione separata di calore secondo i parametri indicati nell' allegato V del D.M. 5 Settembre 2011.

CHP E_η: Rendimento elettrico della produzione mediante cogenerazione definito come il rapporto tra l'energia elettrica prodotta in cogenerazione () ed il combustibile di alimentazione utilizzato per produrre la somma del calore utile e dell'energia elettrica da cogenerazione.

Ref E_η: Valore di riferimento per la produzione separata di energia elettrica secondo i parametri indicati nell'allegato IV del D.M. 5 Settembre 2011. Il valore di riferimento deve essere corretto in funzione della temperatura ambiente media del sito di installazione, della tensione di rete e del rapporto tra energia auto consumata ed immessa in rete secondo le direttive indicate negli allegati VI e VII D.M. 5 Settembre 2011.

Il valore risultante del PES deve soddisfare le seguenti condizioni:

Taglia Unità	PES
>1 MWe	≥ 10 %
Unità di piccola cogenerazione (>50 kWe ≤1MWe)	> 0
Unità di micro cogenerazione (≤ 50 kWe)	> 0

I valori di rendimento di riferimento per la produzione separata di energia elettrica e di calore sono definiti, rispettivamente, nelle tabelle seguenti (allegati IV e V al DM 04/08/2011).

ALLEGATO IV

	Anno di costruzione	1996 e antec.	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 2011
Solido	Tipo di combustibile											
	Carbone fossile/coke	39,7	40,5	41,2	41,8	42,3	42,7	43,1	43,5	43,8	44,0	44,2
	Lignite/mattonelle di lignite	37,3	38,1	38,8	39,4	39,9	40,3	40,7	41,1	41,4	41,6	41,8
	Torba/mattonelle di torba	36,5	36,9	37,2	37,5	37,8	38,1	38,4	38,6	38,8	38,9	39,0
	Combustibili a base di legno	25,0	26,3	27,5	28,5	29,6	30,4	31,1	31,7	32,2	32,6	33,0
	Biomasse di origine agricola	20,0	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,4	24,7	25,0
	Rifiuti (urbani) biodegradabili	20,0	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,4	24,7	25,0
	Rifiuti (urbani e industriali) non rinnovabili	20,0	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,4	24,7	25,0
	Scisti bitumosi	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9
Liquido	Petrolio (gasolio+olio combustibile residuo), GPL	39,7	40,5	41,2	41,8	42,3	42,7	43,1	43,5	43,8	44,0	44,2
	Biocarburanti	39,7	40,5	41,2	41,8	42,3	42,7	43,1	43,5	43,8	44	44,2
	Rifiuti biodegradabili	20	21	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24	24,4	24,7	25
	Rifiuti non rinnovabili	20	21	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24	24,4	24,7	25
Gassoso	Gas naturale	50	50,4	50,8	51,1	51,4	51,7	51,9	52,1	52,3	52,4	52,5
	Gas di raffineria/idrogeno	39,7	37,5	38,3	39	39,6	40,1	40,6	41	41,4	41,7	42
	Biogas	36,7	37,5	38,3	39	39,6	40,1	40,6	41	41,4	41,7	42
	Gas cokeria, gas altoforno, altri rifiuti gassosi, calore residuo recuperato	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

ALLEGATO V

	Tipo di combustibile:	vapore/acqua calda	Utilizzo diretto dei gas di scarico (1)
Solido	Carbone fossile/coke	88	80
	Lignite/mattonelle di lignite	86	78
	Torba/mattonelle di torba	86	78
	Combustibili a base di legno	86	78
	Biomasse di origine agricola	80	72
	Rifiuti (urbani) biodegradabili	80	72
	Rifiuti (urbani e industriali) non rinnovabili	80	72
	Scisti bitumosi	86	78
Liquido	petrolio (gasolio + olio combustione residuo), GPL	89	81
	Biocarburanti	89	81
	Rifiuti Biodegradabili	80	72
	Rifiuti non rinnovabili	80	72
Gassoso	Gas naturale	90	82
	Gas di raffineria/idrogeno	89	81
	Biogas	70	62
	Gas di cokeria, gas di alto forno+altri rifiuti gassosi	80	72
(1) devono essere utilizzati i valori che si applicano al calore diretto se la temperatura è pari o superiore a 250°C			

Al valore di rendimento di riferimento per la produzione separata di energia elettrica si applicano i fattori di correzione di cui all'allegato VI di seguito riportato:

Zona climatica	Temperatura media (°C)	Fattore di correzione in punti percentuali
Zona A: Valle d'Aosta; Trentino Alto-Adige; Piemonte; Friuli-Venezia Giulia; Lombardia; Abruzzo; Emilia-Romagna; Liguria; Umbria; Molise; Toscana	11,315	0,369
Zona B: Lazio; Campania; Basilicata; Puglia; Calabria; Sardegna; Sicilia	16,043	-0,104

il valore risultante è rettificato con i fattori di correzione di cui all'allegato VII di seguito riportato:

Tensione di collegamento alla rete elettrica	Per l'energia elettrica esportata verso la rete	Per l'energia elettrica consumata in loco
>200 kV	1	0,985
100-200 kV	0,985	0,965
50-100 kV	0,965	0,945
0,4-50 kV	0,945	0,925
<0,4 kV	0,925	0,86

- I fattori di correzione di cui all'allegato VI non si applicano alla tecnologia di cogenerazione con celle a combustibile.
- I fattori di correzione di cui all'allegato VII non si applicano ai combustibili a base di legno e al biogas.
- Se l'unità di cogenerazione utilizza più combustibili, i valori di rendimento di riferimento per la produzione separata sono pari alla media ponderale dei rendimenti di riferimento di cui agli allegati IV e V relativi ai singoli combustibili, calcolata assumendo come peso, per ciascun combustibile, il relativo contenuto energetico.

Ai fini del DM 04/08/2011, la cogenerazione ad alto rendimento è verificata quando:

- a) la produzione mediante cogenerazione delle unità di cogenerazione fornisce un risparmio di energia primaria, calcolato in conformità al punto 3, pari almeno al 10%;
- b) la produzione mediante unità di piccola cogenerazione e di micro-cogenerazione che forniscono un risparmio di energia primaria è assimilata alla cogenerazione ad alto rendimento.

Nel caso in esame, sulla base delle specifiche tecniche della sezione cogenerativa e sulle modalità di funzionamento, si ottiene un indice **PES = 18,6%**.

Bilancio energetico elettrico/termico		
Energia elettrica prodotta	4.787.533,46	kWh
Energia elettrica autoconsumata	4.280.618,15	kWh
Energia elettrica ceduta	506.915,31	kWh
Energia termica prodotta	5.904.989,10	kWh
Energia termica utile	4.862.932,20	kWh
Energia termica dissipata	1.042.056,90	kWh
Energia di alimentazione	12.347.870,10	kWh

Parametri per il calcolo del PES		
CHPH η	0,394	
Ref H η	0,900	Allegato V
CHPE η	0,388	
Ref E η	0,490	
Ref E η di riferimento	52,5	Allegato IV
Temperatura ambientale	0,369	Allegato VI
Fattore correzione cessione in rete	0,945	Allegato VII
Fattore correzione consumo in loco	0,925	Allegato VII

Conseguentemente, ai sensi dell'allegato III del D.M. 04 Agosto 2011, è possibile definire che l'impianto in oggetto è di tipo cogenerativo ad alto rendimento.

Bilanci di esercizio

Il funzionamento dell'impianto di cogenerazione copre gli attuali fabbisogni come da tabella successiva.

fabbisogno energia elettrica attuale	kWh	6.507.593
fabbisogno energia termica primaria attuale (gas)	kWh	9.606.977
rendimento medio di produzione termica		0,85
fabbisogno energia termica utile inverno	kWh	5.716.151
fabbisogno energia termica utile estate	kWh	2.449.779
copertura fabbisogno elettrico		65,78%
copertura fabbisogno termico		59,55%

Risparmio di energia primaria

L' stesso D.M 5/09/2011 stabilisce le modalità di calcolo della quantità di Energia primaria risparmiata, ovvero:

$$\text{RISP: } (E_{chp}/\eta_e \text{ rif}) + (H_{chp}/\eta_t \text{ rif}) - F$$

Dove:

RISP: è il risparmio di energia primaria, espresso in MWh, realizzato dall'unità di cogenerazione.

ECHP: è l'energia elettrica, espressa in MWh, prodotta dall'unità di cogenerazione.

HCHP: è l'energia termica utile, espressa in MWh, prodotta dall'unità di cogenerazione.

η_e rif: è il rendimento medio convenzionale del parco di produzione elettrica italiano, assunto pari a 0,46: Tale valore deve essere corretto per le perdite di rete evitate con gli stessi coefficienti e la medesima procedura adottata per il calcolo del PES. La percentuale di energia elettrica autoconsumata da tenere in conto è quella riferita alla produzione totale in regime CAR.

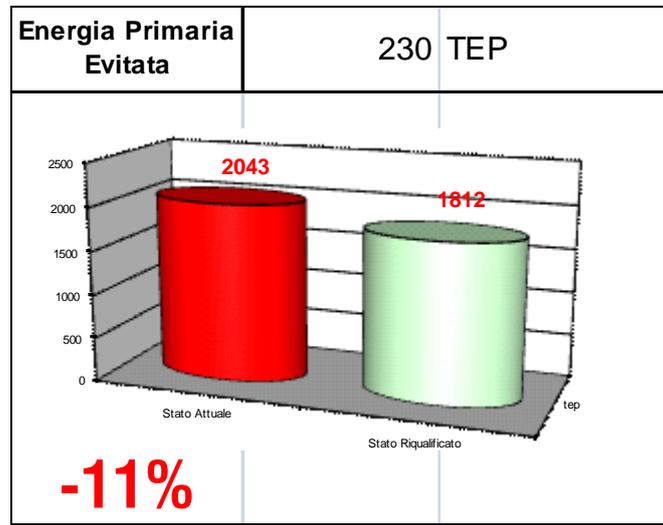
η_t rif: è il rendimento medio convenzionale del parco di produzione termico italiano, assunto pari a 0,82 nel caso di utilizzo diretto dei gas di scarico; 0,90 nel caso di produzione di vapore / acqua calda;

F: è l'energia, espressa in MWh, del combustibile utilizzato dall'unità di cogenerazione.

La successiva tabella evidenzia il confronto tra lo scenario di riferimento tradizionale e l'assetto cogenerativo con riferimento alle condizioni di esercizio ipotizzate.

I parametri di riferimento sono: 1 MWh termico corrisponde a 0,086 TEP; 1 MWh elettrico corrisponde a 0,187 TEP.

Energia primaria stato attuale	2.043 tep
Energia primaria stato riqualificato	1.812 tep



1.5.14. Riduzione gas effetto serra

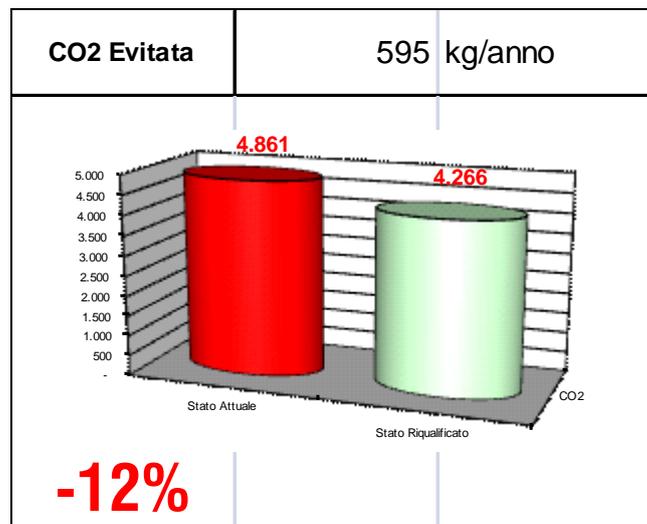
Quando si parla di RISPARMIO ENERGETICO si usa evidenziare il risparmio che un impianto di produzione di energia rende possibile in termini di mancata emissione di CO₂ in atmosfera. La quantità di CO₂ risparmiata viene indicata in Kg (come del resto si fa per evidenziare le emissioni in ambito automobilistico). Per quanto riguarda la mancata emissione di CO₂, bisogna considerare in che modo viene prodotta l'energia in Italia, ovvero il cosiddetto "mix energetico nazionale", il quale rappresenta le quote di produzione di energia per le varie tecnologie impiegate.

Per il nostro Paese il fattore di conversione è pari a 0,45 tonnellate di CO₂ emesse per ogni MWh prodotto (Rapporto ambientale ENEL 2009).

La successiva tabella evidenzia il confronto tra lo scenario di riferimento tradizionale e l'assetto cogenerativo con riferimento alle condizioni di esercizio ipotizzate.

I parametri di riferimento sono: 1 kWh termico corrisponde a 0,201 kgCO₂; 1 kWh elettrico corrisponde a 0,45 kgCO₂.

Emissioni CO ₂ stato attuale	4.861 tonn/anno
Emissioni CO ₂ stato riquilibrato	4.266 tonn/anno



1.5.15. Vincoli autorizzativi

Premessa

La fase di progettazione definitiva è stata finalizzata ad individuare la soluzione e/o configurazione impiantistica ottimale per l'ottenimento delle principali autorizzazioni alla costruzione ed esercizio dell'impianto. Nello specifico, per il presente intervento devono essere intrapresi i seguenti iter:

- Autorizzazione Comunale per la produzione di energia elettrica ai sensi del D.Lgs. 11 maggio 2008 n. 115, D.Lgs. 8 febbraio 2007, n. 20;
- procedura autorizzativa comunale presso il Settore Ambiente del Comune di Venaria;
- comunicazione corredata di elaborati grafici "demolizioni e costruzioni" presso Ente Parco Regionale della Mandria;
- comunicazione corredata di elaborati grafici "demolizioni e costruzioni" presso Sovrintendenza ai Beni Ambientali;
- comunicazione corredata di elaborati grafici "demolizioni e costruzioni" presso Sovrintendenza ai Beni Archeologici;
- pratica presso Sportello Ambiente della Provincia di Torino di emissioni atmosferiche (D.Lgs. 152/2006) secondo la prescrizioni della delibera Regionale DD 21/11/2011 n. 362 (Codice 362);
- procedure di prevenzione incendi con pratiche progettuali per l'approvazione da parte del Comando Provinciale dei Vigili de Fuoco e successivo rilascio certificato prevenzione incendi;
- pratica INAIL (ex ISPESL);
- valutazione previsionale del clima acustico e del rispetto dei requisiti acustici degli edifici;
- relazione tecnica di verifica di impianto cogenerativo ad alto rendimento (CAR);
- pratica presso AdD (Agenzia delle Dogane);
- comunicazione GSE completo del calcolo di verifica del riconoscimento della cogenerazione al alto rendimento secondo i criteri del D.M. 04/08/2011;
- pratica TICA con distributore locale di energia elettrica.

Al fine di predisporre correttamente i set documentali da allegare alle istanze di autorizzazione sopra richiamate, si è provveduto ad effettuare le idonee verifiche tecniche di fattibilità di seguito riportate.

Una parte degli iter sono stati avviati e richiesti con il livello di progettazione definitiva, i rimanenti saranno da concludere al collaudo provvisorio dell'impianto e pertanto l'Appaltatore sarà tenuto a consegnare alla Direzione Lavori tutti i documenti, certificati e dichiarazioni di conformità necessari per la conclusione di tutte le istruttorie presso gli Enti aventi merito.

Verifica adduzione gas

Si è proceduto a verificare che la portata massima dell'impianto, complessivamente pari a circa 220 mc/h, è disponibile in sito tramite stacco dal collettore a servizio della centrale termica esistente. Tale intervento richiede tuttavia l'installazione di un nuovo gruppo di riduzione presso la cabina di consegna in modo da garantire una pressione compatibile con il range ammesso in ingresso dal modulo cogenerativo (80-200 mbar).

Data la natura del sito ed i vincoli a cui è sottoposto, è stata verificata la compatibilità paesaggistica del progetto, garantita dall'assenza di apparecchiature visibili agli utenti del sito museale.

Verifica impatto paesaggistico

Data la natura del sito ed i vincoli a cui è sottoposto, è stata verificata la compatibilità paesaggistica del progetto, garantita dall'assenza di apparecchiature visibili agli utenti del sito museale, in quanto tutte le apparecchiature oggetto del presente

appalto sono ubicate in locali tecnici specifici interrati.

Verifica impatto ambientale

È stata verificata la compatibilità ambientale del progetto con particolare riferimento alla qualità e quantità delle emissioni in atmosfera e all'impatto acustico dell'opera sull'esistente.

Verifica assetto cogenerativo

Oltre all'esercizio con la massima efficienza, è importante verificare che le varie condizioni di carico soddisfino i requisiti fondamentali legati alla cogenerazione.

In particolare, come disposto dal DM 4 agosto 2011, l'Indice di risparmio energetico (PES – Primary Energy Saving) deve essere maggiore dello 0%. Tale parametro risulta ampiamente soddisfatto, come da relazione specialistica energetica facente parte del Progetto Esecutivo.

Verifica superfici di aerazione e ventilazione

Sono state verificate le superfici minime di aerazione del locale cogeneratore in base al disposto di cui al DM 22/10/2007. Il sovradimensionamento è necessario per garantire la ventilazione forzata del locale motore al fine di estrarre il calore radiante emesso dalle masse metalliche del moto-alternatore.

Verifiche interconnessione rete elettrica locale

È stata verificata la compatibilità delle apparecchiature elettriche primarie (generatore-trasformatore) con i requisiti richiesti dalla CEI 0-16 (applicabile per nuove interconnessioni sulla rete locale con obbligo di allaccio a terzi produttori) in particolar modo per le correnti di corto circuito.

Verifiche di prevenzione incendi

Si è proceduto a verificare la congruità del progetto con le specifiche norme tecniche afferenti le singole attività ed in particolare:

- Decreto Ministeriale 12/04/1996 (Supplemento Ordinario Gazzetta Ufficiale n. 103 del 4 maggio 1996) - "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi" e successive circolari interpretative.
- D.M. 13 luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"
- D.M. 16 aprile 2008 (S.O. G.U. n. 107 del 8 maggio 2008) "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8 e successive integrazione e/o modifiche"

1.6. IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA DEI VETTORI ENERGETICI

Parte importante dell'intervento in questione, oltre che per incrementare il risultato finale del risparmio energetico, è l'installazione di un sistema di controllo dei vettori energetici (energia elettrica, fluidi caldo e freddo). Poter misurare il valore dell'energia disponibile a partire dal punto di consegna delle Grandi Centrali e poter conoscere i consumi di ogni sottocentrale, permette di poter valutare le perdite della rete di distribuzione e dei consumi di ogni impianto installato presso il complesso monumentale della Reggia.

La conoscenza dei consumi energetici permette quindi di poter adottare delle misure correttive come ad esempio una miglior regolazione degli impianti di climatizzazione nell'ottica di migliorare le condizioni termoigrometriche dei locali, evitando di riscaldare eccessivamente i locali durante il periodo invernale e di raffrescare eccessivamente durante la stagione estiva. Il controllo dei vettori energetici permette quindi di evitare sprechi, di poter monitorare i consumi di gas e di energia elettrica nell'ottica di rispettare gli obiettivi aziendali di risparmio energetico.

Nel caso specifico, esiste già un sistema di contabilizzazione e telegestione che tuttavia non comprende la contabilizzazione dei fluidi primari della centrale termica e frigorifera nonché le sottocentrali Citroniera e Canoniche. È pertanto prevista l'installazione di contabilizzatori, sia per il riscaldamento che per il raffreddamento, da inserire nel sistema di telegestione che fa capo alle Grandi Centrali.

Nello specifico si prevede l'installazione su ciascun circuito di misuratore di portata statico KAMSTRUP che utilizza il principio della misura ad ultrasuoni, il quale risulta conforme alla direttiva MID-2004/22/CE.

1.7. IMPLEMENTAZIONE DEL MONITORAGGIO IN CONTINUO DELLE EMISSIONI

Sulla base della D.D. n. 362 del 21/11/2011, tutti i sistemi di combustione a gas naturale di potenzialità nominale maggiore o uguale a 6 MW devono essere dotati dei sistemi di misura e registrazione in continuo dei seguenti parametri: T, O₂, CO.

Nel caso specifico, sebbene non sussista l'obbligo normativo trattandosi di impianti di potenza inferiore a 6 MW, per il controllo della combustione sia il nuovo cogeneratore che le caldaie esistenti saranno dotati di un sistema costituito da sonde di temperatura, sonde all'ossido di zirconio per la rilevazione dell'ossigeno, sonde di prelievo dei fumi per la misura della concentrazione di CO e NO_x e relativi analizzatori dei parametri di combustione. Il sistema permetterà la misurazione della concentrazione di O₂, CO, NO_x e della temperatura dei fumi in uscita da ciascun generatore. Con i dati rilevati il sistema sarà in grado di calcolare gli ulteriori parametri fondamentali della combustione, quali: CO₂, eccesso d'aria, rendimento della combustione.

Tale sistema consentirà di verificare il corretto funzionamento dei dispositivi di abbattimento delle emissioni nonché un'ottimale regolazione dell'impianto.

1.8. UTILIZZO DELL'ACQUA DI PESCHIERA PER IL CICLO DI REFRIGERAZIONE

L'intervento di utilizzo dell'acqua di peschiera è un intervento finalizzato al risparmio energetico o meglio all'ottimizzazione del ciclo di produzione dell'acqua refrigerata delle attuali macchine frigorifere condensate ad acqua. L'attuale condensazione delle macchine avviene tramite un circuito ad acqua di torre. L'acqua che attraversa il condensatore dei G.F., ha la funzione di far

condensare il liquido refrigerante allo stato gassoso ed assorbirne parte del calore, che verrà smaltito attraverso la torre evaporativa.

La resa di una macchina frigorifera si misura attraverso un parametro denominato COP (Coefficient of Performance - coefficiente di prestazione) quale rapporto tra l'energia frigorifera resa dalla macchina e la potenza elettrica assorbita.

Con l'utilizzo delle torri evaporative l'acqua entra nel condensatore ad una temperatura di circa 30°C ed esce ad una temperatura di circa 35°C. L'utilizzo di fonti a bassa temperatura, che possono essere pozzi di emungimento, falde acquifere o bacini d'acqua, garantiscono una temperatura dell'acqua in ingresso ai condensatori di circa 15° con un notevole aumento del COP e quindi una miglior resa della macchina frigorifera.

Basti pensare che il COP di una macchina frigorifera condensata ad acqua con l'ausilio di torri evaporative è pari a circa 4,5/5 mentre macchine frigorifere condensate con acqua a temperatura di circa 18°C presentano un COP pari a 6,2/6,5.

Per comprendere meglio si può far riferimento alla produzione di 1.000 kW frigoriferi:

- G.F. con torri evaporative (COP 4.5): $1.000/4,5 = 222,2$ kW elettrici;
- G.F. con acqua a bassa temp. (COP 6.5): $1.000/6,5 = 153,8$ kW elettrici;

Vale a dire che per la produzione di 1MW frigorifero con una macchina con torri evaporative è necessaria una spesa di circa il 45% in più di energia elettrica.

Negli elaborati specifici a tale intervento sono evidenziati i filtri all'ingresso degli scambiatori a piastre già esistenti con le relative opere accessorie. Tali filtri, previsti in numero di 3, saranno governati ognuno da una propria centralina di programmazione che comanderà le fasi di auto pulizia dei filtri stessi.

L'operazione di auto pulizia avverrà senza dover interrompere il flusso di acque filtrate da inviarsi allo scambiatore a piastre, ma con soltanto una leggera riduzione del flusso stesso (5%÷7%).

Le acque di lavaggio del filtro affluiranno direttamente nella fognatura esistente, innestandosi sul collettore a valle della stazione di sollevamento delle acque reflue e meteoriche presente nella centrale termica.

1.9. OPERE COMPLEMENTARI CONNESSE AL CICLO DI REFRIGERAZIONE

L'attuale centrale termica, relativamente al gruppo di pescaggio delle acque della "Peschiera" ed alle due torri di raffreddamento, le sole utilizzate attualmente nel ciclo di refrigerazione, risultano necessitanti di improrogabili opere di manutenzione straordinaria.

Le prime sono state danneggiate, per quanto riguarda i cuscinetti e le tenute, da un allagamento di acque meteoriche causato da un evento eccezionale; le seconde presentano una serie di perdite dovute ad usura dei componenti, dovuto anche all'eccessivo "carico" che devono sostenere nel periodo estivo.

1.10. COSTI PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE CON SISTEMA DI UTILIZZO ACQUE DELLA PESCHIERA PER L'IMPIANTO DI REFRIGERAZIONE

Tipologia intervento	Importo previsto per l'investimento	Stima della riduzione dei consumi annuali	Descrizione inerente il ritorno economico
▪ Centrale di cogenerazione	€ 1.030.311,19	230 TEP di energia primaria	Ritorno dell'investimento stimato è di circa 5 anni in base al risparmio di energia primaria. Inoltre si avrà una riduzione di emissione di gas serra di circa 595 Tonnellate di CO2 anno
▪ Contatermie	€ 27.160,80		
▪ Sistema analisi fumi di combustione	€ 28.701,52		
▪ Installazione di filtri acqua di Peschiera	€ 103.647,03	450.000 KWh	Il risparmio stimato è di circa il 45% in meno di consumo di energia elettrica rispetto all'attuale per l'uso delle torri evaporative
▪ Opere complementari e oneri della sicurezza	€ 106.334,00		
Totale	€ 1.296.154,54	450.000 KWh elettrici e 3926 MWh di energia primaria (elettrica + termica)	Inoltre si avrà una riduzione di emissione di gas serra di circa 1.727,44 Tonnellate di CO2 anno

Il ritorno economico riferito ai valori energetici indicati nella precedente tabella corrisponde a circa 270.000,00 Euro, considerando un prezzo medio di mercato per la fornitura di gas metano di 0.7 Euro/mc e di 0.1847 Euro/KWh per l'energia elettrica con tariffa Consip.

2.0 PREZZIARI UTILIZZATI PER L'ESTIMAZIONE DELL'OPERA

Tutti i prezzi contenuti nell'elenco sono stati desunti dai sotto elencati prezziari regionali, al fine di avere un corretto valore di costruzione dell'opera:

1) prezzario "Regione Piemonte edizione 2014" (D.G.R. n. 30-7297 del 24/03/2014 - B.U.R. n. 13 s.o. n.2 del 27/03/2014) in vigore dalla data di pubblicazione sul bollettino ufficiale della Regione Piemonte. Utilizzato per opere edili, impianti e strutture;

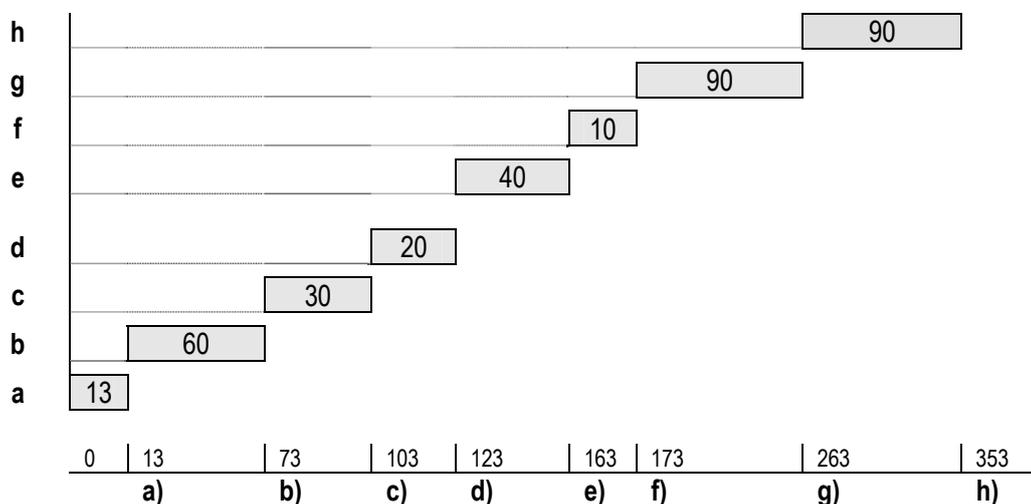
2) "Prezzario sicurezza Regione Campania – edizione 2013"- attualmente in vigore e approvato con D.G.R. n° 25 del 29/01/2013 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Campania del 6 febbraio 2013. Utilizzato per la computazione oneri della sicurezza ai sensi del ex D.P.R. 222/03 "Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili". Inoltre si e' tenuto in considerazione le "linee guida per l'applicazione del D.P.R. 222/03", predisposte dal "coordinamento tecnico delle Regioni delle Provincie autonome della prevenzione nei luoghi di lavoro" della commissione salute e dal gruppo di lavoro "sicurezza appalti pubblici" di Itaca (istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale);

3) costi della manodopera - camera di commercio industria artigianato e agricoltura di Torino "prezzario delle opere edili ed impiantistiche sulla piazza di Torino - numero 21-2012" - attualmente in vigore per l'anno 2014.

Tutti i prezzi riportati si intendono comprensivi di spese generali ed utile d'impresa. i nuovi prezzi elencati sono desunti da indagine di mercato. la determinazione del prezzo di applicazione e' avvenuta tramite media aritmetica dei prezzi di offerta aumentati del 24,3% per spese generali ed utile d'impresa.

3.0 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Il seguente cronoprogramma delle fasi attuative indica i tempi massimi di svolgimento delle varie attività di progettazione, approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo, determinando perciò la durata del processo realizzativo delle opere sopra esposte in un'unica soluzione



Operazioni produttive	Tempi unitari	Tempi progres.
c) Progetto definitivo	13	13
d) Approvazione progetto definitivo e acquisizione dei pareri presso gli Enti	60	73
e) Progetto esecutivo	30	103
f) Approvazione del progetto esecutivo	20	123
g) Richiesta gara – indizione – espletamento - aggiudicazione	40	163
h) Consegna lavori	10	173
i) Esecuzione dei lavori	90	263
l) Collaudo dei lavori	90	353
Totale		353

4.0 ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO ESECUTIVO

ELAB.	PROG.	DENOMINAZIONE ELABORATO	SCALA
A	1	RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA ED ILLUSTRATIVA - CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE - QUADRO ECONOMICO	***
B	2	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	***
C	3	BOZZA SCHEMA DI CONTRATTO	***
D	4	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO - ELENCO PREZZI UNITARI E ANALISI PREZZI - INCIDENZA MANODOPERA	***
		D 01 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	
		D 02 ELENCO PREZZI UNITARI	
		D 03 ANALISI PREZZI	
D 04 INCIDENZA MANODOPERA			
E	5	RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA E DI CALCOLO OPERE STRUTTURALI	***
F	6	RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA E DI CALCOLO IMPIANTI	***
G	7	RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA AMBIENTALE	***
H	8	RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA VERIFICA CLIMA ACUSTICO E VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL' IMPATTO ACUSTICO	***
I	9	RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA ENERGETICA	***
L	10	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	***
M	11	PIANO DI MANUTENZIONE E GESTIONE	***
PSC 01	12	D.Lgs. 81/2008 – D.Lgs. 106/2009 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO VALUTAZIONE DEI RISCHI E FASCICOLO TECNICO	***
PSC 02	13	D.Lgs. 81/2008 – D.Lgs. 106/2009 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO PLANIMETRIA DISLOCAZIONE CANTIERE	1:1000
URB 01	14	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED INSERIMENTO URBANISTICO	1:10000 1:5000 1:2000
RIL 01	15	RILIEVO DELLO STATO DI FATTO – PLANIMETRIE	1:100
RIL 02	16	RILIEVO DELLO STATO DI FATTO – SEZIONI, PROSPETTI, DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	1:100
IMP 01	17	PROGETTO DI INTERVENTO - LAYOUT IMPIANTO DI COGENERAZIONE	1:50
IMP 02	18	PROGETTO DI INTERVENTO – PLANIMETRIA GENERALE INTERFACCIAMENTI IMPIANTO DI COGENERAZIONE	1:100
IMP 03	19	PROGETTO DI INTERVENTO - SCHEMA TERMOFLUIDICO IMPIANTO DI COGENERAZIONE	***
IMP 04	20	PROGETTO DI INTERVENTO - SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE IMPIANTO DI COGENERAZIONE	***
IMP 05	21	PROGETTO DI INTERVENTO – LAYOUT POSIZIONAMENTO APPARECCHIATURE ELETTRICHE	1:50
IMP 06	22	PROGETTO DI INTERVENTO – FASCICOLO SCHEMI QUADRI ELETTRICI	***
IMP 07	23	PROGETTO DI INTERVENTO – GRUPPO DI FILTRAZIONE DELLA PESCHIERA	1:100
IMP 08	24	PROGETTO DI INTERVENTO – CONTATERMIE CT/CF/SCT	***
ED 01	25	PROGETTO DI INTERVENTO - DEMOLIZIONI E COSTRUZIONI, OPERE IN C.A. E CARPENTERIA METALLICA, IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE	1:100 1:50 1:10 1:5

5.0 QUADRO ECONOMICO DELL'INVESTIMENTO

		Quota %	Importo in €
a)	Lavori:		
a01)	a misura		***
a02)	a corpo:		
	- Opere soggette a ribasso d'asta	97,92%	1 269 154,85
	- Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	2,08%	26 999,69
	TOTALE LAVORI (voci a01 + a02)	100,00%	1 296 154,54
b)	Somme a disposizione della Stazione Appaltante:		
b01)	Lavori in economia esclusi dall'appalto, compresa IVA		***
b02)	Rilievi, accertamenti e indagini (compresi oneri previdenziali e IVA)		3 148,87
b03)	Oneri amministrativi per allacciamenti ai pubblici servizi, compresa IVA		1 500,00
b04)	Imprevisti e assicurazioni dipendenti (compresi oneri previdenziali e IVA)		10 000,00
b05)	Aquisizione aree ed immobili		***
b06)	Accantonamento art. 113 comma 3 D.Lgs. 163/06		***
	Spese tecniche riaggornate al netto sconto offerto in sede di gara:		
	1. Progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva		
b07)	2. Prime indicazioni sicurezza, CSP		134 424,25
	3. DL e CSE		
	4. Misure e contabilità		
b08)	Compenso Responsabile Procedimento ai sensi dell'art.92 comma 5 D.Lgs. 163/2006		7 039,01
b09)	Spese attività consulenza e supporto		***
b10)	Spese per commissioni giudicatrici		***
b11)	Spese per pubblicità, compresa IVA		1 200,00
b12)	Spese per accertamenti di laboratorio, indagini geologiche e geotecniche e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, reperimento oggetti di interesse archeologico, ollaudi (comprese di oneri previdenziali e IVA)		6 900,00
b13)	INARCASSA 4% Spese Tecniche	4,00%	5 376,97
b14)	I.V.A. 22% Lavori	10,00%	129 615,45
b15)	I.V.A. 22% Spese Tecniche (voce b07+b13)	22,00%	30 756,27
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (voci b)		329 960,82
	IMPORTO TOTALE		1 626 115,36
	Fondo accordo bonario art. 12 DPR 207/2010, comprensivo di IVA, con arrotondamento	3,00%	38 884,64
	IMPORTO GLOBALE DELL'INVESTIMENTO		1 665 000,00

IL CAPOGRUPPO MANDATARIO