

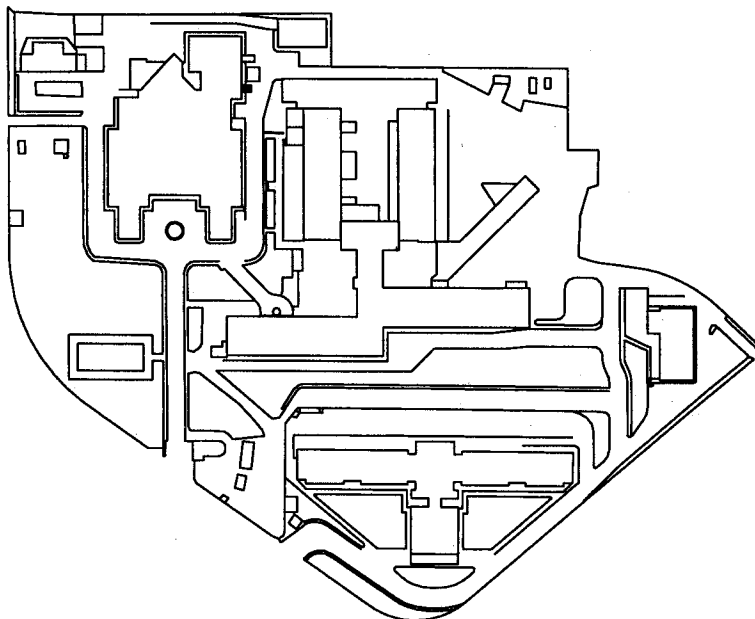


MINISTERO DELL'AMBIENTE

Programma Operativo Interregionale  
"Energie rinnovabili e risparmio energetico"  
2007-2013



ISTITUTO PER LO STUDIO E LA CURA DEI TUMORI  
IRCCS "FONDAZIONE SENATORE G.PASCALE"  
VIA MARIANO SEMMOLA - NAPOLI



PROGETTO PRELIMINARE - INTERVENTI PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL COMPLESSO OSPEDALIERO NELL'AMBITO DELLE LINEE DI ATTIVITÀ 2.2 "INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E UTENZE ENERGETICHE PUBBLICHE O AD USO PUBBLICO" E 2.5 "INTERVENTI SULLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEL CALORE, IN PARTICOLARE DA COGENERAZIONE E PER TELERISCALDAMENTO E TELERAFFRESCAMENTO"

ELABORATO:  
CAPITOLATO PRESTAZIONALE

COD.

CP

DATA NOVEMBRE 2010

ISTITUTO PER LO STUDIO E LA CURA DEI TUMORI  
FONDAZIONE SENATORE G. PASCALE  
VIA MARIANO SEMMOLA - NAPOLI  
ING. ROBERTO SAMARELLI  
Consulente



Università del Sannio  
Dipartimento di Ingegneria

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
ING. ROBERTO SAMARELLI

DISEGN.

CONTR.

RIFERIMENTO

SC Prog.Man.Imp.

N.

DATA

CAUSALE

COMPIL.

FILE CP.PDF

REVISIONI

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI ....</b>	<b>3</b>
1.1	OPERE EDILI .....	4
1.2	IMPIANTI TECNOLOGICI .....	8
1.2.1	COGENERAZIONE.....	10
1.2.2	SOLARE TERMICO .....	13
1.2.3	PRODUZIONE FRIGORIFERA PIÙ EFFICIENTE E GEOTERMIA .....	15
1.2.4	SOSTITUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE CON CALDAIE A CONDENSAZIONE .....	18
1.2.5	OTTIMIZZAZIONE DEI CIRCUITI IDRONICI SECONDARI .....	19
1.2.6	RIFACIMENTO DELLE COIBENTAZIONI DELLA DISTRIBUZIONE PRINCIPALE .....	22
1.2.7	NUOVO ASSETTO DELLA CENTRALE TERMOFRIGORIFERA .....	22
<b>2.</b>	<b>LIVELLI DI RUMOROSITA' DELLA CENTRALE DI COGENERAZIONE E DELLE ALTRE INSTALLAZIONI IMPIANTISTICHE .....</b>	<b>25</b>
<b>3.</b>	<b>QUADRO NORMATIVO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE .....</b>	<b>31</b>
4.1	OPERE EDILI .....	31
4.2	IMPIANTI TECNOLOGICI .....	35
4.2.1	Cogeneratore .....	35
4.2.2	Camera insonorizzata .....	41
4.2.3	Silenziatori Immissione/Espulsione Aria .....	43
4.2.4	Gruppo frigorifero ad assorbimento.....	44
4.2.5	Torre di raffreddamento .....	48
4.2.6	Refrigeratore di liquido ad alta efficienza con sorgente acqua .....	49
4.2.7	Caldaia a condensazione .....	51
4.2.8	Canne fumarie in acciaio inox doppia parete.....	53
4.2.9	Elettropompa centrifuga monoblocco - motore direttamente accoppiato ad inverter.....	54
4.2.10	Sonda geotermica .....	55
4.2.11	Sistema di regolazione, supervisione e monitoraggio impianti .....	56
4.2.12	Collettore solare .....	62
4.2.13	Scambiatori di calore a piastre .....	62
4.2.14	Isolamento tubazioni e collettori.....	63
4.2.15	Isolamento valvole .....	65
4.2.16	Tubazioni in acciaio .....	66
4.2.17	Valvolame.....	69
4.2.18	Tubazioni Preisolate.....	70
4.2.19	Quadri in media tensione.....	71
4.2.20	Caratteristiche costruttive .....	73
4.2.21	Apparecchiature.....	76
4.2.22	Prove e certificati .....	78
4.2.23	Varie.....	79
4.2.24	Protezioni indirette per linee in media tensione.....	79
4.2.25	Funzioni di misura .....	82

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

4.2.26	<i>Funzioni di automatismo</i> .....	83
4.2.27	<i>Funzioni di autodiagnostica</i> .....	83
4.2.28	<i>Funzione di comunicazione</i> .....	83
4.2.29	<i>Protezioni di interfaccia</i> .....	84
4.2.30	<i>Trasformatori MT/BT</i> .....	87
4.2.31	<i>Linee di distribuzione</i> .....	91
4.2.32	<i>Tubazioni e Canalette</i> .....	93
4.2.33	<i>Quadri di bassa tensione</i> .....	97
4.2.34	<i>Protezione dei cavi</i> .....	102
4.2.35	<i>Rifasamento</i> .....	102
4.2.36	<i>Collaudi</i> .....	103
4.2.37	<i>Estensione della fornitura</i> .....	103
4.2.38	<i>Impianto di terra</i> .....	103
4.2.39	<i>Alimentazione servizi ausiliari</i> .....	104
<b>5.</b>	<b>AVVIAMENTO ALL'ESERCIZIO</b> .....	<b>106</b>

## **1. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI**

---

Oggetto del presente Capitolato Prestazionale è la descrizione ed indicazione delle Specifiche Prestazionali e Tecniche relative alla progettazione esecutiva e realizzazione dei lavori connessi all'efficientamento energetico dell'Istituto Pascale di Napoli. Sono compresi negli oneri dell'Appaltatore anche le operazioni di start up, commissioning e avviamento all'esercizio degli impianti comprensivo di tutte le attività necessarie all'ottenimento delle relative autorizzazioni.

Sono da realizzarsi le seguenti tipologie di interventi, sia a carattere impiantistico che edile:

1. opere impiantistiche: sostituzione e/o riqualificazione delle tecnologie utilizzate per il riscaldamento ed il raffreddamento degli ambienti al fine di promuovere l'efficienza energetica delle apparecchiature di produzione e di distribuzione dell'energia termofrigorifera. Il cuore della proposta di efficientamento impiantistico risulta un sistema di trigenerazione (motore endotermico con accoppiato generatore elettrico, modulo di recupero termico e gruppo/frigo ad assorbimento) che eroga contemporaneamente circa il 40% della potenza elettrica e circa il 25 - 30% della potenza termofrigorifera assorbita a regime dal Complesso Ospedaliero. Accanto a tale sistema si prevede la sostituzione di uno dei gruppo frigo esistente aria/acqua (mantenuto come riserva) con compressori a vite (EER=2,8; IPLV=4,2) con un gruppo acqua/acqua dotato di compressori centrifughi di ultima generazione del tipo a levitazione magnetica (EER=5; IPLV=7,1); il calore di condensazione del gruppo frigo a compressione centrifugo, così come quello del gruppo ad assorbimento del sistema di trigenerazione, avverrà attraverso un campo di sonde geotermiche verticali che sfruttano il calore del terreno come serbatoio naturale di energia termica. Gli interventi di efficientamento delle apparecchiature di produzione di energia termica si completano con l'utilizzo di solare termico per la produzione dell'acqua calda sanitaria, caldaie a condensazione per il riscaldamento ambientale in luogo degli attuali generatori di vapore, i quali introducono allo stato notevoli perdite sia exergetiche che energetiche. Infine si interverrà sulle reti di distribuzione dell'energia termofrigorifera sia con la ricoibentazione delle reti termofluidiche principali (contenimento delle dispersioni termiche), sia dotando le elettropompe di sistema di regolazione della portata attraverso convertitori di frequenza elettrici (riduzione dei consumi di pompaggio).
2. opere edili: intervento sull'involucro edilizio dell'edificio adibito a Day-Hospital, data l'elevata cantierabilità, e dato che l'edificio è già, relativamente alla parte interna, oggetto di ristrutturazione.

In riferimento alle opere impiantistiche, esse dovranno rispettare la legislazione vigente in termini di fonti di rumore, d'immissione di fumi in ambiente, di sicurezza sui luoghi di lavoro con particolare riguardo alla protezione dagli organi in movimento, di sicurezza elettrica e dai campi elettromagnetici i cui valori limite d'esposizione previsti, dal Decreto legislativo n°257 del 19/11/2007.

## **1.1 OPERE EDILI**

### **Edificio Day-Hospital: Stato attuale**

Come sopra anticipato, le opere edili, volte al contenimento della domanda di energia per il soddisfacimento dei bisogni di riscaldamento invernale e climatizzazione estiva, in questa prima fase riguarderanno l'efficientamento dell'involucro edilizio dell'edificio adibito a Day-Hospital. Le ragioni, sopra esposte, sono prettamente attribuibili all'elevata cantierabilità di tale plesso, unitamente alla contestuale ristrutturazione della parte interna, già in divenire.

L'involucro edilizio attuale dell'edificio Day-Hospital è costituito dalla chiusura, opache e trasparenti, descritte nelle loro principali caratteristiche geometrico-termofisiche, nell'elenco puntato di seguito proposto:

- \* Parete esterna: tamponature esterne in doppio tavolato di mattoni forati, caratterizzate da laterizi forati da 10 cm sul lato interno, intercapedine inclusa, e mattoni semi-forati in clinker, a faccia vista sul lato esterno. Il muro è intonaco solo sul lato interno, mentre sul lato esterno è esposto, come sopra anticipato, il laterizio; la trasmittanza termica complessiva valutata da calcolo risulta pari a 1.38 W/(m<sup>2</sup>K).
- \* Intelaiatura in calcestruzzo armato: il reticolo di travi e pilastri, immediatamente visibile nel prospetto esterno dell'edificio, presenta un sistema a telaio in calcestruzzo armato. Lo spessore dei pilastri è di 40 cm, intonacati. Le strutture portanti sono semplicemente intonacate su entrambi i lati, senza nessun tipo di isolamento termico e, allo stato attuale, costituiscono, pertanto, un significativo elemento di dispersione energetica, rappresentando ponti termici diffusi e fortemente incidenti sulla richiesta energetica.
- \* Vani sottofinestra: I sottofinestra attuali sono costituiti da tamponatura in muratura, presentando uno spessore di circa 15 cm, notevolmente inferiore, quindi, allo spessore del compagno corrente.

- \* Solaio a terra: struttura in latero-cemento non isolata; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.68 W/(m<sup>2</sup>K).
- \* Copertura: elemento strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.86 W/(m<sup>2</sup>K).
- \* Finestre: vetro-camera semplice 3/6/3, con riempimento della camera in aria; infisso in metallo; trasmittanza termica di calcolo pari a 3.2 W/(m<sup>2</sup>K).

Ai sensi del decreto legislativo 192/2005 e del D.P.R. 59/2009, qualora un edificio esistente sia interessato da interventi di ristrutturazione parziale e/o totale, gli interventi sulle murature e sulle pareti vetrate devono essere tali da indurre trasmittanze termiche inferiori ai limiti di legge stabiliti per la specifica zona climatica (allegato C del D. Lgs. 311/2006).

Ciò implica, nelle condizioni climatiche di Napoli (Zona Climatica C, 1034 GG), le seguenti trasmittanze massime ammesse per i componenti dell'involucro edilizio su cui si interviene:

	Pareti esterne	Copertura	Solaio a Terra	Finestre
U <sub>LEGGE</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	0.40	0.38	0.42	2.6

---

### **Edificio Day-Hospital: Riqualificazione energetica dell'involucro**

Rispetto all'edificio attuale, così come in precedenza descritto, la riqualificazione prevede azione sull'involucro mediante i diversi interventi di seguito sommariamente descritti:

- \* SOSTITUZIONE FINESTRE COMPRENSIVE DI INFISSI. L'intervento proposto nasce dall'esigenza di contenere l'energia termica dispersa attraverso i componenti vetrati dell'involucro edilizio, sia per trasmissione sia a causa dei flussi energetici convettivi associati ai flussi di massa. I serramenti attuali (vetrocamera semplice 3/6/3, U = 3.20 W/m<sup>2</sup>K), con telaio in metallo, non consentono il contenimento di spifferi ed infiltrazioni d'aria. La proposta progettuale consiste nell'adozione di infissi in Legno, classificati alla tenuta al vento e dotati di componente trasparente in vetrocamera basso-emissivo con riempimento in argon (U = 1.95 W/m<sup>2</sup>K).

- × PARETI VERTICALI. Il secondo intervento proposto riguarda l'isolamento delle pareti perimetrali verticali. L'attuale trasmittanza termica della parete (presunta) risulta piuttosto elevata ( $1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), causando notevoli dispersioni di energia termica per trasmissione. A tale proposito, l'intervento di isolamento delle tamponature esterne, così come in precedenza illustrato nell'analisi relativa ai carichi termici, potrebbe essere condotto secondo 3 diverse modalità in contemporanea:
- a. Isolamento a cappotto dell'intelaiatura esterna dell'edificio, per quanto concerne il sistema di travi, pilastri e setti, realizzato in polistirene estruso in lastre (celle chiuse), 10 cm, conducibilità termica ( $\lambda$ ) =  $0.04 \text{ W/mK}$ , posto in opera mediante tasselli opportunamente dimensionati per far fronte ai carichi statici e dinamici.
  - b. Isolamento in intercapedine delle tamponature, mediante insufflaggio di materiale isolante nella cavità compresa tra i due tavolati in laterizio. Tale scelta consente di non intervenire dall'esterno e di non rimuovere la fodera in mattoni a vista attuale. Per le ragioni di cui sopra, pur consapevoli di poter ottenere prestazioni inferiori rispetto ad un isolamento a cappotto dall'esterno, si propone un intervento di veloce messa in opera. L'insufflaggio di materiale isolante, sebbene non consenta l'eliminazione dei ponti termici (eliminati isolando a cappotto travi e pilastri), produrrà una notevole diminuzione del coefficiente di dispersione della parete. Il materiale, proposto per il riempimento dell'intercapedine, è la perlite espansa, isolante granulare leggero, atossico, non putrescibile, con ottime proprietà termoisolanti ( $\lambda = 0.04\text{--}0.06 \text{ W/mK}$ ).
  - c. Riempimento dei vani sottofinestra con lastre in polistirene estruso (celle chiuse), previo utilizzo, dall'interno, di idonea barriera al vapore.

*Complessivamente, si richiede che gli interventi, del tipo di quelli descritti o equivalenti, possano ridurre la trasmittanza di calcolo, dagli attuali  $1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$ .*

- × SOLAIO A TERRA. Su tale componente non si ritiene di intervenire; la trasmittanza termica complessiva di calcolo resta pari a 2.68 W/(m<sup>2</sup>K).
- × COPERTURA. Attualmente si stima presenti strato strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.86 W/(m<sup>2</sup>K). L'intervento proposto propone adozione, sul lato esterno, di cappotto termico costituito da 10-12 cm di polisterene estruso in lastre, conducibilità termica ( $\lambda$ ) = 0.04 W/mK, con trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 0.35 W/(m<sup>2</sup>K). E' prevista la protezione del materiale e della struttura edilizia mediante guaina impermeabilizzante posta al di sopra.
- × SCHERMATURE. Per il regime estivo, è prevista adozione di schermature mobili, in alluminio, poste esternamente alle finestrate, con adozione di sistemi a lamelle orizzontali con trattamento alto-riflettente rispetto a tutte le lunghezze d'onde caratterizzanti la radiazione solare.



*Spartitura del prospetto esterno dell'edificio Day-Hospital*





**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

A servizio dell'intero complesso ospedaliero, a meno della palazzina uffici dotata di impianto autonomo (composto da caldaia a gas da circa 230 kW – gruppo frigorifero da 60 kWf) è presente una centrale termofrigorifera al piano -1 del corpo D in cui viene prodotto il vapore sia per gli utilizzi tecnologici (sterilizzazione e cucina) sia per l'alimentazione degli scambiatori del circuito di riscaldamento e del circuito acqua calda sanitaria.

Nello stesso locale sono presenti tutte le distribuzioni e le elettropompe per la distribuzione dell'acqua calda e refrigerata a servizio dell'impianto di riscaldamento e condizionamento estivo; la produzione di acqua refrigerata per l'impianto centralizzato è affidata a due refrigeratori installati all'aperto di fronte il corpo "Piastra Radiologica".

La centrale termofrigorifera descritta alimenta tutti gli edifici dal punto di vista termico mentre i soli corpi dell'edificio principale per quanto concerne il condizionamento estivo.

Gli altri edifici sono per lo più alimentati da impianti autonomi presenti nei cortili o sulle coperture degli edifici. Essendo l'edificio principale composto da numerosi reparti specialistici (sale operatorie, radiologia, TAC, Pet ecc) anche questi sono provvisti di impianti autonomi (solo frigoriferi e a pompa di calore).

La centrale termica è composta essenzialmente da 4 generatori di vapore di cui uno dimesso (GV1) delle seguenti caratteristiche:

Sigla	Potenza Termica Nominale [kW]	Pressione Esercizio [Bar]
GV1	1163	8
GV2	2791	8
GV3	2907	8
GV4	1163	8

Il vapore prodotto, come detto in precedenza, alimenta sia le utenze tecnologiche sia tre scambiatori di calore per il circuito di riscaldamento (Pot. 2.000 kW cadauno), sia i due scambiatori (per un totale di circa 830 kW) a servizio dei boiler (tre da 3000 litri) per la produzione dell'acqua calda sanitaria. Dagli scambiatori di calore l'acqua viene inviata ai collettori di distribuzione da cui si dipartono tutte le utenze dell'impianto di riscaldamento a mezzo di elettropompe centrifughe. Analogamente per il circuito sanitario dove si dipartono i vari rami d'alimentazione delle singole utenze sui cui ricircoli sono presenti le relative elettropompe.

Per quanto concerne il condizionamento estivo, esiste una produzione centralizzata dell'acqua refrigerata prodotta da due gruppi frigoriferi marca "SEVESO" (Pot. 700 kW cadauno); il fluido termovettore prodotto da tali unità è inviata ad un collettore generale (in centrale termica) da cui spillano i vari circuiti dell'edificio ospedaliero e della ripartizione scientifica.

Inoltre sono presenti alcuni gruppi frigoriferi/pompe di calore installate nei pressi dei locali/reparti da essi condizionati.

Dal punto di vista elettrico il complesso dispone attualmente di una cabina elettrica principale situata al piano seminterrato dell'edificio ospedaliero, dove è presente l'arrivo in MT e la trasformazione in BT (6 trafo da 800 kVA) funzionale ai fabbisogni elettrici di tale edificio e delle utenze tecnologiche; sono altresì presenti le alimentazioni in MT per le cabine di trasformazione dell'edificio Day Hospital e dell'edificio della Ripartizione Scientifica.

**Opere impiantistiche da realizzarsi**

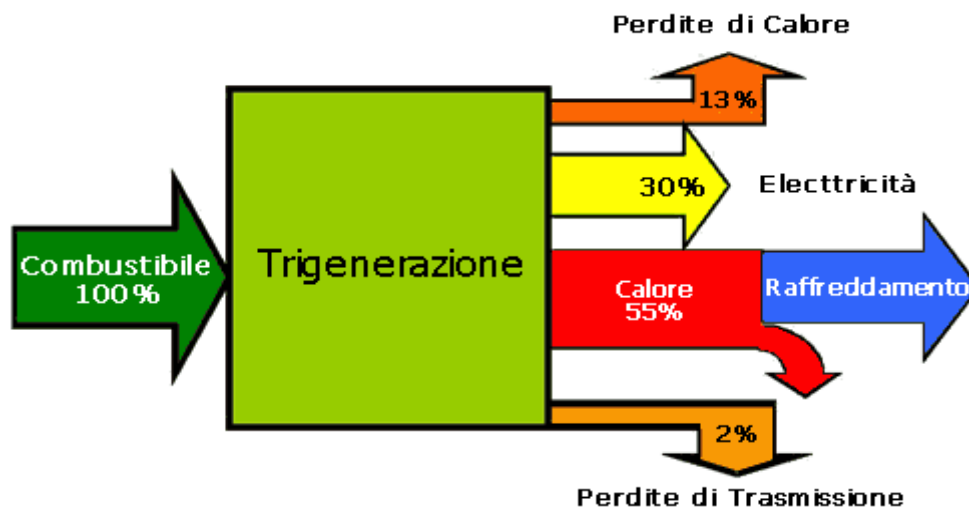
Gli interventi di efficientamento energetico di natura impiantistica saranno:

- realizzazione di un impianto di trigenerazione da 1000kWe;
- installazione di un gruppo frigorifero ad altissima efficienza anche con utilizzo di sonde geotermiche verticali per la condensazione;
- adozione di un impianto solare termico per la produzione di circa 1/3 del fabbisogno energetico per preparazione di acqua calda sanitaria;
- installazione di due caldaie a condensazione da 1300 kWt ognuna per la produzione del fluido termovettore caldo a 60°C;
- adozione di pompe di circolazione a portata variabile sui circuiti secondari;
- potenziamento della coibentazione per le tubazioni dei circuiti primari (dalla centrale termica alle sottocentrali);
- adozione di un sistema di supervisione e controllo degli impianti ;

Di seguito si descrivono le caratteristiche delle singole opere impiantistiche che compongono l'intervento di efficientamento energetico nel suo complesso.

### 1.2.1 COGENERAZIONE

Dalla tabella e dagli andamenti tipo giornalieri esposti al paragrafo 3, si desume che per la struttura in esame i fabbisogni delle diverse forme di energia: elettrica, termica e frigorifera, sono caratterizzati da un buon livello di contemporaneità, sia in termini giornalieri che stagionali. Ciò ha determinato la scelta di un impianto di cogenerazione ovvero di un sistema di produzione combinata di energia elettrica e termofrigorifera (Trigenerazione); di seguito si riporta schematicamente lo schema della trigenerazione.



In particolare, in base ai dati espressi precedentemente, si è previsto un motore alternativo alimentato a gas metano della potenzialità di circa 1060 kW elettrici in quanto tale potenzialità viene impegnata dalla struttura durante l'intero anno; infatti la configurazione di funzionamento maggiormente conveniente risulta essere quella in cui tutta l'energia autoprodotta venga consumata sul posto; altra condizione necessaria per un'applicazione conveniente della cogenerazione è che l'energia termica disponibile dai reflui sia utilmente impiegata per sopperire ai fabbisogni della struttura per tutto l'anno (anche nella mezza stagione).

Mediante la trigenerazione l'energia termica recuperata (circa 1250 kW con rendimento termico pari al 47%) proviene in parte dai gas di scarico (recupero ad alta temperatura) ed in parte dal circuito dell'acqua di raffreddamento e dal circuito di lubrificazione (recupero a bassa temperatura); l'acqua calda di recupero è resa alle utenze alla temperatura di 90°C. Il calore recuperato verrà utilizzato in inverno ad integrazione delle caldaie ed in estate per alimentare un gruppo frigorifero ad assorbimento di potenzialità pari a circa 800 kWf. La potenza del cogeneratore è stata dimensionata garantendo il pieno sfruttamento dell'energia elettrica e termica prodotta nelle fasce tariffarie "pregiate" (F1+F2) sia in inverno che in estate; pertanto, eliminando le ore "vuote" (cioè le ore della fascia F3 in cui la richiesta delle utenze è minima e dove si rischierebbe di produrre energia elettrica in eccesso o comunque ad un costo pari a quello del kWh), il piano di produzione elettrico e termico previsto è di circa 4900 ore/anno ottimizzando il rapporto costi (di gestione e manutenzione)/benefici (riduzione dei consumi delle fonti primarie). La vite utile del motore viene stimata in circa 60.000 ore che, con il numero di ore di funzionamento riportate sopra, corrisponde a circa 12 anni di vita.

In base a quanto premesso sopra e ai rendimenti propri della macchina presa a riferimento, l'energia elettrica prodotta nel periodo annuale ( $E_e$ ) risulta quindi essere pari a  $5,21 \times 10^6$  kWh/anno, mentre quella termica ( $E_t$ ) è pari a  $6,12 \times 10^6$  kWh/anno.

Si prevede di installare il cogeneratore all'interno di un container silenziato completo di tutte le apparecchiature accessorie per il recupero termico e lo smaltimento, posizionato nella parte più esterna del piazzale antistante l'edificio della Medicina nucleare; da qui, mediante tubazioni interrato, verrà portato il fluido termovettore caldo recuperato dall'unità cogenerativa alla centrale per il collegamento agli impianti esistenti. Sulla copertura dell'ex locale inceneritore, oggi archivio, verrà installato l'assorbitore con la relativa torre di raffreddamento.

In riferimento all'impiantistica elettrica, l'alternatore, collegato al motore primo endotermico, sarà del tipo a 2 coppie polari con velocità sincrona di 1500 giri/minuto e

potenza di 1250 kVA, corrispondente a 1000 kW a  $\cos\phi$  0,8; l'alternatore, con tensione d'uscita 400 V trifase con neutro, sarà del tipo con eccitazione permanente e previsto per erogare continuamente la potenza di 10000 kW. Quando la richiesta del presidio sanitario è inferiore a 1000 kW l'eccedenza di potenza sarà immessa nella rete del distributore, viceversa, quando la richiesta del presidio è superiore a 1000 kW l'eccedenza sarà prelevata dalla rete del distributore; per tale motivo, nell'ambito del contratto con il distributore, dovrà prevedersi l'installazione di un contatore d'energia bidirezionale.

A valle dell'interruttore di macchina e dei sistemi di sincronizzazione per il parallelo, per le misure e per i controlli, il generatore si collega, sul lato bassa tensione, ad un trasformatore di 1250 kVA, triangolo - stella con neutro gruppo 11 - 10000 V/400 V, che sul lato M.T. si collega al relativo quadro, posto nel locale elettrico del prefabbricato destinato al gruppo di generazione, completo di T.A., T.V. e dell'interruttore a protezione della linea che lo collega ad un nuovo quadro M.T. da installare nei locali della nuova cabina elettrica del presidio ospedaliero.

La linea M.T. di collegamento tra i due quadri sarà realizzata con cavi elettrici installati parte in canalina metallica e parte in tubazione interrata; a tale linea si accompagnerà il conduttore di terra che si collegherà all'impianto di terra alla nuova installazione.

Il nuovo quadro M.T. è destinato a sostituire quello esistente ed a razionalizzare l'alimentazione del complesso; infatti con la sostituzione del vecchio quadro M.T. le alimentazioni per il Day Hospital e per l'edificio della ripartizione scientifica saranno spostate su due partenze già predisposte sul quadro della nuova cabina di trasformazione.

In tale ottica il nuovo quadro di media tensione sarà costituito dai seguenti scomparti:

- Scomparto arrivo distributore e protezione generale
- 2 Scomparti per misure voltometriche
- Scomparto per l'alimentazione della nuova cabina elettrica
- Scomparto con l'interruttore d'interfaccia del gruppo di generazione
- Scomparto per l'alimentazione vecchia cabina ospedale.

L'interruttore della protezione d'interfaccia è pilotato da una serie di relè di tensione e frequenza che, quando i relativi valori eccedono le tolleranze previste per il parallelo, fanno aprire l'interruttore di interfaccia; se tale apertura non dovesse avvenire in un tempo inferiore ad un secondo interverrà, come ricalzo, l'interruttore sul lato bassa tensione del generatore.

Con l'intervento dell'interruttore d'interfaccia, o di quello di ricalzo, l'alimentazione del gas al cogeneratore dovrà essere interrotta e la macchina fermata per poter riiniziare, poi, una nuova operazione di messa in parallelo alla rete del distributore.

I nuovi quadri di media tensione saranno del tipo protetto sui quattro lati, 16 kA – 1 sec., con interruttori in esafluoruro di zolfo e con relè elettronici.

L'energia in bassa tensione per i servizi ausiliari del gruppo di cogenerazione sarà prelevata dalla sezione emergenza della nuova cabina di trasformazione.

### **1.2.2 SOLARE TERMICO**

Si prevede l'adozione di un impianto solare termico per soddisfare parte del fabbisogno energetico per la produzione dell'acqua calda sanitaria. In particolare tale impianto sarà realizzato:

- in accordo alla Norma UNI 9182: Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- In accordo alle indicazioni della WHO Bulletin OMS, vol. 681990 – metodo di prevenzione e controllo della Legionellosi suggerito dalla Organizzazione Mondiale della Sanità
- In accordo al Decreto Legislativo sul risparmio energetico del 29 dicembre 2006, n.311 (05/02/07) e successive modificazioni e integrazioni
- Facendo le opportune considerazioni che nel Comune di Napoli l'insolazione annua (su di una superficie orientata a Sud e con inclinazione pari alla latitudine) supera i 1500 kWh/m<sup>2</sup>

Si propone una soluzione consistente in un impianto solare termico con potenza di 250 kWt di picco per la produzione di acqua calda sanitaria con integrazione da centrale termica.

Tale potenza corrisponde a circa un terzo di quella richiesta dalle utenze e che, attualmente, è fornita interamente da sistemi di produzione tradizionali che non fanno ricorso a fonti rinnovabili.

La superficie captante della radiazione solare è costituita da pannelli piani a tubi sotto vuoto con assorbitore in rame, protezione realizzata con lastre di vetro prismatico temperato e isolamento termico in lana di roccia ad alta densità. Tale tipologia consente rendimenti elevati grazie alle basse dispersioni termiche .

I pannelli adottati hanno una superficie complessiva di circa 2,5m<sup>2</sup>, con portata supportabile di 40 l/h per metro quadro. Sono disposti a schiera di serie non superiore a cinque elementi. L'aumento del numero massimo di moduli collegabili comporterebbe un eccessivo incremento delle perdite di carico (proporzionali al quadrato della portata complessiva della serie).

L'angolo di orientamento ottimale è di  $0^\circ$  rispetto al Sud, ma scostamenti contenuti verso Est o Ovest non comportano significative perdite di rendimento, mentre l'angolo di inclinazione dal piano deve essere, per un funzionamento continuo nel periodo annuale, compreso tra  $40^\circ$  e  $60^\circ$ .

I pannelli dovranno essere installati su superfici in grado di garantire una buona insolazione, bisognerà, dunque, prevedere la formazione di possibili zone d'ombra; a tal proposito si rende necessario rispettare una distanza minima dei punti omologhi delle serie di moduli quando quest'ultimi sono disposti a schiera. Per un angolo di inclinazione pari a  $45^\circ$  e considerando le dimensioni dei pannelli tale distanza è pari a 6,5 m.

Data la potenza termica complessiva che si intende installare, considerando quella fornita dai pannelli pari a circa  $700 \text{ W/m}^2$ , la superficie captante totale da realizzare risulta prossima a  $360 \text{ m}^2$  che, dato l'angolo di inclinazione dei pannelli e le distanze minime da rispettare, comporta l'impegno di  $700 \text{ m}^2$  di superficie utile in pianta.

Per facilitare la disposizione dei moduli termici, che, anche in virtù delle considerazioni precedenti, si prevede di posizionare sulla copertura del corpo degenze, è stata prevista la realizzazione di  $n$  gruppi indipendenti ciascuno costituito da due serie a schiera di pannelli, per una superficie in pianta impegnata di  $50 \text{ m}^2$ , con le relative tubazioni di collegamento ai serbatoi di accumulo, realizzate in acciaio non legato con coibentazione realizzata nelle modalità previste dalla legge 10 e da i suoi decreti attuativi.

lo scambio termico con il fluido proveniente dai pannelli è realizzato con l'ausilio di due scambiatori a piastre (da realizzarsi in completa ridondanza per garantire sempre un funzionamento ottimale dell'impianto) l'acqua calda del circuito solare realizzerà un preriscaldamento dell'acqua sanitaria. Quest'ultima, dopo essere passata nello scambiatore, giungerà nei serbatoi di accumulo esistenti dove verrà, se necessario, ulteriormente riscaldata tramite scambiatore a serpentino alimentato con acqua calda proveniente dalla centrale termica.

L'adozione di scambiatori a piastre esterni per il circuito solare è consigliabile perchè, rispetto a quelli interni, consentono la trasmissione di potenze più elevate. Questa soluzione dà inoltre la possibilità di servire più serbatoi con un unico scambiatore e facilita, data l'autonomia di tali elementi, la realizzazione di eventuali varianti ed integrazioni del sistema di accumulo.

L'impianto per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari sarà del tipo a doppia regolazione: la prima (costituita da un termostato regolato a  $60^\circ\text{C}$ ) serve a regolare la temperatura di accumulo, mentre la seconda (costituita da un miscelatore) serve a regolare la temperatura di distribuzione dell'acqua calda a  $45^\circ\text{C}$ . In base alle temperature normalmente utilizzate, la legionella non può svilupparsi nei bollitori, ma

soltanto nelle reti di distribuzione e di ricircolo. Per ottenere la disinfezione termica di questi impianti si propone di utilizzare un miscelatore elettronico con centralina programmabile su due livelli di temperatura: quello per il funzionamento normale e quello per la disinfezione notturna.

### **1.2.3            *PRODUZIONE FRIGORIFERA PIÙ EFFICIENTE E GEOTERMIA***

Per la produzione del fluido termovettore freddo si propone l'adozione di un gruppo frigorifero acqua/acqua con scambiatore di calore geotermico costituito da sonde verticali interrate (in parallelo con una torre evaporativa prevista per lo smaltimento del calore di condensazione in corrispondenza dei picchi di richiesta)

Il principio di funzionamento di tale impianto consiste nello sfruttare il sottosuolo come sorgente termica per realizzare le fasi di condensazione del ciclo termodinamico del fluido frigorifero evolvente nella macchina.

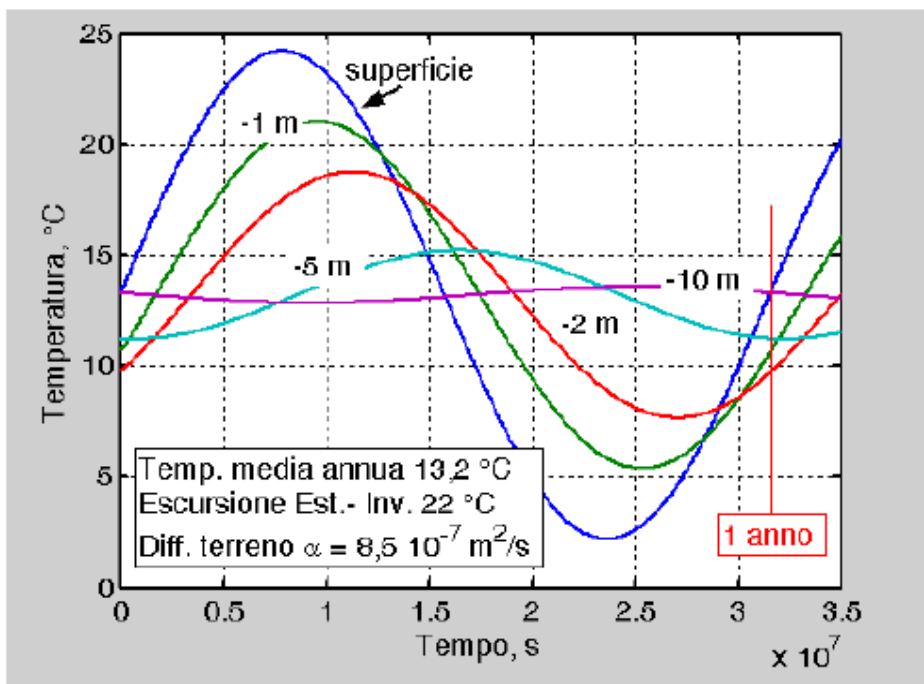
Per comprendere appieno l'incremento di efficienza ed il conseguente risparmio energetico ottenibile con tale soluzione, rispetto ad una più tradizionale gruppo frigorifero con condensazione ad aria, va considerato quanto segue:

un gruppo frigorifero è un sistema termodinamico che lavora tra due sorgenti termiche; l'unità risulterà tanto più efficiente da un punto di vista energetico quanto minore è la differenza di temperatura tra le due sorgenti.

Se un gruppo utilizza l'aria come sorgente esterna (unità "ad aria") trova un limite nelle sue prestazioni proprio nel periodo invernale più freddo e in quello estivo più caldo, ossia quando da un lato aumenta la richiesta di energia termica o frigorifera da parte delle utenze ma dall'altro la temperatura ambiente tende sempre più ad abbassarsi o ad innalzarsi, aumentando la distanza in temperatura tra le due sorgenti termiche tra le quali l'unità lavora.

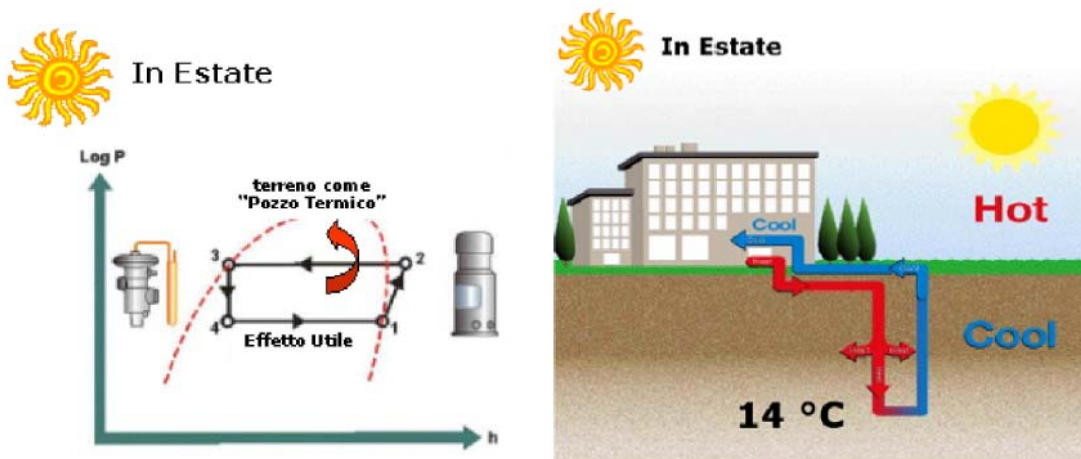
Al contrario dell'aria, soggetta ad elevate escursioni termiche nell'arco della giornata e dell'anno, il terreno, grazie alla sua elevata inerzia termica, può essere considerato come un "serbatoio" a temperatura pressoché costante (circa 15°C) per tutto l'arco dell'anno, come riportato in figura.





La figura seguente mostra il comportamento dell’impianto geotermico nel funzionamento estivo, ossia quando l’effetto utile del ciclo termodinamico è “prelevato” dall’evaporatore dell’unità.

In questo caso è necessario smaltire il calore di condensazione per poter chiudere il ciclo termodinamico inverso e in quest’ottica disporre di un terreno ad una temperatura decisamente inferiore ai 20°C (14°C in figura) è una garanzia per una minimizzazione della temperatura e quindi della pressione di condensazione. Minore pressione di condensazione si traduce in una minore differenza di pressione a cavallo del compressore il quale quindi si troverà in favorevoli condizioni operative a tutto vantaggio del contenimento dell’assorbimento elettrico dell’unità, ossia a tutto beneficio della massimizzazione della sua efficienza energetica (alti valori di EER: Energy Efficiency Ratio).



Il nuovo gruppo frigorifero acqua/acqua dovrà essere caratterizzato da compressore centrifugo "oil free" a levitazione magnetica; il fluido refrigerante dovrà essere a norma con le più recenti disposizioni relative alla riduzione dell'uso di fluidi distruttivi della fascia di ozono stratosferica; l'evaporatore dovrebbe essere di tipo allagato.

La proposta nel suo insieme va nella direzione dell'incremento dell'efficienza energetica del sistema di produzione dei fluidi termovettori nonché della semplificazione dell'impianto termico e quindi delle attività di gestione e manutenzione.

In particolare le suddette innovazioni tecnologiche, potrebbero tradursi, per esempio, a componenti di riferimento quali:

### **Compressore centrifugo**

Compressore miniaturizzato altamente innovativo, con cuscinetti a levitazione magnetica e controllo digitale della velocità delle giranti, che consente di raggiungere valori di efficienza ai carichi parziali mai raggiunti fino ad oggi. La compressione avviene attraverso due giranti ad elevatissimo numero di giri, mosse da un motore a variazione continua di frequenza, che eroga esattamente la potenza frigorifera richiesta dall'impianto. Cuscinetti a levitazione magnetica mantengono sospeso nello spazio senza attriti l'albero ruotante ad altissima velocità. Questa tecnologia, derivata dalle applicazioni aerospaziali, consente numerose caratteristiche favorevoli:

- Eliminazione dell'olio, che comporta migliori prestazioni degli scambiatori di calore grazie all'assenza del velo d'olio che, con altri tipi di compressore, si interpone tra refrigerante e superfici di scambio.
- Assenza di usura nel tempo, con conseguente allungamento della vita dei compressori.

- Assenza di vibrazioni nella macchina in ogni condizione di lavoro, comprese le fasi di avviamento.
- Compressore centrifugo con controllo integrato di regolazione continua della velocità delle giranti, fino a 48000 giri al minuto.
- L'alta velocità delle giranti ha permesso la loro miniaturizzazione riducendo le dimensioni ed il peso del compressore.
- Bassissime correnti durante le fasi di avviamento (soft start), 5 A contro 500-600 di un compressore a vite di pari potenza.

#### **Evaporatore allagato dedicato**

L'evaporatore allagato è caratterizzato da basse perdite di carico sia sul lato gas che sul lato acqua. L'evaporatore abbinato a compressori centrifughi di nuova generazione, oil-free, non presenta le problematiche connesse alla necessità di separare l'olio dal refrigerante e non richiede dispositivi per questa operazione. Il completo annegamento dei tubi nell'evaporatore è garantito da un sensore elettronico di livello che controlla il liquido nel condensatore.

Questa scelta consente di:

- ottimizzare l'intero funzionamento del chiller controllando simultaneamente la pressione di condensazione e l'annegamento dei tubi nell'evaporatore.
- Assicurare l'annegamento dei tubi anche ai carichi parziali dove la lettura del livello di liquido nell'evaporatore risulta più difficile a causa dell'evaporazione del liquido.
- Ridurre la quantità di gas refrigerante.

#### **1.2.4 SOSTITUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE CON CALDAIE A CONDENSAZIONE**

Dall'analisi dello stato di fatto degli impianti e in particolare riferimento al sistema di produzione centralizzato dell'acqua calda per il riscaldamento invernale, si è rilevato che quest'ultima viene distribuita alle utenze del complesso ospedaliero mediante una rete a basso livello entalpico ad una temperatura pari a circa 55-60° C. Tale livello termico viene attualmente ottenuto mediante due scambiatori a fascio tubiero alimentati da vapore saturo a 8 bar (a circa 170°C) con un evidente cattivo uso dell'energia primaria vista la distanza tra i due livelli termici richiamati.

Si propone, al fine di aumentare l'efficienza energetica del sistema di produzione del fluido termovettore caldo, vista anche la vetustà degli attuali generatori di vapore

(almeno di tre su quattro), e in virtù del sopra richiamato livello termico degli utilizzatori (50°C), due caldaie a condensazione da circa 1300 kWt ognuna; tali apparecchiature sono caratterizzate da elevati rendimenti ( $\eta_r = 107\%$ ) che permetteranno di ottenere un notevole risparmio energetico e gestionale come di seguito descritto.

Le caldaie a condensazione sono tra i più moderni ed ecologici sistemi di generazione del calore oggi in commercio. Riescono ad ottenere rendimenti molto elevati e riduzioni delle emissioni di NOx e CO fino al 70% rispetto agli impianti tradizionali.

Le normali caldaie, anche quelle definite "ad alto rendimento", riescono infatti ad utilizzare solo una parte del calore sensibile derivato dalla combustione: il loro rendimento è nell'ordine del 91-93% riferito al potere calorifico inferiore. Il vapore acqueo generato dal processo di combustione (circa 1,6 kg per m<sup>3</sup> di gas) viene invece disperso in atmosfera attraverso il camino: la quantità di calore in esso contenuta, definito calore latente, rappresenta ben l'11% dell'energia liberata dalla combustione.

La caldaia a condensazione, a differenza della caldaia tradizionale, può invece recuperare una gran parte del calore contenuto nei fumi espulsi attraverso il camino.

La particolare tecnologia della condensazione consente infatti di raffreddare i fumi al di sotto del punto di rugiada, con un recupero di calore utilizzato per preriscaldare l'acqua di ritorno dall'impianto.

In generale con le caldaie a condensazione si raggiungono risparmi nell'ordine del 15-20% sulla fornitura di acqua calda a 80 °C, a 60 °C tale risparmio diviene del 20-30%. Esse infine esprimono il massimo delle prestazioni (risparmi fino al 40% e oltre) quando vengono utilizzate con impianti che funzionano a bassa temperatura (30-50°C).

#### **1.2.5 OTTIMIZZAZIONE DEI CIRCUITI IDRONICI SECONDARI**

La configurazione attuale prevede che il vapore prodotto, come detto in precedenza, alimenti sia le utenze tecnologiche, sia tre scambiatori di calore per il circuito di riscaldamento, sia i due scambiatori a servizio dei boiler (tre da 3000 litri).

Dagli scambiatori di calore l'acqua viene inviata ai collettori di distribuzione da cui si dipartono tutte le utenze dell'impianto di riscaldamento a mezzo di elettropompe centrifughe. Analogamente per il circuito sanitario dove si dipartono i vari rami d'alimentazione delle singole utenze sui cui ricircoli sono presenti le relative elettropompe.

Per quanto concerne il condizionamento estivo, l'acqua refrigerata prodotta dai gruppi frigoriferi è inviata ad un collettore generale da cui spillano a mezzo di opportune

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

elettropompe i vari circuiti serviti. Nel seguito sono riportate le presenti attualmente in Centrale Termofrigorifera.

<b>Sigla</b>	<b>Circuito Servito</b>
P1	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P2	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P3	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P4	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P4a	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P5	CDZ corpo A,E,F
P6	CDZ corpo A,E,F
P7	CDZ corpo A,E,F
P8	Radiatori corpo E
P9	Radiatori corpo E
P10	Areatori cucine
P11	Areatori cucine
P12	Ritorno caldo FAN COIL corpo F
P13	Ritorno caldo FAN COIL corpo F
P14	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria
P15	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria
P16	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria
P17	Primario gruppi frigo
P18	Primario gruppi frigo
P19	Primario gruppi frigo
P20	Caldo D.H.
P21	Caldo D.H.
P22	Caldo Piastra radiologica
P23	Caldo Piastra radiologica
P24	Caldo Ristrutturazione scientifica
P25	Caldo Ristrutturazione scientifica

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

<b>Sigla</b>	<b>Circuito Servito</b>
P26	Caldo Corpo G
P27	Caldo Corpo G
P28	Caldo Corpo G
P29	Caldo Corpo B,C
P30	FAN COIL corpo G
P31	FAN COIL corpo G
P31a	FAN COIL corpo G
P32	FAN COIL corpo G
P33	FAN COIL corpo G
P34	Caldo
P35	Caldo
P36	Primario ACS
P37	Primario ACS
P38	FAN COIL degenze
P39	FAN COIL degenze
P40	FAN COIL degenze
P41	Ricircoli ACS corpo G
P42	Ricircoli ACS corpo G
P43	Ricircoli ACS corpo A,G
P44	Ricircoli ACS D.H.
P45	Ricircoli ACS piastra radiologica
P46	Ricircoli ACS corpo E

Lo schema di distribuzione delle reti idroniche proposto prevede un sistema a portata variabile, con organi di regolazione dei terminali di impianto costituiti da valvole a due vie. Nello schema proposto, i circuiti primari facenti capo ai generatori di calore e ai gruppi frigoriferi, sono alimentati ciascuno da propria pompa a velocità di rotazione costante, mentre la rete di distribuzione dei circuiti secondari è alimentata da stazioni di pompaggio a velocità di rotazione variabile (tramite l'impiego di elettropompe con convertitori di frequenza-inverter). La logica di regolazione della velocità di rotazione delle pompe è quella di mantenere costante la prevalenza utile tra ramo di mandata e ramo di ritorno del circuito secondario in un punto opportuno della rete (intermedio, più

sfavorito o altro). Secondo tale logica si adotterà un numero inferiore di elettropompe rispetto all'attuale (mantenendo sempre la logica della ridondanza).

La rete secondaria ed il relativo gruppo di pompaggio saranno dimensionati rispetto alla portata massima di acqua refrigerata effettivamente utilizzata nelle condizioni di progetto, e non rispetto alla somma delle massime portate calcolate per ogni singola utenza, anche quando tali portate sono richieste in tempi diversi.

Gli organi di regolazione dei terminali determineranno una diminuzione di portata quando il terminale richiederà minore potenza; in tal caso, tramite un rilevatore di pressione differenziale, l'inverter farà diminuire il numero di giri della pompa e conseguentemente la portata, ottenendo così un risparmio di energia elettrica assorbita dalle pompe e di energia termica per le minori perdite lungo il circuito.

#### **1.2.6 RIFACIMENTO DELLE COIBENTAZIONI DELLA DISTRIBUZIONE PRINCIPALE**

Si propone un intervento di adeguamento delle coibentazioni delle tubazioni esistenti convoglianti i fluidi termovettori caldo e freddo dalla centrale termica alle varie sottocentrali di edificio. Tali linee impiantistiche risultano allo stato attuale vetuste e dotate di un isolamento raramente conforme alle prescrizione del DPR 412/93 e addirittura in alcuni tratti del tutto assente.

Nel caso di tubazioni convoglianti acqua refrigerata, una coibentazione non adeguata comporta, oltre al conseguente dispendio energetico, anche problemi di natura igienica a causa della condensa che può formarsi sulla superficie esterna dei tubi.

#### **1.2.7 NUOVO ASSETTO DELLA CENTRALE TERMOFRIGORIFERA**

Di seguito viene descritto il nuovo assetto della centrale termofrigorifera che scaturisce dalle proposte di efficientamento sopra individuate e descritte ai paragrafi successivi; tale assetto è riportato nel grafico I2 allegato al presente capitolato.

##### *La centrale termica*

In centrale termica sono previste le seguenti apparecchiature :

- Due generatori di vapore da circa 2800 kWt cadauno (esistenti).
- Uno scambiatore a fascio tubiero alimentato sul primario da vapore e che restituisce al secondario acqua calda a 85°C da 2000 kWt (esistente).
- Due nuove caldaie a condensazione da 1300 kWt con produzione acqua calda a 60°C e ritorno a 45°C.

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- Un collettore principale (a 85 °C) su cui si attestano le linee provenienti dallo scambiatore vapore/acqua, e dal recuperatore del cogeneratore.
- Un collettore principale (a 60 °C) su cui si attestano le linee provenienti dalle due caldaie a condensazione e una linea (di sicurezza) provenienti da uno scambiatore a piastre da 1500 kW alimentato sul primario dal collettore a 85°C.
- Collettori, elettropompe, organi di manovra, addolcitori, apparecchiature di sicurezza, etc.

E' prevista una distribuzione primaria su due livelli di temperatura:

- distribuzione primaria ad medio livello di temperatura ( 85°C );
- distribuzione primaria a basso livello di temperatura ( 60°C):

La scelta di tali livelli termici deriva dalla volontà di tenere vicine le temperature di produzione e di distribuzione ai terminali di impianto, al fine di minimizzare le perdite exergetiche. Nella scelta delle taglie delle apparecchiature si è tenuto conto sia dei fabbisogni energetici e dei livelli di temperatura, sia di voler assicurare una sufficiente ridondanza, al fine di evitare la messa in crisi del sistema per fermi macchina.

Di seguito vengono descritte le logiche dei flussi termici; in particolare:

- ai generatori di vapore è demandato il compito di soddisfare la produzione di vapore per i servizi ospedalieri quali la sterilizzazione e la cucina. Mediante scambiatore a fascio tubiero supporteranno quando necessario la produzione di acqua calda (ridondanza del sistema di produzione).
- Alle caldaie a condensazione è demandato il compito di soddisfare la produzione di acqua calda a basso profilo energetico con produzione di acqua calda a 60° con rendimenti convenzionali pari a circa 105%. Attraverso organi di manovra in sottocentrale si sopperisce, in caso di guasto di uno dei due generatori, alle necessità di energia termica spillando il fluido necessario dalla rete primaria ad alto livello di temperatura (si prevede l'interposizione di uno scambiatore di calore).

*La produzione centralizzata del freddo*

Per la produzione centralizzata dell'acqua refrigerata sono previsti :

- Due gruppi frigoriferi condensati ad aria da circa 700 kWf cadauno (esistenti, di cui uno di riserva).
- Un nuovo gruppo frigorifero ad assorbimento da circa 800 kWf, alimentato dall'acqua calda reflua proveniente dal cogeneratore e condensato mediante sonde geotermiche in parallelo con una torre evaporativa a basso impatto acustico. Tale gruppo frigorifero verrà utilizzato prioritariamente per la produzione centralizzata di acqua refrigerata in aggiunta ai gruppi frigoriferi esistenti. Tale strategia permetterà di ottenere oltre ad un significativo risparmio energetico un aumento dell'affidabilità (in termini di ridondanza) del sistema di produzione in oggetto.
- Un nuovo gruppo frigorifero acqua/acqua da circa 800 kWf con compressori centrifughi, condensato mediante sonde geotermiche in parallelo con una torre



evaporativa a basso impatto acustico.

- Collettori, pompe, organi di manovra, addolcitori, apparecchiature di sicurezza, etc.

I due nuovi gruppi frigoriferi e le relative torri verranno installati sulla dell'ex locale inceneritore; sarà prevista a tale scopo un'opportuna carpenteria metallica e schermi fonoisolanti/fonoassorbenti per mitigare l'impatto acustico di questa installazione (50 dB(A) a 10 metri).

## **2. LIVELLI DI RUMOROSITA' DELLA CENTRALE DI COGENERAZIONE E DELLE ALTRE INSTALLAZIONI IMPIANTISTICHE**

---

### **Premessa**

Tutti i componenti fonte di rumorosità e le installazioni saranno scelti nel rispetto delle raccomandazioni ISO e delle norme nazionali vigenti (DPCM 1/3/91; DPCM 14/11/97; Legge Quadro 447 del 26/10/95; norme UNI 8199) per il rumore negli ambienti chiusi in modo da garantire livelli di rumore adeguati alla destinazione degli ambienti.

### **Descrizione delle principali sorgenti sonore della centrale**

Durante il funzionamento di una centrale di cogenerazione sono presenti diverse sorgenti di rumore di tipo fisso, dovute al funzionamento dei macchinari preposti alla produzione di energia elettrica, ed altre di tipo temporaneo, come gli scarichi di sicurezza, legate all'insorgere di condizioni di funzionamento anomalo.

Le più importanti sorgenti sonore di tipo fisso sono, in riferimento al Cogeneratore:

- Il motore a combustione interna;
- I ventilatori di immissione ed estrazione aria
- Le pompe;
- Gli aerocondensatori
- Il camino per l'emissione dei fumi;
- L'alternatore;
- I trasformatori elettrici;

Inoltre i due nuovi gruppi frigoriferi e le relative torri verranno installati sulla dell'ex locale inceneritore; sarà prevista a tale scopo un'opportuna carpenteria metallica e schermi fonoisolanti/fonoassorbenti per mitigare l'impatto acustico di questa installazione (45 dB(A) a 10 metri).

### **Misure di carattere impiantistico previste per rispettare i limiti normativi acustici**

Al fine di rispettare i limiti delle immissioni sonore, sono state definite le principali soluzioni adottate nel progetto e di seguito riportate:

- Il motore a combustione interna e i suoi accessori saranno installati all'interno di una cabina fonoisolante ad alta efficienza. Il motore sarà montato su basamento galleggiante dotato di supporti antivibranti con un taglio acustico basso (5-15 Hz) che inibisce la trasmissione di qualsiasi vibrazione meccanica ed acustica per via strutturale.
- I condotti di alimentazione dell'aria saranno dotati di un sistema di silenziamento. Detti silenziatori saranno del tipo a setti fonoassorbenti dimensionati in modo da

avere un'alterazione compresa tra 7-8 dB(A) a 125Hz e 20-21 dB(A) a 2Hz per ogni ml di lunghezza. I silenziatori saranno lunghi almeno 6ml dovranno garantire intorno alle griglie di espulsione , alla distanza di 1 metro, una pressione sonora al massimo di 65 dB(A).

- Il camino di scarico dei fumi a valle del motore a combustione sarà provvisto di silenziatori; tali da contenere il livello equivalente della pressione sonora al di sotto di 45 dB(A) a 10m..
- Gli aerocondensatori saranno dotati di ventilatori a bassa velocità di rotazione avere un livello equivalente della pressione sonora al di sotto di 50 dB(A) a 10 m.

### **Misure di carattere gestionale previste per minimizzare l'impatto acustico**

Per mantenere nelle migliori condizioni di funzionamento le proprie apparecchiature, si dovrà eseguire un programma ben determinato di verifiche periodiche e di manutenzioni programmate, che verrà identificato sia in base ai consigli dei fornitori dell'impianto che in base ai test effettuati durante il periodo di avviamento della Centrale.

In particolare verranno definiti dettagliatamente:

- Le operazioni di manutenzione programmata periodica per evitare decadimento meccanico delle apparecchiature in movimento e conseguente degenerazione delle proprietà acustiche;
- Le verifiche periodiche dello stato delle coperture insonorizzanti, silenziatori, etc.
- Le verifiche periodiche del corretto utilizzo degli apparati insonorizzanti (es. porte delle cabine chiuse, capottature al loro posto dopo le manutenzioni,...) – anche tramite liste di controllo per gli operatori.

#### *Manutenzione preventiva e procedure operative*

Per mantenere nelle migliori condizioni di funzionamento le proprie apparecchiature, si dovrà eseguire un programma ben determinato di verifiche periodiche e di manutenzioni programmate, che verrà identificato sia in base ai consigli dei fornitori dell'impianto che in base ai test effettuati durante il periodo di avviamento della Centrale.

In particolare verranno definiti dettagliatamente:

- Le operazioni di manutenzione programmata periodica per evitare decadimento meccanico delle apparecchiature in movimento e conseguente degenerazione delle proprietà acustiche;
- Le verifiche periodiche dello stato delle coperture insonorizzanti, silenziatori, etc.
- Le verifiche periodiche del corretto utilizzo degli apparati insonorizzanti (es. porte delle cabine chiuse, capottature al loro posto dopo le manutenzioni,...) – anche tramite liste di controllo per gli operatori.

### **3. QUADRO NORMATIVO**

---

Le opere saranno conformi alla normativa vigente per Legge con particolare riferimento a quanto di seguito riportato, e comunque nel rispetto di tutte le norme tecniche UNI-EN applicabili alla realizzazione in oggetto.

D.M.	del 22/10/07 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice o/a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"
Legge n°152	del 2006 – Valori limite di emissione e prescrizioni
D.P.R.	del 14/11/97 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
DPR 547	del 27/4/55 e successivi aggiornamenti
CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata. fasc. 5025 e variante V1
CEI 11-15	Esecuzione dei lavori sotto tensione - fasc.3406R
CEI 11-17	Impianti di produzione trasporto e distribuzione di energia elettrica linee in cavo - fasc.3407R
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – fascicolo 5732 e variante
CEI 11-25	Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi in corrente alternata.- fasc.2997R
CEI 11-35	Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale - fasc.2997R
CEI 14-8	Trasformatori di potenza a secco - fasc.7491
CEI 17-13/1	Apparecchiature costruite in fabbrica (ACF) fasc. 542
CEI 17-5	Interruttori automatici con tensione nominale non superiore a 1000V - fasc.1036
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale U <sub>0</sub> /U non superiore a 450/750V - fasc.1345
CEI 20-31	Cavi isolati con polietilene reticolato con tensione nominale U <sub>0</sub> /U non superiore a 1kV
CEI 64-8/1-7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 11-37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra in stabilimenti industriali per sistemi di I,II e III categoria
DK 5600	Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione
DK 5740	Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di Enel distribuzione
Deliberazione	18 marzo 2008 dell'autorità per l'energia elettrica ed il gas in vigore dal 1° settembre 2008
CEI 016	Regola tecnica di connessione per utenti attivi e passivi alle reti MT e BT delle imprese distributrici di energia elettrica
Legge 626	del 19/9/94 e successive modificazioni sulla sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

D. Lgs. n°257 del 19/11/2007 – Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).

Prescrizioni relative all'art.46, comma 3, del D.L. n°277/91 sulle caratteristiche delle apparecchiature ed impianti inerenti i livelli di rumore emessi.

Prescrizioni e regolamenti comunali applicabili.

DECRETO 22 gennaio 2008 , n. 37. 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.

D.P.R. n. 303 del 19.03.1956 (norme generali per l'igiene del lavoro) articolo 64;

Testo Unico Sicurezza Lavoro (T.U.S.L.) Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81;

DPR 59/09 del 02/04/09 "Attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia."

Norme ISPESL/EX ANCC raccolta "R" ed. 80; specifiche tecniche applicabili

D.M. del 12/04/1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi"

**Normativa regionale**

Deliberazione 7 novembre 2002, n.5447 Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania

Deliberazione 28 ottobre 2006, n.1701 Linee guida finalizzate alla mitigazione del rischio sismico

**Azioni sulle costruzioni**

D.M. LL.PP. 12 febbraio 1982 Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, dei carichi e sovraccarichi

C. Min. LL.PP. 24 maggio 1982, n.22631 Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri per la verifica della sicurezza delle costruzioni

D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"

C. Min. LL.PP. 4 luglio 1996, n.156 AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 Gennaio 1996

**Opere in c.a., c.a.p. e acciaio**

L. 5 novembre 1971, n.1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

- C. Min. LL.PP. 14 febbraio 1974, n.11951 Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui alla Legge 05/11/1971, n.1086
- D.M. LL.PP. 3 dicembre 1987 Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni prefabbricate
- D.M. LL.PP. 14 febbraio 1992 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- C. Min. LL.PP. 24 giugno 1993, n.37406/STC Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 14/02/1992
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche
- C. Min. LL.PP. 15 ottobre 1996, n.252/STC Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996
- CNR UNI 10011:1998 Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, esecuzione, il collaudo e la manutenzione

**Contenimento della domanda di energia – Efficienza energetica negli usi finali.**

- Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59: Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia. (GU n. 132 del 10-6-2009).
- Decreto ministeriale (sviluppo economico) 26 giugno 2009: Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici (G.U. n. 158 del 10 luglio 2009).
- Decreto Legislativo 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 (G.U. n. 154 del 3 luglio 2008).
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia (G.U. n. 222 del 3 settembre 2005).
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia (G.U. n. 26 del 1 febbraio 2007).
- Legge 9.1.1991 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 (G.U. n.13 del 16 gennaio 1991).
- Decreto del Presidente della Repubblica 412/1993: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico**  
**Istituto Pascale - Napoli**

attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10 (G.U. n. 96 del 14 ottobre 1993).

Decreto del Presidente della Repubblica 551/1999: Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia (G.U. n. 81 del 6 Aprile 2000).

## **4. SPECIFICHE TECNICHE**

---

### **4.1 OPERE EDILI**

#### **Note iniziali e principi guida dell'intervento**

Per la riqualificazione energetica dell'involucro edilizio del complesso ospedaliero, e con particolare dettaglio agli interventi proposti per l'efficientamento dell'edificio Day-Hospital, sono state accuratamente selezionate lavorazioni che consentano sia notevoli incrementi delle prestazioni energetiche invernali ed estive dell'involucro, sia utilizzo di materiali ad alta eco-compatibilità. In particolare, per diversi usi, è prevista l'adozione di polistirene espanso estruso a celle chiuse. Tale materiale, oltre a distinguersi per la stabilità delle proprietà termoisolanti nel tempo, il basso assorbimento e le ottimali proprietà meccaniche, è eco-compatibile e di enorme duttilità, da cui deriva il vantaggio di un veloce assemblaggio e cantierabilità.

Si ritiene di sottolineare che molti produttori garantiscono prodotti totalmente eco-compatibili, e tali caratteristiche sono certificate da organismi terzi quali, ad esempio, il marchio di eco-efficienza del TÜV (ente indipendente di certificazione ed ispezione, che si occupa, tra l'altro, di certificazione ambientale, dichiarazione EMAS - *Eco-Management and Audit Scheme* -, verifica di riciclabilità di prodotti, controlli di emissione nocive). Il polistirene, se opportunamente selezionato, garantisce caratteristiche di atossicità, nessun contenimento di CFC, HCFC, HFC, nonché proprietà fisico-chimico e meccaniche tali da garantire tutti i requisiti per isolare in modo eco-sostenibile. Talune case produttrici garantiscono (con certificazioni rilasciate in conformità a quanto previsto dagli standard europei) una bassa emissività di sostanze inquinanti, elevate riduzioni di CO2 equivalente (a seguito del maggior isolamento termico), risparmio energetico notevole e consumo di risorse energetiche di produzione minore rispetto ai benefici ambientali ottenibili.

Per l'isolamento delle tamponature, è previsto insufflaggio di perlite nell'intercapedine tra i tavolati di laterizi. Tale materiale, dotato di conducibilità termiche ottimali, è una roccia vulcanica effusiva. La scelta dell'insufflaggio di perlite, oltre che motivata dall'intenzione di non intervenire sull'esterno, e quindi sull'estetica dell'edificio (permettendo di non rimuovere la fodera in mattoni a vista), deriva dal fatto che tale materiale è isolante leggero, atossico, non putrescibile. La scelta della perlite espansa deriva dalla stabilità chimica di tale materiale, inerente ed atossico. Anche in questo caso, taluni fornitori provvedono marcatura ANAB – ICEA (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica e Istituto Compatibilità Etica ed Ambientale), testimoniante la totale eco-compatibilità. Infine, per la sostituzione degli elementi finestrati, sono stati previsti materiali del tutto eco-compatibili e riciclabili, quali il legno (materiale naturale, fondamentale nel ciclo del carbonio) e le schermature in alluminio (del tutto riutilizzabili).

L'intervento proposto, mediante accurata pianificazione delle attività di cantiere, prevedrà la minimizzazione dei rifiuti non riciclabili. A tale proposito, antecedentemente a ciascuna lavorazione, le



operazioni di dismissione delle vecchie strutture, complementi e finiture attualmente presenti nel complesso ospedaliero ed in particolare nell'edificio Day-Hospital, sul quale si ritiene di intervenire in prima battuta, saranno dettagliate al fine di massimizzare il riciclo dei materiali rimossi.

Per quanto concerne gli infissi, ad esempio, è previsto in cantiere il "dis-assemblaggio" delle componenti vetrate dai sistemi di telaio, contro-telaio ed infissi, realizzati in metallo, in modo da provvedere al conferimento separato presso i rispettivi consorzi di raccolta e riciclo.

Allo stesso modo, nel rispetto della normativa vigente, analoga operazione sarà effettuata sugli impianti termici sostituiti, con particolare riferimento alle attuali centrali termo-frigorifere, per le quali si prevede recupero dei gas refrigeranti, dai sistemi di generazione così come dalle reti di distribuzione dimesse in seguito alla realizzazione degli interventi impiantistici previsti da progetto. Anche in questo caso, relativamente alle tubazioni dimesse, laddove possibile si prevede separazione dei tubi dall'isolante e dai lamierini a protezione, in modo da riciclare quanto riciclabile, conferendo i materiali a diversi consorzi di smaltimento e riciclo.

Medesimo approccio, in prospettiva di futura dismissione/sostituzione (seppur prevista dopo un arco di tempo caratterizzato da lunga durata) sarà seguito anche per l'assemblaggio dei nuovi impianti e materiali isolanti adoperati per la riqualificazione energetica, ad esempio prevedendo isolamento delle tubazioni di adduzione dei fluidi termovettore, in modo tale da rendere separabili, in futuro, i materiali adoperati (tubi metallici, isolamento esterno, contro tubo in alluminio a protezione). Anche per quanto concerne le lavorazioni volte a migliorare la resistenza termica delle strutture dell'involucro, il polistirene espanso estruso sarà in larga parte fissato alle strutture primarie mediante opportuni tasselli, al fine di minimizzare l'uso di collanti sintetici e poter recuperare, in prospettiva, i materiali riciclabili. La medesima filosofia è prevista per la realizzazione della copertura a tetto rovescio, con isolante posato a secco, e sistema di geotessile, appoggi e quadrotti in calcestruzzo, in una sorta di pavimentazione galleggiante, smontabile e tale da rendere recuperabili i materiali idonei al riciclo.

## **Descrizione degli interventi**

### **1. Isolamento della copertura piana: tetto rovescio pedonabile**

Per la copertura piana, sia del corpo antistante che dell'edificio Day-Hospital, è prevista, previa verifica statica dei sovraccarichi, soluzione a tetto rovescio pedonabile.

Tale soluzione prevede posa del materiale isolante (in questo caso in polistirene XPS, con conducibilità termica non superiore a 0.04 W/mK) al di sopra della impermeabilizzazione, al fine di proteggerla dalle intemperie e dalle escursioni termiche giornaliere tali da indurre lesioni e sollecitazioni dilatazionali degradanti. Di contro, l'isolante è sottoposto a notevoli sollecitazioni fisico-meccaniche, ragione per cui il polistirene estruso si presta particolarmente bene.

Al di sopra del solaio portante, in latero-cemento o in travetti in calcestruzzo e lamiera grecata interposta, sarà realizzato opportuno massetto di pendenze, al di sopra del quale, sarò steso il manto impermeabile. La fase successiva prevede la posa in opera dei pannelli in XPS, con spessore opportuno (spessore richiesto pari a 120 mm), in un unico strato e sfalsatura a quinconce. E' raccomandata una corretta posa in opera al fine di evitare ponti termici. Al di sopra dell'isolante è prevista stesura di manto in geotessile tessuto-non-tessuto, realizzato in fibre di poliestere, con la funzione di elemento di drenaggio e filtrazione nonché di protezione dell'isolante.

Al di sopra del geotessile è prevista la posa in opera dei distanziatori per pavimentazione prefabbricata, con superficie minima di ciascuno di questi non inferiore a 200 cm<sup>2</sup>. Al di sopra dei distanziatori, è progettata pavimentazione di quadrotti in cemento prefabbricati, senza sconessioni nei giunti. Per lo strato in polistirene termoisolante, si prevede materiale a celle chiuse, con idonee caratteristiche di resistenza a compressione e deformazione, reazione al fuoco, assorbimento d'acqua e connessa conservazione della conducibilità termica bassa in presenza d'acqua, idoneo fattore di resistenza alla diffusione del vapore, nonché congrui coefficienti di dilatazione termica lineare. I materiali dovranno essere provvisti delle opportune certificazioni (norma ISO 9001 e ISO 14001, marcatura CE corrispondente a norma EN 13163).

L'isolamento in estradosso della copertura piana dell'edificio day-hospital necessita delle seguenti ulteriori lavorazioni. Rimozione dei manti impermeabili attualmente presenti, e contestuale trasporto a discarica autorizzata controllata dei materiali di risulta. Il trasportatore sarà pienamente responsabile della classificazione dichiarata. Trattasi di rifiuti misti, PVC, guaine, gomma, nylon.

Realizzazione di idoneo supporto e rifacimento eventuale del massetto di pendenze. Realizzazione dello strato di separazione/egualizzazione. Posa in opera del sistema di impermeabilizzante in manto impermeabile prefabbricato doppio strato costituito da membrane bitumero polimero elastoplastomeriche di cui la prima armata con velo di vetro rinforzato, la seconda armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo, entrambe con flessibilità a freddo -10 °C, applicate a fiamma nella medesima direzione longitudinale ma sfalsate di 50 cm l'una rispetto all'altra, su massetto di sottofondo, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8÷10 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli: due membrane di spessore 4 mm. Realizzazione di strato di scorrimento.

## **2) Isolamento delle pareti verticali opache**

Il secondo intervento proposto riguarda l'isolamento delle pareti perimetrali verticali. L'attuale trasmittanza termica della parete (presunta) risulta piuttosto elevata (1.38 W/m<sup>2</sup>K), causando notevoli dispersioni di energia termica per trasmissione. A tale proposito, l'intervento di isolamento delle tamponature esterne, così come in precedenza illustrato nell'analisi relativa ai carichi termici, potrebbe essere condotto secondo 3 diverse modalità in contemporanea:

Isolamento a cappotto dell'intelaiatura esterna dell'edificio, per quanto concerne il sistema di travi, pilastri e setti, realizzato in polistirene estruso in lastre, 10÷12 cm, conducibilità termica ( $\lambda$ ) non superiore a  $\lambda = 0.04$  W/mK.

Isolamento in intercapedine delle tamponature, mediante insufflaggio di materiale isolante nella cavità compresa tra i due tavolati in laterizio. Tale scelta consente di non intervenire dall'esterno e di non rimuovere la fodera in mattoni a vista attuale. Per le ragioni di cui sopra, pur consapevoli di poter ottenere prestazioni inferiori rispetto ad un isolamento a cappotto dall'esterno, si propone un intervento di veloce messa in opera. L'insufflaggio di materiale isolante, sebbene non consenta l'eliminazione dei ponti termici (eliminati isolando a cappotto travi e pilastri), produrrà una notevole diminuzione del coefficiente di dispersione della parete. Il materiale, proposto per il riempimento dell'intercapedine, è la perlite espansa, isolante granulare leggero, atossico, non putrescibile, con ottime proprietà termoisolanti ( $\lambda = 0.04-0.06$  W/mK).

Riempimento dei vani sotto e sopra finestra (cassonetti vuoti) con lastre in polistirene estruso, previo utilizzo, dall'interno, di idonea barriera al vapore.

*Complessivamente, l'intervento è stimato consenta di portare la trasmittanza media di calcolo, dagli attuali  $1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$ .*

Notare bene che ogni intervento di isolamento, e quindi l'intervento mediante cappotto esterno, l'insufflaggio in intercapedine con perlite e l'isolamento dall'interno dei vani sottofinestra e soprafinestra dovrà essere sempre realizzato con aggiuntiva barriera al vapore, da porre con cura PRIMA dell'isolante termico nella direzione del flusso termico invernale (dall'interno verso l'esterno). Tale barriera vapore sarà costituita da un foglio di polietilene estruso, posato a secco e sigillato sui sormonti con nastro biadesivo: spessore 0,4 mm, colore nero

### **3) Sostituzione di finestre comprensive di infissi**

L'intervento proposto nasce dall'esigenza di contenere l'energia termica dispersa attraverso i componenti vetrati dell'involucro edilizio, sia per trasmissione sia a causa dei flussi energetici convettivi associati ai flussi di massa.

I serramenti attuali (vetrocamera semplice 3/6/3,  $U = 3.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), con telaio in metallo, non consentono il contenimento di spifferi ed infiltrazioni d'aria. La proposta progettuale consiste nell'adozione di infissi in Legno, classificati alla tenuta al vento e dotati di componente trasparente in vetrocamera basso-emissivo con riempimento in argon ( $U = 1.95 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

In particolare si propone adozione di vetrata termoisolante, con gas, composta da due lastre di vetro; lastra interna in vetro float chiaro con una faccia resa basso emissiva mediante deposito di ossidi metallici o metalli nobili, ottenuto mediante polverizzazione catodica in campo elettromagnetico e sotto vuoto spinto, spessore nominale 4 mm; lastra esterna in vetro float incolore, spessore nominale 4 mm; unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di gas Argon, coefficiente di trasmittanza termica  $k$  di 1,3; in  $\text{W/m}^2\text{K}$ , per finestre, porte e vetrate; fornita e poste in opera con opportuni distanziatori su infissi o telai in legno o metallici compreso sfridi, tagli e sigillanti siliconici, a norma UNI ISO 105933-1 intercapedine lastre 16 mm, (4+16+4).

Relativamente al sistema di infisso, si prevede invetriata con/senza sopraluce fisso, da telaio maestro cm 9 x 4.5 di coltello con battita ricacciata per avvolgibile. I battenti, apribili, saranno armati a telaio e ripartiti a riquadro, formati da listoni scorniciati in ambo le facce di cm 6.5x 4.5 con incassi per i vetri; faccia inferiore altezza cm 18 In legno castagno a tre battenti.

### **4) Schermature degli elementi finestrati**

Per il regime estivo, è prevista adozione di schermature mobili poste esternamente alle finestrate, con adozione di sistemi a lamelle orizzontali in alluminio, con trattamento alto-riflettente rispetto a tutte le lunghezze d'onde caratterizzanti la radiazione solare. In via preliminare si suppone l'installazione esterna di sistemi a lamelle orizzontali.

## **4.2 IMPIANTI TECNOLOGICI**

### **4.2.1 Cogeneratore**

Il gruppo di cogenerazione è composto dalle seguenti parti principali:

#### **MOTORE A GAS CICLO OTTO**

Motore alimentato a gas, 4-tempi, raffreddato ad acqua, ciclo otto con sovralimentazione della miscela aria/gas combustibile e relativo intercooler. Il motore e l'alternatore sincrono sono reciprocamente campanati ed alloggiati sul telaio in modo rigido. Le vibrazioni vengono eliminate mediante l'impiego d'appositi supporti elastici opportunamente dimensionati. Il motore viene fornito con rampa gas a norma di Legge.

#### **CIRCUITO OLIO LUBRIFICAZIONE**

La circolazione dell'olio di lubrificazione è garantita da una pompa di circolazione collegata al motore (filtro olio integrato nel circuito). L'olio di lubrificazione è raffreddato dall'acqua di raffreddamento. Il circuito di raffreddamento dell'olio è integrato nel motore.

#### **SISTEMA D'AVVIAMENTO E BATTERIE**

L'alimentazione per l'avviamento del motore è garantito dalle batterie installate all'interno della cofanatura. La ricarica delle batterie è garantita dalla rete.

#### **SISTEMA ACCENSIONE**

Impianto di accensione elettronica controllato da microprocessori con bobina per ogni singolo cilindro. Il sistema è comprensivo di circuito a bassa tensione. Le candele d'accensione sono progettate per applicazioni industriali garantendo una vita più lunga.

#### **FORMAZIONE DELLA MISCELA ARIA/GAS**

Il controllo della miscela aria/gas è garantita da un miscelatore multigas tarato per contenuto di gas metano dal 40 al 100%. Il sistema di miscelazione è progettato per assicurare bassi livelli di emissione degli NO<sub>x</sub>, CO e CmHn controllando il fattore d'aria in eccesso al fine di rientrare nella gamma Lambda. Il controllo della miscelazione è basato sulle temperature all'interno della camera di combustione. Il sistema è composto dai seguenti componenti principali:

- Servomotore elettrico con potenziometro di ritorno installato sulla linea d'ingresso gas
- Modalità di funzionamento manuale del servo-componente
- Sonde di misurazione all'interno della camera di combustione
- Monitoraggio e controllo automatico del sistema

#### **SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO MOTORE**

Composto da:

- Pompa di circolazione
- Separatore aria
- Alimentazione ausiliari
- Monitoraggio pressione acqua di raffreddamento
- Controllo ventilatori elettroscaldatore

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- Preriscaldamento di stand-by con termostato
- Tubazioni di collegamento
- Scambiatore a fascio tubiero per recupero calore acqua camice

**DISSIPAZIONE CALORE**

Sistema di dissipazione calore motore in eccesso non recuperato composto da:

- Tubazioni di collegamento ed accessori all'interno del modulo di congerazione
- By-pass sul circuito gas di scarico
- Elettroscambiatore da installare all'esterno della centrale
- Il sistema di controllo del cogeneratore prevede la regolazione automatica dei ventilatori dell'elettroscambiatore in base al bilancio energetico
- Valvola a 3-vie elettromeccanica comprensiva di corpo valvola e di attuatore per il collegamento con l'elettroscambiatore

**CIRCUITO GAS DI SCARICO**

Composto da:

- Compensatore gas di scarico per l'attenuazione dell'espansione termica e dei rumori dovuti a vibrazioni strutturali
- Silenziatore in materiale DIN 1.0038 (UNI Fe 360 B FN)
- Catalizzatore per abbattimento emissioni CO
- Scambiatore a fascio tubiero per recupero calore gas di scarico in Cromo Nichel Molibdeno DIN 1.4571 (AISI 616 TI)

Tutti gli scambiatori di calore vengono montati all'interno della cofanatura/container fonoassorbente.

**COFANATURA FONOASSORBENTE (vedi specifica 4.2.2)**

- Cofanatura fonoassorbente con pannelli removibili d'accesso per una facile manutenzione del package ed una migliore dissipazione del calore generato dal motore.

**CIRCUITO DI CONTROLLO E POTENZA**

Nel rispetto di tutte le direttive europee in vigore.

**QUADRO DI POTENZA E CONTROLLO**

Progettato per il funzionamento in parallelo con la rete del distributore d'energia, senza armoniche, 3 poli, intrecciamento in senso orario, grado di protezione IP41 con gradino 200 mm, entrata cavi sottostante, verniciatura RAL 7032 color grigio, ventilato.

**Sistemi di misurazione**

- 3 amperometri
- 1 voltmetro
- 1 interruttore voltmetro generatore
- 1 frequenzimetro
- 1 contatore kWh

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- 1 contatore ore di funzionamento con reset
- 1 amperometro batteria
- 1 voltmetro batteria 0-40 V
- 1 indicatore fattore di potenza
- 1 voltmetro 0-20 mA per la misurazione del carico 0-100%
- 1 misuratore di potenza kW completo di trasformatore

**CIRCUITO DI POTENZA**

- 1 Interruttore generatore tripolare con servomotore, sincronizzabile e provvisto di 3 trasformatori di corrente
- 1 relé termico tripolare
- 1 relé ritardato per rilascio corto circuito, tripolare, a 2 gradini (1° gradino non ritardato, 2° gradino ritardato)
- 1 relé con termistore
- 1 barra di distribuzione verticale con tutti gli accessori necessari per la connessione fino a 4 cavi in parallelo in ingresso ed in uscita
- 1 sezionatore di carico, tripolare

**SISTEMA DI CONTROLLO**

Schermo a cristalli liquidi CPU, morsettiere analogiche/digitali, fibre ottiche per il collegamento dell'interfaccia analogica e del comando motore:

- 1 relé con termistore con visualizzazione del messaggio "Sovraccarico", tripolare, 4,5 A
- 1 relé di corto circuito ritardato
- 1 relé di accensione e limitatore di velocità
- 1 sistema automatico di sincronizzazione
- 1 interruttore di potenza PID
- 1 selettore a chiave per scelta sincronizzazione manuale – automatica
- 1 Regolatore di velocità
- 1 tasto funzione per "contattore generatore su sincronizzazione manuale"
- 1 dispositivo avviamento manuale
- 1 pulsante arresto d'emergenza
- 1 sirena alimentata a 24 V
- 1 carica batterie, 24 V, 20A-linea caratteristica-IU, comprensivo di circuito temporizzato per carico elevato
- 1 dispositivo di marcia/arresto controllato dal microprocessore
- 1 relé per segnale di MARCIA
- 1 relé per segnale di ARRESTO

**Capitolato Prestazionale opere di Efficiamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- 1 relé per segnale di SCOLLEGAMENTO CON LA RETE
- 1 relé per segnale di ACCENSIONE
- 1 relé per segnale di INGRESSO GAS
- 1 relé per segnale REGOLATORE HEINZMANN
- 1 temporizzatore controllato da software per AVVIAMENTO 10 SEC.
- 1 temporizzatore controllato da software per ATTESA AVVIAMENTO 5 SEC.
- 1 temporizzatore controllato da software per ARRESTO 15 SEC.
- 1 temporizzatore controllato da software per SMALTIMENTO GAS RIMANENTE 3 SEC.
- 1 temporizzatore controllato da software per ACCENSIONE MONITORAGGIO 10 SEC.
- 1 temporizzatore controllato da software per AFTER-RUNNING 180 SEC.
- 1 temporizzatore controllato da software per ASSENZA TENSIONE 2 SEC.
- 1 segnale LED per TENSIONE GENERATORE DISPONIBILE
- 1 segnale LED per TENSIONE DISPONIBILE AI MORSETTI
- 1 segnale LED per CONTROLLO AVVIAMENTO
- 1 segnale LED per AVVIO MONITORAGGIO
- 4 pulsanti per selezione funzionamento OFF-MANUALE-TEST-AUTOMATICO
- 1 pulsante per AVVIAMENTO MANUALE
- 1 pulsante per ARRESTO MANUALE
- 1 pulsante per SBLOCCO
- 1 pulsante per SIRENA OFF/TEST
- 1 pulsante per CONTATTORE GENERATORE ON
- 1 pulsante per CONTATTORE GENERATORE OFF

**ALLARMI CON AVVERTIMENTO ACUSTICO, VISIVO E BLOCCO MACCHINA:**

- 1 Segnale LED per FALSO AVVIAMENTO
- 1 Segnale LED per PRESSIONE OLIO
- 1 Segnale LED per SOVRATEMPERATURA
- 1 Segnale LED per SOVRACCARICO
- 1 Segnale LED per SOVRAVELOCITA'
- 1 Segnale LED per BASSA TEMPERATURA ACQUA RAFFREDDAMENTO
- 1 Segnale LED per RILEVAMENTO FUMO
- 1 Segnale LED per ALLARME GAS
- 1 Segnale LED per BASSA PRESSIONE OLIO
- 1 Segnale LED per BASSA PRESSIONE GAS

**Capitolato Prestazionale opere di Efficiamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- 1 Segnale LED per TEMPERATURA GAS DI SCARICO
- 1 Segnale LED per INTERRUZIONE ENERGIA ELETTRICA
- 1 Segnale LED per PRESSIONE ACQUA DI RAFFREDDAMENTO
- 1 Segnale LED per LIVELLO OLIO MAX.
- 1 Segnale LED per POTENZA INVERSA

**ALLARMI CON SOLO AVVERTIMENTO ACUSTICO E VISIVO:**

- 1 Segnale LED per PRESSIONE OLIO ANOMALA
- 1 Segnale LED per TEMPERATURA ANOMALA
- 1 Segnale LED per SOTTOTENSIONE BATTERIE
- 1 Segnale LED per ALIMENTAZIONE GAS ANOMOLA
- 1 Segnale LED per MANCANZA COMANDO AUSILIARI
- 1 Segnale LED per RISERVA

Ciascuno degli indicatori luminosi suddetti lampeggia per alcuni secondi dopodiché la luce del LED diventa fissa resettando la sirena. Tutti gli allarmi sono raggruppati in un unico segnale in morsettiera. Sulla morsettiera sono a disposizione 2 contatti liberi da potenziale:

- Presenza allarme con blocco
- Presenza allarme con solo avvertimento

**SISTEMA DI CONTROLLO AUSILIARI:**

Tutto quanto necessario per l'alimentazione degli ausiliari del gruppo di cogenerazione.

Dispositivi di protezione per l'interconnessione in parallelo con la rete (in ottemperanza alle direttive CEI 11-20 e ENEL DK5740)

- Relé massima tensione con tempo di intervento regolabile
- Relé minima tensione con tempo di intervento regolabile
- Relé massima frequenza
- Relé minima frequenza
- Relé tensione omopolare

Il sistema è compreso di cablaggi e morsettiera.

Software di telecontrollo del package completo di modem ad alta velocità.

Marcia e arresto gruppo di cogenerazione e variazione livello di potenza da remoto.

E' possibile avviare il gruppo di cogenerazione da una postazione remota dell'utente inviando un segnale libero da potenziale all'apposita morsettiera a bordo quadro. E' altresì possibile la variazione da remoto del livello di potenza elettrica generata dal gruppo frigorifero (funzionamento in parallelo) inviando un segnale 4-20 mA agli appositi terminali installati all'interno del quadro di controllo.

**SISTEMA MONITORAGGIO MOTORE INTEGRATO**

- Monitoraggio e salvataggio di tutti i dati di funzionamento
- Regolazione miscela gas
- Interfacce



**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- Comunicazione con il package via cavo seriale
- Sistema protezione generatore
- relé termico
- Protezione corto circuito con temporizzatore
- Protezione carico generatore con controllo sovra e sotto tensione, relé con termistore.
- Mancanza rete

**SISTEMA RILEVAMENTO GAS**

La sala motore è equipaggiata con un sistema di rilevamento gas a 2 stadi. In base alla quantità di gas il sistema sceglie quale stadio d'allarme selezionare: 1° stadio = allarme gas 2° stadio allarme e blocco immediato del sistema.

**SISTEMA DI RECUPERO TERMICO – COGENERAZIONE**

Sistema di recupero calore dal circuito di raffreddamento del motore e dai gas di scarico. Il sistema è comprensivo dei seguenti componenti installati all'esterno della cofanatura:

- Scambiatore di calore a piastre per recupero calore acqua camicie
- Tubazioni ed accessori di collegamento interno package
- Pompa di circolazione acqua
- Scambiatore a fascio tubiero per recupero calore gas di scarico

**TOLLERANZE GRUPPO DI COGENERAZIONE**

Potenza ISO: potenza utilizzabile in via continuativa dichiarata dalla casa costruttrice per un motore funzionante secondo il numero di giri nominale nelle condizioni di manutenzione eseguite nei tempi e nei modi richiesti. Tale potenza viene misurata al banco della casa costruttrice.

Condizioni di riferimento ISO 3046/1:

- Pressione aria: 1000 mbar a 100 m S.L.M.
- Temperatura aria: 27°C
- Umidità relativa: 60%

**CARATTERISTICHE DEL GRUPPO**

PRESTAZIONI DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE	
MOTORE	
Emissioni di NOx [ mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 250
Emissioni di CO [ mg/Nm <sup>3</sup> ]	< 300
GENERATORE	
Efficienza (cos phi=1,0; U=0,4 kV; 50 Hz, carico 100%)	97,1 %
Efficienza (cos phi=0,8; U=0,4 kV; 50 Hz, carico 100%)	96,0 %

<i>BILANCIO ENERGETICO</i>	
Efficienza elettrica a pieno carico	>38%
Efficienza termica a pieno carico	>45 %
Efficienza totale a pieno carico	>83 %
Efficienza elettrica al 75% del carico	>37 %
Efficienza termica al 75% del carico	47,8 %

#### ACUSTICA

Il complesso delle apparecchiature costituenti il cogeneratore dovrà essere in container insonorizzante con i seguenti limiti di livello equivalente della pressione sonora:

Container	70 dB(a)	a 1 m
Scarico fumi	50 dB(a)	a 10 m
Dissipatori	45 dB(a)	a 10 m

Misurati in campo libero.

#### **4.2.2 Camera insonorizzata**

Si prevede la realizzazione e la messa in opera di una cabina fonoisolante ad alta efficienza di dimensioni e sagoma tale da contenere il sistema di generazione di energia elettrica composto dal motore endotermico con rispettivo alternatore, impianti ed accessori atti al funzionamento del complesso. L'impianto di ventilazione, che è costituito da ventilatori con relativi motori elettrici e sistemi di trasmissione e canalizzazioni di espulsione dell'aria sono posizionati all'esterno della cabina. La cabina sarà realizzata con pannelli insonorizzanti, come di seguito meglio descritto, su di una struttura portante in profilati metallici e sarà dotata di due portelloni a due ante per l'accesso con mezzo di sollevamento e di una porta pedonale in posizione centrale. Sarà anche dotata di condotti silenziati, descritti in altro paragrafo, per l'aria di raffreddamento dei due motori elettrici. In alternativa potrà essere proposto un container isolato acusticamente che assicuri le medesime prestazioni acustiche di quanto sopra e d'appresso descritto; inoltre il container dovrà assicurare la facile ed efficace manutenzione dei componenti d'impianto presenti al suo interno.

#### **Realizzazione:**

**TELAIO:** Struttura portante in profili di tipo scatolato di acciaio verniciato, di sagome, spessori e dimensioni adeguate da fissarsi mediante tasselli chimici e/o ad espansione al basamento in c.a. dell'impianto. Completamente scomponibile.

**Pannelli:** La struttura sarà tamponata con pannelli fonoisolanti ad alta efficienza, costruiti in lamiera zincata e verniciata di spessore non inferiore a 20/10 di mm., scatolata

mediante pressopiegatura. I pannelli, che dovranno avere doppia battuta perimetrale, saranno riempiti, per uno spessore di circa 100mm, con materiali fonoisolanti, fonoassorbenti ed antivibranti opportunamente stratificati. Verso l'interno della protezione acustica, i materiali di riempimento saranno protetti con lamiera o rete forata zincata. I pannelli fonoisolanti saranno assemblati fra loro e/o fissati alla struttura, mediante bulloni e/o inserti filettati ad espansione, tipo "Urama-Simonds", tutti in acciaio zincato, in modo da assicurarne la facile e rapida rimuovibilità. Tutti i punti di battuta tra i pannelli, tra questi e la struttura, sul perimetro dei portelli, e dovunque una sigillatura acustica sia necessaria, saranno dotati di guarnizioni di tenuta acustica in gomma. Idonee guarnizioni in gomma e sigillatura con mastici siliconici saranno applicati anche in tutti i punti di contatto delle pareti componenti la protezione acustica con il pavimento, tra i vari elementi componenti la struttura portante e dovunque la sigillatura acustica sia necessaria.

**MATERIALI FONOASSORBENTI E FONOISOLANTI:** I pannelli di cui al punto e le porte saranno riempiti, all'interno dello scatolato in lamiera, con i seguenti materiali aventi funzione fonoisolante, fonoassorbente ed antivibrante e disposti dall'esterno verso l'interno della protezione acustica:

n.1 strato di materiale tipo "polipiombo" di densità non inferiore a 12,5 Kg./mq. con spessore di circa 10,0mm.

n. 1 materassino fonoassorbente in fibra poliestere spessore min. 40mm di densità non inferiore a 50 Kg.m<sup>3</sup>. libero, ovvero non incollato.

n.1 strato di materiale tipo "polipiombo" di densità non inferiore a 12,5Kg.mq. e spessore di circa 10,0mm.

n. 1 materassino fonoassorbente in fibra poliestere spessore min. 40mm di densità non inferiore a 50 Kg.m<sup>3</sup> libero, ovvero non incollato.

n. 1 rete forellinata spessore min. 2 mm libero, ovvero non incollato.

**PORTELLONI:** Saranno in numero di 2, posti sul lato frontale della cabina, realizzati secondo la tipologia costruttiva dei pannelli fonoisolanti ed avranno doppie battute con guarnizioni di tenuta acustica. Saranno dotati di dispositivi di chiusura a rotazione (del tipo comunemente usato per i "containers" ISO) con due punti di bloccaggio.

**PORTELLO PEDONALE:** Sarà realizzato dal lato posteriore della cabina, secondo la tipologia costruttiva dei pannelli fonoisolanti ed avrà doppie battute con guarnizioni di tenuta acustica. Sarà dotato di dispositivo di chiusura a saliscendi con due punti di bloccaggio.

**APERTURE DI PASSAGGIO IN COPERTURA:** Dovranno essere eseguite sulla pannellatura fonoisolante della copertura della cabina:

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

n.1 foro circolare, rifinito e contornato a regola d'arte e quindi, dopo la messa in opera della protezione acustica, sigillato e protetto da carterino antipioggia. Tale apertura dovrà consentire l'attraversamento della copertura da parte del camino di scarico d'aria dei ventilatori sul quale dovrà poi essere montato il relativo silenziatore fonoassorbente.

n.2 aperture, rifinite e contornate a regola d'arte, una per ciascun ventilatore, per il deflusso dell'aria di raffreddamento dei motori elettrici. Posizionate in corrispondenza di ciascun motore. Dimensioni di massima di ciascuna:

**APERTURE DI PASSAGGIO ALLE PARETI:** Dovranno essere eseguite sulla pannellatura fonoisolante delle pareti, nella parte posteriore della cabina:

n.2 aperture nella parte bassa, rifinite e contornate a regola d'arte, una per ciascun ventilatore, per l'afflusso dell'aria di raffreddamento ai motori elettrici.

n. 1 Apertura a tenuta acustica per il passaggio di una canalina con cavi elettrici di alimentazione dei motori.

Sono previsti condotti per il deflusso dell'aria.

**FINITURA:** Il manufatto sarà verniciato a finire di colori RAL da definire, su fondo preparato con "primer" adatto alla lamiera zincata.

**RISULTATO ACUSTICO:** La protezione acustica descritta dovrà assicurare una attenuazione superiore ai 30 dB(A) della emissione rumorosa dovuta alle fonti contenute all'interno della stessa e comunque tale da attuare un livello acustico complessivo pari a:

Container	70 dB(a)	a 1 m
Dissipatori	50 dB( a)	a 10 m
Scarico fumi	45 dB( a)	a 10 m

Misurati in campo libero.

#### **4.2.3 Silenziatori Immissione/Espulsione Aria**

##### **Generalità**

**DESCRIZIONE:** Silenziatore ad assorbimento di tipo quadrangolare con setti fonoassorbenti. Il manufatto sarà montato sulle linee di immissione ed espulsione d'aria dell'impianto e del capannone , come evidenziato sulle tavole di progetto. Dovrà essere ovviamente completato con raccordi per variazione di sezione nella parte inferiore ed in quella superiore.

**REALIZZAZIONE :**

**CORPO DEL SILENZIATORE:** Lamiera verniciata di spessore 15mm curvata con flange inferiore e superiore per fissaggio con bulloni ai rispettivi raccordi di variazione delle sezioni. Sarà rivestito, all'interno, con materiale fonoassorbente per uno spessore di 200mm, protetto da rete metallica zincata. Potrà eventualmente essere realizzato in più pezzi da assemblare tra loro mediante flange imbullonate.

**CORPI ASSORBENTI INTERNI:** Da fissarsi, con sistema di centraggio, composto da più elementi a 90° al corpo esterno.

**MATERIALE FONOASSORBENTE:** Gli elementi saranno rivestiti con un materassino fonoassorbente in fibra poliestere da 3 Kg/mq, dello spessore di 200mm.

**PEZZI SPECIALI:** I raccordi di variazione di sezione saranno realizzati in lamiera di spessore uguale a quella del canale circa 15mm e saranno dotati di flange per fissaggio con bulloni.

**FINITURA:** Il manufatto sarà verniciato a finire di colori RAL da definire, su fondo preparato con "primer" adatto.

**RISULTATO ACUSTICO:** La protezione acustica descritta dovrà assicurare una attenuazione superiore ai 50 dB(A) della emissione rumorosa dovuta alle fonti e comunque tale da attuare un livello acustico complessivo all'esterno pari a 65dB(A) a 1 metro

#### **4.2.4 Gruppo frigorifero ad assorbimento**

E' previsto l'utilizzo di un assorbitore monostadio ad acqua calda alimentato dal recupero termico del cogeneratore. Tale apparecchiature dovrà essere idonea per il posizionamento all'esterno.

##### **COMPONENTI PRINCIPALI DEL GRUPPO FRIGORIFERO**

Il chiller è un gruppo monostadio alimentato ad acqua calda e viene completamente preassemblato in fabbrica. Il gruppo viene fornito completo di:

- Scambiatore a fascio tubiero evaporatore con testate apribili per una facile manutenzione dello scambiatore. Lo scambiatore è apribile da entrambe i lati ed è provvisto di guarnizioni in gomma per ogni testata. I tubi dell'evaporatore sono in rame e leghe di rame senza saldature del tipo a spirale. Le piastre sono in acciaio.
- Scambiatore a fascio tubiero assorbitore con testate apribili per una facile manutenzione dello scambiatore. Lo scambiatore è apribile da entrambe i lati ed è provvisto di guarnizioni in gomma per ogni testata. I tubi dell'assorbitore sono in rame e leghe di rame senza saldature del tipo diretto o del tipo "flower". Le piastre sono in acciaio.
- Scambiatore a fascio tubiero condensatore con testate apribili per una facile manutenzione dello scambiatore. Lo scambiatore è apribile da entrambe i lati ed è provvisto di guarnizioni in gomma per ogni testata. I tubi del condensatore sono in rame e leghe di rame senza saldature del tipo a spirale. Le piastre sono in acciaio.
- Scambiatore a fascio tubiero generatore con testate apribili per una facile manutenzione

dello scambiatore. Lo scambiatore è apribile da entrambe i lati ed è provvisto di guarnizioni in gomma per ogni testata. I tubi del generatore a bassa temperatura sono in rame e leghe di rame senza saldature con superficie microaletata. Le piastre sono in acciaio. Scambiatore intermedio alta temperatura con tubi in cupro-nickel del tipo a spirale "Turbo-Tech" e piastre in acciaio.

- Scambiatore intermedio bassa temperatura con tubi in rame e leghe di rame senza saldature del tipo a spirale "Turbo-Tech" e piastre in acciaio. I tubi degli scambiatori sono tutti mandrinati alle piastre. L'acciaio per le casse d'acqua degli scambiatori, per le piastre tubiere e per le piastre del mantello sono soggetti a sabbiatura metallica e a trattamento epossidico.
- Tubazioni interne gruppo frigorifero in acciaio al carbonio. Tubazioni soggette a corrosione in acciaio inox.
- Piedi in acciaio.
- Pompa soluzione assorbente di tipo ermetico raffreddata dallo stesso fluido pompato. La pompa viene fornita completa di valvole d'intercettazione sulla mandata e sull'aspirazione per una facile manutenzione ed eventuale sostituzione.
- Pompa refrigerante di tipo ermetico raffreddata dallo stesso fluido pompato. La pompa viene fornita completa di valvole d'intercettazione sulla mandata e sull'aspirazione per una facile manutenzione ed eventuale sostituzione.
- Pompa vuoto azionata da cinghia con prima carica di olio lubrificante, motore monofase, occhiello d'ispezione livello olio, valvola ingresso aria per asciugamento pompa e trappola liquidi sulla linea di aspirazione.
- Valvola di controllo acqua calda a 3-vie in ingresso comprensiva di corpo valvola e attuatore elettrico a 24V alimentato e comandato dal quadro di controllo del gruppo frigorifero (fornita non installata) per un facile reperimento di eventuali parti di ricambio su tutto il territorio nazionale. La valvola viene controllata dal microprocessore del chiller sulla base dei carichi frigoriferi.
- Pressostato differenziale acqua refrigerata
- Manometro differenziale condizione di vuoto del gruppo frigorifero (mantello, serbatoio incondensabili, linea spurgo aria)
- Pressostato camera di spurgo del gruppo frigorifero
- Quadro di alimentazione e controllo meglio descritto nel paragrafo successivo.
- Prima carica refrigerante (acqua distillata)
- Prima carica soluzione assorbente composta da bromuro di litio, acqua distillata, inibitore di corrosione (molibdato di litio) ed alcool ottilico.
- Coibentazione parti calde e fredde applicata in fabbrica.
- Cablaggio ausiliari effettuato in fabbrica
- Sensori per l'acquisizione delle temperature.
- Valvole a diaframma circuito spurgo aria

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- Valvole a farfalla regolazione portata refrigerante e soluzione
- Serbatoio gas in condensabili
- Cofanatura per installazione all'esterno

**QUADRO DI CONTROLLO ED ALIMENTAZIONE**

Quadro di controllo ed alimentazione ausiliari comprensivo di:

- Armadio con ventilazione forzata comprensivo di ventilatore. Grado di protezione IP52. Ingressi Cavi
- Porta quadro con interruttore di sezionamento fronte quadro, tastiera di controllo e display microprocessore, interruttori comando pompa vuoto, pompa refrigerante, valvola controllo vapore
- Interruttore generale trifase con fusibili
- Barra equipotenziale terra
- Trasformatore per alimentazione ausiliari
- Relé ausiliari
- Interruttori magnetotermici protezione pompe chiller (soluzione, refrigerante e vuoto)
- Contatti marcia/arresto pompe acqua refrigerata e acqua di torre del cliente
- Contatto gradini per controllo ventilatore torre evaporativa cliente
- Morsettiera ricevimento alimentazione trifase da cliente
- Morsettiera ricevimento interblocchi pompa acqua refrigerata e pompa acqua torre
- Morsettiera ricevimento segnale esterno cliente per marcia/arresto gruppo frigorifero
- Morsettiera ricevimento segnale esterno cliente per cambiamento set-point temperatura acqua refrigerata

**CABLAGGI INTERNI QUADRO**

Logica di controllo a microprocessore di tecnologia PID progettato per la gestione completa dei parametri di funzionamento e gli allarmi del gruppo frigorifero. La logica di controllo gestisce: l'acquisizione dei seguenti dati di funzionamento e la visualizzazione tramite lo schermo a cristalli liquidi installato fronte quadro con regolazione luminosità display:

- Temperatura acqua refrigerata in ingresso ed in uscita
- Temperatura acqua di torre in ingresso ed in uscita
- Temperatura generatore
- Percentuale apertura valvola controllo acqua calda
- Concentrazione soluzione bromuro di litio
- Stato degli ausiliari della macchina
- Stato degli ausiliari del cliente (se disponibili)
- Data e ora

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- Ciclo di diluizione soluzione bromuro di litio
- Numero ore di funzionamento
- Numero avviamenti
- Set-point-allarmi
- Set-point temperature
- Parametri logica PID
- allarmi macchina (più di 30) con visualizzazione visiva ed avvertimento sonoro. Principali allarmi: alta/bassa temperatura acqua di torre, alta temperatura generatore, bassa temperatura acqua refrigerata, alta concentrazione soluzione, alta pressione generatore, anomalia ausiliari cliente, anomalia sensori chiller, intervento magnetotermici pompe chiller, alto/basso livello soluzione generatore, bassa portata acqua refrigerata.
- programmazione settimanale programmabile funzionamento macchina (avviamento/spegnimento automatico in base agli orari impostati)
- modulazione valvola di controllo acqua calda in base ai carichi frigoriferi. Sulla base delle temperature dell'acqua refrigerata, il microprocessore modula l'apertura della valvola dell'acqua calda in ingresso consentendo un risparmio energetico
- sistema automatico anticristallizzazione comandato dal microprocessore del gruppo frigorifero. Il sistema monitorizza costantemente tutti i parametri di funzionamento, in particolare la temperatura dell'acqua di raffreddamento (torre), la temperatura del vapore d'alimentazione e la concentrazione della soluzione. Se la concentrazione sale (rischio di cristallizzazione) il microprocessore inizializza un livello di guardia. Dopo un dato intervallo di tempo, se la contrazione non ritorna a livelli normali, il gruppo viene fermato segnalando un allarme di "alta concentrazione" e viene chiusa la valvola del vapore in ingresso evitando così la cristallizzazione. Il tempo d'intervallo consente al microprocessore di verificare se la condizione d'innalzamento di concentrazione è temporanea o permanente prima di spegnere completamente il gruppo frigorifero. La valvola di controllo del vapore in ingresso, inoltre, si chiude automaticamente nel caso di avaria del microprocessore o in mancanza di tensione (blackout), un'ulteriore sicurezza anticristallizzazione.
- Visualizzazione storica alfanumerica e grafica di tutti i parametri di funzionamento
- Interfacce seriali utente RS232 e RS422 per l'interfaccia con l'utente.
- Interfaccia MODBUS e/o Interfaccia BacNET e/o Interfaccia ETHERNET
- Software di monitoraggio a distanza chiller tramite rete Internet

**OTTEMPERANZA DI LEGGE GRUPPO FRIGORIFERO**

Il gruppo frigorifero viene costruito in conformità alle seguenti Direttive europee:

- 98/27/EC Direttiva macchine
- 73/23/EC Direttiva bassa tensione
- 89/336/EC Direttiva compatibilità elettromagnetica

**Dati caratteristici Gruppo**

Potenza Frigorifera

≥ 800 kWf



Circuito acqua calda in ingresso	105 m <sup>3</sup> /h a 85° C
Circuito acqua calda in uscita	105 m <sup>3</sup> /h a 75° C
Circuito acqua Torre uscita	a 35° C
Circuito acqua Torre ingresso	a 30° C
Alimentazione Elettrica	400V 3 50 Hz

#### **4.2.5 Torre di raffreddamento**

La torre sarà costruita in lamiera zincate a caldo con procedimento Sendzimir ed avrà ventilatori centrifughi completamente racchiusi nella sezione ventilante, con ingresso dell'aria su un solo lato. Verranno previsti setti silenziatori in aspirazione ed esulsione aria al fine di rendere compatibile le emissioni sonore della torre con i recettori più prossimi. A tal fine il livello equivalente di pressione sonora in campo libero non potrà superare il valore di 45 dB (A) a dieci metri.

La sezione di scambio termico sarà costruita in pannelli di lamiera zincata, imbullonati con l'interposizione di mastice per la perfetta tenuta all'acqua. La sezione sarà completa di:

- raccordo di ingresso dell'acqua da raffreddare;
- raccordo di uscita dell'acqua raffreddata, con filtro ampiamente dimensionato, di tipo capitante in rete di acciaio inox, facilmente ispezionabile;
- raccordi di drenaggio e troppo pieno;
- raccordo per l'acqua di reintegro completo di valvola a galleggiante;
- portello a tenuta stagna a passo d'uomo per l'ispezione dell'interno.

La sezione comprenderà un complesso di pacchi di scambio termico in lamine di PVC stampate sottovuoto con speciale sagomatura, e sovrapposte in modo da causare elevata turbolenza dei fluidi in controcorrente. Il pacco sarà di tipo autoestinguento, imputrescibile ed incorrodibile.

Dispositivo di spruzzamento dell'acqua, formato da un collettore principale in acciaio zincato a caldo, con collettori secondari in resina ed ugelli autopulenti in speciale miscela di gomma di tipo centrifugo, assemblati senza guarnizioni. La costruzione in gomma consentirà la rapida rimozione degli ugelli.

La sezione ventilante comprenderà uno o più ventilatori del tipo a doppia aspirazione con girante di tipo silenzioso a pale inclinate in avanti, bilanciata dinamicamente, calettata sull'albero in acciaio rettificato oppure tubolare con estremità riportate, a seconda dei modelli. I supporti saranno del tipo con cuscinetti a sfere autoallineanti a lubrificazione permanente. I ventilatori saranno completi di puleggia mossa e motrice, cinghioli trapezoidali e reti di protezione per le prese d'aria. Il motore elettrico, trifase, sarà di tipo chiuso, ventilato esternamente con protezione IP55 secondo le norme internazionali IEC 72 e 34/1/5/6/7, montato su apposita sedia per la facile regolazione del tiro di cinghia. La trasmissione sarà progettata per non meno del 160% della potenza nominale.

Separatore di gocce con lamine opportunamente sagomate in polipropilene, e suddiviso in sezioni per facilitarne la rimozione.

La verniciatura standard verrà effettuata esternamente mediante una mano di vernice ancorante e protettiva epossidica ed una mano a finire di smalto epossidico, polimerizzato a caldo.

#### **4.2.6 Refrigeratore di liquido ad alta efficienza con sorgente acqua**

Unità fornita completa di carica refrigerante, collaudo e prove di funzionamento in fabbrica. Necessita quindi, sul luogo dell'in-stallazione, delle sole connessioni idriche ed elettriche.

##### **STRUTTURA**

Struttura costituita da elementi portanti realizzati in lamiera di acciaio zincato e verniciato con polveri poliesteri. Telaio autoportante realizzato in modo da garantire la massima accessibilità per le operazioni di servizio e manutenzione.

##### **COMPRESSORI**

Compressore centrifugo a doppio stadio di compressione, con giranti in alluminio a velocità variabile, progettato per il funzionamento senza olio di lubrificazione. Compressore alloggiato all'interno di una struttura in alluminio e materiale termoplastico ad alta resistenza. Compressore dotato di cuscinetti magnetici radiali ed assiali per permettere la levitazione dell'albero rotante e quindi l'eliminazione di contatti tra le parti meccaniche. Sensori di posizione integrati sui cuscinetti magnetici per il controllo della centratura dell'albero in sospensione che comunicano con il controllore, eventualmente, per il riposizionamento real-time dello stesso. Il controllore integrato nel compressore regola il campo magnetico per la sospensione dell'albero rotante e determina l'alimentazione PWM del motore per la variazione di velocità di rotazione, ottimizzando real-time il lavoro del compressore in funzione alle variabili condizioni di carico.

Parzializzazione continua della capacità erogata tramite inverter integrato; esso aggiusta la frequenza e il voltaggio di alimentazione elettrica in funzione delle condizioni operative del compressore, rilevate ed elaborate direttamente dal controllore a bordo dello stesso. In caso di interruzioni impreviste di alimentazione elettrica, i condensatori del compressore diventano essi stessi dei generatori di corrente, e il controllore gestisce la de-levitazione dell'albero rotante e il suo riposizionamento a terra. Una serranda radiale in aspirazione estende ulteriormente il campo di lavoro del compressore, assicurando il funzionamento ad alta efficienza anche in condizioni di parzializzazione spinta. Compressore dotato di motore sincrono a magneti permanenti compatibili per il lavoro a velocità variabile; il motore è raffreddato tramite iniezione di refrigerante. Compressore dotato di valvola di non ritorno sullo scarico per la protezione contro ritorno di gas, di termica interna al motore per la protezione contro sovra-assorbimenti di corrente imprevisti e di dispositivo soft-charge per la gestione dello spunto in fase di avviamento.

##### **SCAMBIATORE LATO UTENZA**

Scambiatore, con funzione di evaporatore, a fascio tubiero del tipo allagato, con passaggio acqua lato tubi e refrigerante lato mantello. Mantello d'acciaio rivestito con materassino anticondensa in elastomero espanso a celle chiuse dello spessore di 10 mm e conducibilità termica pari a 0,033 W/mK a 0°C. Il fascio tubiero è realizzato con tubi in rame rigati internamente ed esternamente per favorire lo scambio termico. Separatore di gocce integrato per proteggere il compressore dalla possibilità di aspirazione di liquido. Lo scambiatore è dotato di pressostato differenziale per monitorare il corretto flusso d'acqua quando l'unità è in funzione, prevenendo quindi la formazione di

ghiaccio al suo interno. Lo scambiatore è realizzato soddisfacendo ai requisiti della normativa PED, riguardante le pressioni di esercizio.

#### SCAMBIATORE LATO SORGENTE

Scambiatore, con funzione di condensatore, a fascio tubiero del tipo allagato, con passaggio acqua lato tubi e refrigerante lato mantello. Mantello d'acciaio e fascio tubiero realizzato con tubi in rame rigati internamente ed esternamente per favorire lo scambio termico. Per le unità in funzione /H (reversibili in pompa di calore lato idraulico) è previsto l'isolamento dello scambiatore con materassino in elastomero espanso a celle chiuse dello spessore di 10 mm e conducibilità termica pari a 0,033 W/mK a 0°C. Testate smontabili per permettere l'ispezione dei tubi. Su richiesta è disponibile la versione a 4 passi per le applicazioni ad acque sotterranee o superficiali. Lo scambiatore è realizzato soddisfacendo ai requisiti della normativa PED, riguardante la pressione di esercizio.

#### CIRCUITO FRIGORIFERO

Unità progettata per il funzionamento con un unico circuito frigorifero al fine di ottimizzare l'efficienza nello scambio termico, soprattutto in condizioni di parzializzazione, senza rischi sull'impropria gestione dell'olio che in questa serie di unità è completamente assente. Il circuito frigorifero ha, oltre ai componenti di cui sopra, in dotazione standard:

- valvola di espansione elettronica
- sensore di livello refrigerante sul condensatore
- valvole di sicurezza alta e bassa pressione con visualizzazione in digitale da controllore dei livelli di pressione e del regime di rotazione
- rubinetto di intercettazione sulla linea liquido e alla mandata del compressore
- elettrovalvola sulla linea del liquido
- filtro deidratatore a cartuccia sostituibile
- indicatore passaggio liquido con segnalazione presenza di umidità
- pressostato di sicurezza alta pressione.

#### QUADRO ELETTRICO DI POTENZA E CONTROLLO

Quadro elettrico di potenza e controllo costruito in conformità alle norme EN60204-1 ed EC204-1, completo di:

- controllore elettronico
- trasformatore per il circuito di comando
- sezionatore generale bloccoporta
- sezione di potenza con distribuzione a sbarre
- filtro EMC e reattore sul circuito di potenza compressori
- scaricatori di protezione e fusibili per compressori
- morsetti per blocco cumulativo allarmi
- morsetti per l'on/off da remoto
- morsettiere a molla dei circuiti di comando
- segnale remoto 4-20 mA
- relé comando pompe lato utenza e sorgente.

#### COLLAUDI

Controlli eseguiti lungo tutto il processo produttivo secondo le procedure previste dalla ISO9001. Possibilità di eseguire collaudi prestazionali o acustici, in presenza del cliente con personale tecnico altamente qualificato. I collaudi prestazionali prevedono la misurazione dei dati elettrici, delle portate d'acqua, delle temperature di esercizio, della potenza elettrica assorbita e della potenza resa, sia in condizioni di pieno carico che di

carico parziale. Durante il collaudo prestazionale è possibile la simulazione dei principali stati d'allarme e la misura delle perdite di carico sugli scambiatori. I collaudi acustici permettono la verifica del livello di emissione sonora dell'unità; si calcolano poi secondo ISO3744 i valori medi globali di pressione ad 1 metro e di potenza sonora riferiti all'intera unità.

**Dati caratteristici gruppo frigorifero**

REFRIGERAZIONE

Potenza frigorifera [kW] 806 ;

Potenza assorbita totale [kW] 156 ;

EER 5,17 ;

ESEER9,21 ;

COMPRESSORI

N. compressori / N. circuiti [N. ] 2 / 1 ;

LIVELLI SONORI ;

Livello equivalente pressione sonora A 1 mt [dB(A)] 70 ;

**4.2.7 Caldaia a condensazione**

Caldaia a condensazione a temperatura scorrevole interamente in acciaio INOX al TITANIO 316. Caldaia a tre giri di fumo con bruciatore a gas. Dotata di:

- Corpo caldaia con cassa fumi e attacco uscita fumi
- Portellone anteriore caldaia pivotante a destra o sinistra con attacco bruciatore
- Sistema uscita fumi
- Visore del focolare integrato nel portellone
- Attacchi di mandata e ritorno con controflange, viti e bulloni
- Raccordi di alimentazione e drenaggio
- Serie di turbolatori nel terzo giro di fumo
- Isolazione frontale
- Flangia bruciatore
- Doppia isolamento speciale
- Mantelli esterni su tutti i lati
- Quadro di comando digitale con possibilità di guidare un bruciatore mono-stadio o bi-stadio
- Spazzola di pulizia
- Pressione d'esercizio: 6 bar

La seguente tabella riporta le principali caratteristiche tecniche della caldaia:

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

Potenza utile gasolio (80/60°C)	max	kW	1300	
Potenza termica gasolio	max	kW	1405	
Potenza utile Condensatore gasolio (30/35°C)	max	kW	108	
	min		44	
Potenzialità utile gas (80/60°C)	max	kW	1300	
Potenza termica gas	max	kW	1447	
Potenza utile (30/35°C) Condensatore gas	max	kW	164	
	min		36	
Lunghezza piede	l	mm	2314	
Larghezza piede	b	mm	1300	
Altezza blocco	h	mm	1650	
Porta caldaia	a	mm	145	
Camera fumi	c	mm	1105	
Alt. mezz. flangia bruc.	d1	mm	840	
Alt. mezz. att. fumi	d2	mm	400	
Alt. mezz. flangia ARF	d3	mm	1320	
Alt. mezz. foro ARF al cappot.	d4	mm	270	
Attacchi fumi Ø	e	mm	350	
Sporgenza tubo	f	mm	60	
Raccordi mandata/ritorno	g	DN	125	
Placca Frontale/mezz. andata	i	mm	238	
Interasse attacchi	j	mm	1493	
Raccordo	k	mm	110	
		DN	1 1/4"	
Distanza mandata/ritorno recuperatore-retro	m	mm	385	
Distanza mandata/ritorno recuperatore	n	mm	100	
Altezza centro flangia ritorno recuperatore	o	mm	720	
Altezza uscita condensato	q	mm	185	
		DN	1 1/2"	
Raccordo condensa fumi	k1	mm	205	
		DN	1 1/4"	
Lunghezza	L	mm	3624	
Larghezza	B	mm	1420	
Altezza	H	mm	1730	
Cuffia inson. corta	A	mm	1380	
Cuffia inson. lunga	C	mm	1630	
Peso caldaia	G	kg	2950	
Contenuto acqua	V	Litri	1430	
Perdita lato acqua	$\Delta t = 20K$	$\Delta p_w$	mbar	33
Resist. lato fumi gas	$n = 1,2$	$\Delta p_a$	mbar	6.64

#### **4.2.8 Canne fumarie in acciaio inox doppia parete**

##### **QUALITA' DEI MATERIALI**

Gli elementi prefabbricati a doppia parete, interna in acciaio inox 1812 AISI 316, parete esterna in acciaio inox 1810 AISI 304, dovranno essere conformi alla Legge 13/7/1966 n.615 (Legge Antismog), al D.P.R. del 22/12/1970 n.1391 (Regolamento per l'esecuzione della Legge n.615).

I camini saranno resistenti a temperature interne sino a 760°C per un periodo non inferiore a 60 minuti, ed a temperature di esercizio continuo di 500°C.

I supporti dovranno essere in grado di sopportare il peso pari a 4 volte quello del camino con i relativi accessori.

Il grado di isolamento del camino dovrà essere tale da consentire di installare materiali combustibili ad una distanza minima di 50 mm.

Il calcolo della sezione interna di ciascun camino deve tenere conto sia della portata massima dei fumi generati dalla caldaia a cui è asservito che durante gli esercizi a carico ridotto con portate minime di gas.

Si dovrà inoltre tenere conto delle caratteristiche del combustibile e applicare ai calcoli i fattori di correzione per l'altitudine.

Il coefficiente di trasmissione termica attraverso le pareti del camino non dovrà essere maggiore di 1,4 W/m<sup>2</sup> con fumi a 500°C.

La costruzione dovrà consentire al manufatto di dilatarsi e contrarsi, senza generare tensioni al mutare della temperatura.

Carcassa interna fabbricata in acciaio AISI 304 a sezione circolare con giunto verticale coperto dal bordo dell'accoppiamento e con accoppiamento femmina del bordo inferiore.

L'isolamento termico sarà in lana minerale basaltica in fiocchi ad alta densità con spessore 50 mm

La carcassa esterna sarà realizzata in acciaio inox AISI 304 con nervature adeguate per contenere l'isolamento.

La camera di ispezione alla base con innesto per il raccordo fumi derivato dalla caldaia sarà dotata di portello di ispezione corrispondente alle prescrizioni Legge 615/66.

I supporti da parete saranno inseriti alla base ed alla sommità dei tratti verticali con interasse max di 3,0 m.

##### **ACCESSORI**

Ogni camino sarà dotato dei seguenti accessori:

- raccordo sub-orizzontale tra caldaia e camino;
- controflange, bulloni, guarnizioni e controtelai da immurare;
- anelli pesanti di protezione, da inserire nella muratura quando questa viene attraversata;
- dispositivo di prelievo fumi;
- giunto di dilatazione per consentire le contrazioni del raccordo;
- sportello d'ispezione, coibentato, dimensioni min.35x25 cm.;
- isolamento termico del raccordo con adeguato materiale dello spessore di 50 mm. ben fissato e protetto con lamierino da 6/10.

**4.2.9 Elettropompa centrifuga monoblocco - motore direttamente accoppiato ad inverter**

**QUALITA' DEI MATERIALI**

Elettropompa centrifuga ad uno stadio accoppiata direttamente al motore elettrico. Tipo monoblocco per montaggio a basamento. Attacchi ad angolo.

Corpo in ghisa con piede di appoggio, attacchi a flange PN 16 ad assi ortogonali, girante in ghisa, tenuta sull'albero di tipo meccanico non raffreddato.

Albero motore in acciaio accoppiato a cuscinetti a sfera a gole profonde lubrificati a grasso.

Campo di funzionamento, per impianti di condizionamento e riscaldamento, da -30°C a +120°C; pressione massima di esercizio 1600 kPa.

Motore elettrico trifase, con rotore in corto circuito, ventilato esternamente, classe di protezione IP 55, classe di isolamento B, giri/min.1400.

Comprensiva di controflange di collegamento, guarnizioni e bulloni.

Verniciatura di fondo con strato di antiruggine, a finire con verniciatura a spruzzo di smalto sintetico.

Ogni elettropompa sarà munita di targhetta indicatrice con sopra riportati:

- modello;
- portata;
- prevalenza manometrica;
- velocità di rotazione;
- potenza assorbita;
- caratteristiche della corrente elettrica di alimentazione.

Criterio di scelta della pompa:

- la portata di progetto dovrà essere situata in prossimità del punto di massimo rendimento;
- le curve caratteristiche prevalenza-portata dovranno risultare con la prevalenza sempre crescente al diminuire della portata.
- il punto di funzionamento non potrà mai stare sulle giranti  $\Phi_{max}$  e  $\Phi_{min}$ .

**MODALITA' DI ESECUZIONE**

L'elettropompa dovrà essere installata direttamente sulle tubazioni o a basamento; posizione della pompa con albero motore in orizzontale, in verticale o inclinato.

Non sarà accettata l'installazione con motore verso il basso.

L'elettropompa verrà montata in asse con la tubazione di aspirazione.

I collegamenti e il corpo non dovranno presentare alcun trafileamento di liquido.

Le bocche premente ed aspirante saranno munite di flange di accoppiamento con controflangia.

Ogni pompa dovrà essere munita sulla bocca aspirante di valvola di intercettazione e sulla bocca premente di valvola di ritegno, valvola di intercettazione, manometro e termometro.

Le tubazioni andranno collegate alle pompe mediante giunti antivibranti di connessione. I raccordi tra le bocche delle pompe e le relative tubazioni, onde tener conto dei differenti diametri, verranno eseguiti mediante tronchetti conici di lunghezza pari a circa cinque volte la differenza tra i diametri stessi. Eventuali gomiti che fosse necessario installare

nelle vicinanze delle bocche, dovranno essere realizzati mediante curve a largo raggio, non inferiore a due volte il diametro della tubazione.

#### CONVERTITORE DI FREQUENZA (INVERTER)

Il convertitore di frequenza (INVERTER) sarà del tipo adatto per l'applicazione su elettropompe.

La cassa di contenimento sarà metallica, IP 54 e adatta per il montaggio da quadro.

Il convertitore sarà essenzialmente costituito da:

Processore a 32 bit per il controllo della tensione ottimale del motore.

Sistema di arresto al raggiungimento della temperatura di 75°C sul dissipatore.

Protezioni contro la sottotensione e la sovratensione.

Sistema di filtrazione del circuito intermedio.

Display alfanumerico per la visualizzazione dei parametri principali.

n. 4 rampe regolabili singolarmente con 2 accelerazioni e 2 decelerazioni con intervallo di regolazione da

0 a 3600 sec.

n. 2 relè di uscita programmabili per le segnalazioni di stato.

Efficienza min. al 100 % del carico: 96%.

Efficienza min. al 20 % del carico: 92%.

Frequenza di uscita: da 0 a 100 Hz.

Tensione di uscita trifase: regolabile dal 10 % alla tensione di rete max.

Coppia di uscita limitata a 1,10 x la coppia nominale.

Potenza: congruente con l'apparecchiatura al quale è applicato (kW.)

Corrente di uscita continua: congruente con l'apparecchiatura al quale è applicato (A).

#### CONTROLLI E COLLAUDI

Sarà verificato il corretto montaggio dell'elettropompa, la facilità di accesso manutentivo alla stessa e il punto di funzionamento.

#### **4.2.10 Sonda geotermica**

Sonda geotermica verticale realizzata con tubi PE 100 SDR 11 Ø25, 32 o 40mm completa di:

-Collettori di terra: circuito monotubo PE 100 SDR 11 Ø20, 25, 32mm

-Sistemi di tubi per piloni in calcestruzzo: utilizzo doppio di piloni in calcestruzzo, nel caso di terreno non

resistente ai carichi di alti edifici; da 5a50 metri, applicazione verticale.

-piede di sonda a forma di U: per lo più munito di dispositivo per il fissaggio di zavorre, per facilitarne la  
posa.

- Testa di sonda o un elemento di raccordo: per collegare i tubi verticali ai tubi di alimentazione  
orizzontali, al collettore o direttamente sulla pompa di calore



#### **4.2.11 Sistema di regolazione, supervisione e monitoraggio impianti**

Tale sistema sarà contraddistinto dalle seguenti caratteristiche:

- capacità di garantire eventuali ampliamenti delle funzioni senza la necessità di modifiche al sistema stesso;
- possibilità di interagire in maniera globale con tutte le unità a microprocessore utilizzate per le parti denominate "servizi ausiliari" quali gruppi frigoriferi, caldaie, unità trattamento aria, elettropompe di circolazione ecc..
- possibilità di eseguire curve di tendenza per più giorni.

Gli impianti direttamente controllati saranno:

- produzione e distribuzione acqua calda e refrigerata;
- produzione e distribuzione energia elettrica;
- programmi orari di gestione impianti tecnici;
- Monitoraggio e controllo del funzionamento e dei consumi (elettrici e termofrigoriferi);
- segnalazioni ed allarmi.

Al fine di effettuare un controllo di tipo estensivo sui consumi energetici del complesso (energia termica e frigorifera e energia elettrica) e poterli ripartire per edificio e utenze significative verranno installati analizzatori di rete sulle principali partenze del quadro generale di bassa tensione e dei quadri principali di edificio; analogamente verranno installati contatori di calorie (del tipo ad ultrasuoni) su tutte le principali utenze termofrigorifere. Sia gli analizzatori di rete che i contatori di calorie saranno collegati via bus a un sistema di supervisione e monitoraggio che sarà capace di aggregare e rappresentare graficamente i dati raccolti (creazione di trend, individuazione dei picchi, calcolo dei coefficienti di efficienza degli impianti e del loro rendimento). Un Tool di analisi dei consumi permetterà di individuare eventuali anomalie e le azioni di ulteriore miglioramento della performance energetica del complesso.

Tale funzionalità, insieme alla disponibilità di programmi orari di funzionamento, sono un elemento fondamentale per il risparmio energetico e per un miglior utilizzo delle apparecchiature dell'impianto.

#### **SISTEMA DI MONITORAGGIO**

I moderni sistemi di controllo e gestione di infrastrutture impiantistiche sono rivolti in primo luogo a facilitare l'utilizzo da parte dell'utente ed a ridurre al minimo i consumi energetici e conseguentemente i costi operativi. Per soddisfare in modo adeguato entrambe queste esigenze, si rendono necessari degli ulteriori strumenti, basati sul sistema di automazione e controllo descritti successivamente.

Le soluzioni proposte per il raggiungimento di tali obiettivi sono:

- CC (Consumption Control) per la gestione energetica
- ADP (Advanced Data Processing) per la gestione finanziaria dell'impianto.

Queste applicazioni si adattano agevolmente alla topologia del sistema, fornendo un'assistenza continua durante il funzionamento dei diversi edifici.

Il software applicativo ADP analizza i dati dell'impianto di ogni singolo edificio provenienti dagli analizzatori di rete e dai misuratori di calorie, raccogliendoli e riordinandoli fino a stilare dei report significativi. Qualsiasi dato rilevante fornito dal sistema di controllo ed

automazione può essere registrato e quindi utilizzato allo scopo di analisi (temperatura esterna, temperatura dei fluidi, stato di funzionamento delle apparecchiature, ecc.). Sulla base di queste informazioni è poi possibile intraprendere dei provvedimenti per ottimizzare l'impianto, sotto un monitoraggio costante.

- Analisi dei dati di impianto dall'edificio.
- Analisi delle condizioni ambientali.
- Identificazione dell'obiettivo per l'ottimizzazione.
- Analisi dei processi all'interno del sistema di automazione e controllo degli edifici.
- Verifica del processo di automazione e controllo.

Una volta identificate le aree che potrebbero essere sede di potenziali risparmi energetici, è possibile sfruttare alcuni semplici strumenti di ottimizzazione, che permettono una conseguente riduzione dei costi. Ad esempio, se si utilizza ADP per controllare i profili di carico di una certa categoria di utilizzatori di energia in un determinato periodo di tempo, sarà possibile individuare chiaramente dove sia possibile ottenere dei risparmi grazie ad un processo di riorganizzazione. Di seguito è riportata una schermata tipo di tale sistema.

Il sistema permetterà il controllo, in tempo reale, del buon funzionamento degli impianti controllati da parte di uno o più operatori, per mezzo della stazione operatore grafiche e dei terminali operatore portatili.

Gli applicativi messi a disposizione dal sistema di supervisione consentiranno di effettuare tutte le funzioni necessarie alla realizzazione dei compiti di gestione e manutenzione degli impianti.

Esso sarà capace di rappresentare graficamente gli impianti controllati, realizzare un ambiente di programmazione strutturata ad oggetti, di tipo grafico, allo scopo di permettere una semplice programmazione, gestire tutte le situazioni di allarme che intervengano nell'ambito del sistema, l'archiviazione di tutte le operazioni effettuate dagli utenti del sistema con l'analisi statistica dei dati memorizzati. E' inoltre in grado di realizzare un'interfaccia grafica per la creazione e gestione di tutti i programmi orari, giornalieri, settimanali, annuali.

Il sistema sarà basato su una architettura ad intelligenza altamente distribuita, con proprietà DDC liberamente programmabile.

I componenti fondamentali del sistema adottato saranno:

Moduli di comando: unità autonome di comando e controllo, posizionate in prossimità delle utenze da controllare ed in grado di svolgere autonomamente le funzioni richieste dalle utenze.

Bus di comunicazione: mette in comunicazione i singoli moduli con gli altri

Centrale operativa di supervisione e controllo: supporta l'interfaccia uomo/macchina con tecniche di dialogo grafico ed a menù

### **Moduli di Comando**

Il modulo viene impiegato per la elaborazione "stand-alone" di compiti di regolazione, comando e gestione energia standardizzata.

Il modulo è programmabile e di tipo comunicante "peer to peer" con gli altri moduli DDC: le funzioni desiderate vengono immesse tramite programmi.

Il software di ciascun modulo potrà comprendere:

Sistema operativo.

Software per l'elaborazione dei segnali di ingresso/uscita.

Software per il controllo dei comandi.

Software per la regolazione automatica e controllo Digitale Diretto (DDC).

Programmi di risparmio energetico.

Software per la realizzazione di sequenza.

### **Sistema operativo**

Il sistema operativo è residente su memoria non volatile, opera in tempo reale, provvede alla gestione delle diverse funzioni in base alle loro priorità, controlla i programmi a tempo, gestisce la comunicazione tra i singoli Moduli e tra i Moduli e Sistema Centrale, gestisce la scansione degli ingressi e delle uscite.

### **Software per l'elaborazione dei segnali di ingresso/uscita**

Questo software dovrà:

Aggiornare continuamente i valori e le condizioni di ingresso e di uscita.

Assegnare l'opportuna unità ingegneristica e l'opportuno identificatore della condizione di stato a tutti gli ingressi/uscite analogici e digitali.

Convertire i segnali da analogici a digitali, associando ad essi una scala.

Permettere la inibizione degli allarmi per un tempo programmabile.

Permettere il conteggio delle ore di funzionamento in una macchina basandosi sullo stato di un punto digitale di comando.

### **Software per il controllo dei comandi**

Questo software dovrà gestire la ricezione dei comandi da tastiera provenienti dal Sistema Centrale o dai terminali portatili e da programmi automatici di regolazione.

Questo software è in grado di:

Permettere di associare un ritardo al comando così da evitare l'avviamento contemporaneo di più macchine. Il ritardo potrà essere programmato da 0 a 30 secondi.

Permettere la realizzazione di "programmi eventi" che dovranno aver luogo ad una sequenza di funzionamento in base al tempo o al verificarsi di un determinato evento.

I requisiti minimi per questi programmi saranno:

Possibilità di comandare punti analogici ad un valore specifico.

Possibilità di comandare punti digitali ad uno stato specifico.

L'iniziatore dell'evento dovrà poter essere un istante specifico o un evento specifico.

Possibilità di inizializzare il programma attraverso un comando dell'operatore.

I comandi dovranno rispettare i ritardi di intervento programmati così da evitare eccessivi assorbimenti di corrente: dovranno anche essere rispettati i tempi minimi di ON e di OFF assegnati.

Possibilità di concatenare più programmi eventi.

Possibilità di attivare/disattivare singolarmente i vari programmi eventi.

Possibilità di attivare/disattivare gli iniziatori dei programmi eventi.

### **Software per la regolazione automatica a Controllo Digitale Diretto (DDC)**

Questo software dovrà permettere la realizzazione delle strategie di controllo degli impianti così come richiesto dalle specifiche applicazioni.

Ciascun Modulo avrà residenti nella propria memoria, e quindi disponibili per i programmi, una libreria completa di algoritmi DDC, di operatori aritmetici e logici e di operatori relazionali per permettere la realizzazione di sequenze di controllo.

Fra tali operatori sarà incluso il PID che potrà essere utilizzato anche parzialmente (P o PI), a seconda delle esigenze dell'impianto.

I programmi e gli operatori facenti parte della libreria dovranno essere standard anche se personalizzabili; e ciò al fine di semplificare al massimo la programmazione.

### **Programmi di risparmio energetico**

1) Programmi a tempo.

Gli istanti di avviamento e di arresto dovranno essere programmabili in modo indipendente.

Il programma dovrà essere applicabile a ciascun punto controllato.

2) Programmazione dei giorni "eccezione".

La programmazione dei giorni dovrà essere del tipo per "eccezione" in modo da inserire in memoria, rapidamente e semplicemente, i giorni per i quali non varranno i normali programmi a tempo.

3) Programma di avviamento ottimizzato.

Mediante questo programma l'impianto verrà avviato con il minor tempo possibile di anticipo rispetto all'orario di inizio occupazione, pur garantendo il raggiungimento, per tale istante, delle condizioni di comfort desiderate.

Ciò verrà ottenuto basandosi sulla temperatura esterna e sulla temperatura ambiente.

Il programma dovrà operare sia in ciclo estivo che invernale.

Dovrà essere impiegato un algoritmo adattativo che, in base alle esperienze acquisite nei giorni precedenti modifichi automaticamente la durata del tempo di messa a regime.

4) Programma di arresto ottimizzato.

Questo programma, utilizzando l'effetto volano dell'energia immagazzinata nell'edificio, anticiperà lo spegnimento dell'impianto rispetto all'orario di fine occupazione.

### **Struttura dei moduli**

Avranno come elemento base del funzionamento un processore con parole da 8 bit.

Tutti programmi, da sistema operativo ai programmi applicativi, risiederanno su memorie EPROM in modo da essere salvaguardati da mancanza di tensione senza richiedere alimentazioni di backup.

Ogni modulo sarà provvisto di circuito di alimentazione a 24 V, di convertitori A/D e D/A e di un orologio interno.

Gli ingressi e le uscite da ciascun modulo, sono tali da garantire la massima flessibilità e modularità di configurazioni.

La definizione del tipo di punto collegato, dei compiti di lavoro e dei dati di base dovrà essere realizzata via software.

Sarà possibile utilizzare, moduli con differenti capacità di elaborazione (da 16 a 48 punti) in modo da garantire un corretto dimensionamento che consenta scelte di massima autonomia funzionale senza inutili aggravii economici dovuti a punti non utilizzati.

Sulla piastra frontale di ogni modulo saranno presenti:

Spina di servizio, per la connessione di un terminale locale di intervento e per la connessione al bus di comunicazione.

Diodi luminosi per la indicazione di funzionamento e guasto.

Spine (in numero variabile in funzione del tipo di modulo) atte alla connessione degli elementi in campo.

### **Interfaccia con gli impianti**

La connessione tra i Moduli di Comando e le apparecchiature periferiche (sonde, organi di regolazione, ecc.) è costruita per mezzo di moduli interfaccia inglobati nei moduli.

### **Bus di comunicazione**

Il sistema di trasmissione ha il compito di consentire il trasferimento dati tra i vari componenti.

Il trasferimento dovrà poter avvenire contemporaneamente in due direzioni:

verticalmente cioè partendo dall'elemento periferico più decentrato e salendo fino all'unità centrale.

orizzontalmente, cioè scambiando dati tra elementi di pari livello (tra moduli periferici autonomi) senza coinvolgere gli elementi di livello superiore.

Tale caratteristica consentirà una occupazione solo temporanea dei bus di comunicazione (comunicazione orientata all'evento) garantendo una più veloce risposta nella elaborazione delle informazioni ed una indipendenza di funzionamento dalla struttura gerarchicamente superiore.

La velocità di trasmissione dovrà essere elevata (9600 bit/sec) per garantire una corrispondente velocità di elaborazione e di esecuzione da parte dell'intero sistema.

Il bus di comunicazione dovrà inoltre permettere la connessione del terminale operatore portatile consentendo di operare su uno qualunque dei moduli di comando facenti parte del bus.

### **Terminale operatore**

Il terminale operatore sarà di tipo portatile e consentirà di visualizzare le variabili del sistema e di variare i parametri di comando e controllo.

Il dialogo con l'operatore sarà di tipo guidato con menù strutturato.

Il terminale sarà inoltre dotato di segnalazione visiva tramite Led ed acustica tramite buzzer, per la segnalazione di allarme.

La connessione del terminale ad ogni singolo modulo collegato sul bus non dovrà né interrompere e né interferire in alcun modo sul funzionamento del modulo stesso.

Tramite il terminale operatore dovrà essere possibile:

Fissare stati e valori

Visualizzare stati diagnostici

Visualizzare sequenzialmente il sommario punti ed il sommario allarmi

Visualizzare/comandare lo stato di un punto digitale o il valore di un punto analogico

Visualizzare/cambiare parametri applicativi e di DDC

Visualizzare/cambiare limiti analogici

Visualizzare/cambiare le tabelle dei tempi di funzionamento.

### **Postazione stazione videografica**

La postazione stazione videografica dovrà essenzialmente essere costituita da personal computer di tipo con Processore Pentium II o superiore corredato di monitor a colori da almeno 17" e di stampante per la stampa di tutti i parametri.

Per l'intero sistema di comando, controllo e regolazione in DDC dovrà inoltre essere possibile, utilizzando il personal computer, avere a disposizione una grafica interattiva di comando che permette la creazione di pagine video contenenti i sinottici d'impianto.

#### **TABELLA CAVI**

Di seguito vengono indicati i vari tipi di cavo da usarsi per il collegamento di tutti gli elementi in campo alle unità di regolazione.

Tutti i cavi devono essere separati dai cavi di potenza.

#### **DESCRIZIONE**

##### **- Sonde di temperatura:**

Collegamento a due fili interscambiabili.

Tipo di cavo 2x1 mm<sup>2</sup> fino a 110mt.; 2x1,5 mm<sup>2</sup> fino a 170 mt.

##### **- Sonde di umidità' relativa:**

Collegamento a quattro fili non interscambiabili.

Tipo di cavo 4x1 mm<sup>2</sup> fino a 110 mt.; 4x1,5 mm<sup>2</sup> fino a 170 mt.

##### **- Sonde di pressione:**

Collegamento a tre fili non interscambiabili.

Tipo di cavo 3x1,5 mm<sup>2</sup> fino a 100 mt.

##### **- Termostati, pressostati, flussostati:**

Collegamento a due fili interscambiabili.

Tipo di cavo 2x1 mm<sup>2</sup>.

##### **- Valvole modulanti con servocomando elettrico:**

Collegamento a tre fili non interscambiabili.

Tipo di cavo 3x1,5 mm<sup>2</sup> fino a 100 mt.; oltre 2,5 mm<sup>2</sup>.

##### **- Valvole on/off con servocomando elettrico:**

Collegamento a cinque fili non interscambiabili.

Tipo di cavo 5x1,5 mm<sup>2</sup> fino a 100 mt.; oltre 2,5 mm<sup>2</sup>.

##### **- Servocomando serrande CDZ:**

Collegamento a tre fili non interscambiabili.

Tipo di cavo 3x1,5 mm<sup>2</sup> fino a 100 mt.; oltre 2,5 mm<sup>2</sup>.

##### **- Bus di comunicazione sistema:**

Collegamento a due fili + schermo non interscambiabili.

Tipo di cavo 2x1 mm<sup>2</sup> schermato e twistato (minimo 10 twistature/metro).

#### **4.2.12 Collettore solare**

Collettore solare piano per installazioni orizzontali e verticali avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Assorbitore in rame ad elevata selettività con saldatura ad ultrasuoni, resistente alle elevate temperatura con trattamento applicato sottovuoto.
- Vetro prismatico di copertura temperato spessore 4mm, ad alta trasparenza.
- Vasca di contenimento in alluminio con profili in alluminio anodizzato e guarnizioni in gomma EPDM con giunti ad angolo galvanizzati.
- Isolamento termico in lana di roccia ad alta densità di spessore 60mm.
- Coibentazione laterale completa di spessore 20mm, senza ponti termici.

*Dati tecnici principali:*

- Superficie totale collettore: 2,61 mq. - Superficie assorbente netta: 2,39 mq. - Rendimento ottico dell'assorbitore: 81,8%.
- Coefficiente di dispersione termica dell'assorbitore k1: 3,47 W/mq K.
- Coefficiente di dispersione termica dell'assorbitore k2: 0,0101 W/mq K.
- Assorbimento massimo: 95%. - Trasmissione vetro: 91%.
- Pressione max. di esercizio assorbitore: 10 bar.
- Temperatura max. di esercizio assorbitore in stand-by: 227°C.
- Contenuto d'acqua: 1,3 Litri.
- Dimensioni di ingombro (Larghezza x Profondità x Lunghezza): 1215mm x 110mm x 2151mm.
- Peso a vuoto: 48 kg. - Certificazioni: CE 97/23 – EN 12975 – TÜV 0036.

#### **4.2.13 Scambiatori di calore a piastre**

##### **QUALITA' DEI MATERIALI**

Lo scambiatore di calore sarà del tipo a piastre costituito da telaio di supporto in acciaio al carbonio, completo di attacchi flangiati, in acciaio inox, di entrambi i circuiti idraulici (primario e secondario) disposti su di un solo lato, piastre di scambio in acciaio inox AISI/316, guarnizioni di tenuta in EPDM e resistenti fino a 160°C, tiranti serrapiastre in acciaio nero con filettatura passo DIN, pressione di esercizio PN 16, superficie di scambio di ciascuna piastra pari ad almeno 0,250 m<sup>2</sup>, il tutto assemblato e collaudato.

La perdita di carico massima ammissibile degli scambiatori di calore a piastre, qualunque sia la configurazione dello stesso ed il numero di piastre che lo compongono dovrà essere contenuta in 3,5 m.c.a.

Il dimensionamento inoltre dello scambiatore andrà eseguito considerando di utilizzare valori di coefficienti di incrostazione non inferiori a:

acqua in circuito chiuso: 0,088 °C mq/kw

Lo scambiatore dovrà essere assoggettato a collaudo e verifica nei casi previsti dalla regolamentazione vigente per i serbatoi a pressione ed inoltre dovranno essere muniti di apposita targhetta con sopra indicato:

- modello;
- resa termica nelle condizioni di massimo esercizio;
- massima perdita di carico ammessa nel circuito primario e secondario;

- massima temperatura di entrata e massimo salto ammesso, nel circuito primario e secondario, nelle condizioni di massimo carico.

Lo scambiatore sarà previsto per resistere ad una pressione non inferiore ad 1,5 volte quella di esercizio dell'impianto.

Le caratteristiche prestazionali delle anzidette apparecchiature dovranno essere conformi a quelle desumibili dai grafici di progetto.

#### MODALITA' DI ESECUZIONE

Lo scambiatore di calore dovrà essere installato su di un apposito basamento realizzato in c.l.s.

I collegamenti idraulici tra lo scambiatore e le tubazioni di collegamento non dovranno presentare alcun trafilamento di liquido.

#### CONTROLLI E COLLAUDI

Sarà constatato il corretto funzionamento verificando le perdite di carico ed il corretto scambio di temperatura. Inoltre sarà verificata l'assenza di trafiletti di fluido attraverso le giunzioni nel corso delle prove di tenuta dell'impianto.

### **4.2.14 Isolamento tubazioni e collettori**

#### QUALITA' DEI MATERIALI

Tutti gli isolamenti andranno posti in opera dopo che le relative tubazioni da coibentare sono state protette con la verniciatura antiruggine. Essi dovranno avere classe 1 di resistenza al fuoco. Gli isolamenti inoltre dovranno portare ben visibili i contrassegni distintivi dei circuiti di appartenenza delle tubazioni e del tipo di fluido trasportato.

Gli spessori, se non specificati, dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.P.R.412/93 all.B per il contenimento dei consumi energetici.

#### *Coibentazione per tubazioni convoglianti fluido caldo*

Per le tubazioni che convogliano solo acqua calda ed acqua surriscaldata:

Coppelle in polieuretano espanso rifinite con pellicola autoagganciata in Pvc, di spessore variabile in funzione del diametro della tubazione con rivestimento in lamierino di alluminio ove previsto.

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m°C alla temperatura di 40°C.

<b>TABELLA COIBENTAZIONI FLUIDI CALDI</b>						
Conduttività termica utile dell'isolante W/m°C	Diametro esterno della tubazione mm					
	< 20	20 a 39	40 a 59	60 a 79	80 a 99	≥ 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44



**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69

- Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa.
- I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5.
- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.

*Coibentazione per tubazioni convoglianti fluido freddo*

Per le tubazioni che convogliano solo acqua refrigerata:  
elastomero sintetico a cellule chiuse altamente flessibile

Caratteristiche:

temp. interna massima 100°C

temp. interna minima - 20°C

Coefficiente di permeabilità al vapore acqueo ( $\delta$ ):

Permeabilità:  $\delta \leq 0,09 \times 10^{-9} \text{kg/m.h.Pa}$ .

Reazione al fuoco: classe 1 post. Combustione assente non propagatore di fiamma

<b>TABELLA COIBENTAZIONI FLUIDI FREDDI</b>						
Conduttività termica utile dell'isolante W/m°C	Diametro esterno della tubazione Mm					
	< 20	20 a 39	40 a 59	60 a 79	80 a 99	≥ 100
0,040	13	19	19	32	32	32
0,042	13	19	19	32	32	32

*Coibentazione per tubazioni convoglianti, alternativamente fluidi caldi e freddi:*

Sarà adottato il materiale adoperato per i fluidi freddi ma nello spessore che risulterà maggiore fra le due (solo caldo o solo freddo).

**MODALITA' DI ESECUZIONE**

*Fluidi freddi*

Le guaine dovranno normalmente essere infilate; dove ciò non fosse possibile, la guaina installata tramite taglio longitudinale, dovrà essere sigillata con apposito collante e la giunzione coperta con adatto nastro autoadesivo.

Anche le giunzioni di testa tra le guaine dovranno essere sigillate perfettamente tramite collante.

L'esecuzione di tutte le giunzioni dovrà costituire una perfetta barriera al vapore. Il collante ed il nastro autoadesivo utilizzati a tale scopo dovranno essere della marca e del tipo previsto dal costruttore del materiale isolante.

L'esecuzione dell'isolamento dovrà rispettare tassativamente il manuale di montaggio della Ditta costruttrice.

Nel caso di tubazioni installate nelle centrali o sottocentrali tecnologiche, ovvero alle intemperie, dovrà essere installato, a protezione delle tubazioni anzidette, un rivestimento in alluminio calandrato avente spessore non inferiore a 6/10 mm. Il lamierino di alluminio verrà fissato mediante viti autofilettanti in acciaio inox. Le testate terminali dovranno essere rifinite con lamierini di alluminio.

L'isolamento dovrà avere soluzione di continuità; le sezioni di inizio e di fine dovranno essere accuratamente sigillate.

All'esterno dell'isolamento dovranno essere riportate apposite targhette indicanti il circuito di appartenenza del fluido convogliato e la direzione del flusso.

Tutto il valvolame relativo alle tubazioni in oggetto sarà coibentato con lo stesso materiale e chiuso con scatole presagomate apribili con cerniere e clips, in lamierino di alluminio di spessore 8/10.

#### *Fluidi caldi*

Le coppelle dovranno normalmente essere incollate alle tubazioni e successivamente avvolte da cartone cannettato; la coesione tra coppelle e cartone sarà assicurata da una legatura in filo di ferro zincato.

L'esecuzione dell'isolamento dovrà rispettare tassativamente il manuale di montaggio della Ditta costruttrice dell'isolamento.

Nel caso di tubazioni installate nelle centrali o sottocentrali tecnologiche, ovvero alle intemperie, dovrà essere installato, a protezione delle tubazioni anzidette, un rivestimento in alluminio calandrato avente spessore non inferiore a 6/10 mm. Il lamierino di alluminio verrà fissato mediante viti autofilettanti in acciaio inox. Le testate terminali dovranno essere rifinite con lamierini di alluminio.

L'isolamento dovrà avere soluzione di continuità; le sezioni di inizio e di fine dovranno essere accuratamente sigillate.

All'esterno dell'isolamento dovranno essere riportate apposite targhette indicanti il circuito di appartenenza del fluido convogliato e la direzione del flusso.

#### **4.2.15 Isolamento valvole**

##### **QUALITA' DEI MATERIALI**

Le valvole installate sui circuiti dell'acqua calda e dell'acqua refrigerata saranno isolate mediante materiale avente analoghe caratteristiche tecniche di quello utilizzato per le tubazioni della linea ove esse risultano interposte.

Tale isolamento, il cui spessore sarà pari al doppio di quello installato sulle tubazioni, sarà protetto con finitura in lamierino di alluminio calandrato di spessore pari a 8/10 mm. Per le valvole sui circuiti secondari, dovrà essere utilizzato come isolante lo stesso materiale delle tubazioni allacciate.

Tutto il valvolame sarà protetto esternamente mediante involucri preformati, facilmente removibili, in alluminio calandrato completo di fermi di bloccaggio a leva.

#### MODALITA' DI ESECUZIONE

L'esecuzione dell'isolamento dovrà rispettare il manuale di montaggio della Ditta costruttrice.

L'esecuzione di tutte le giunzioni dovrà costituire una perfetta barriera al vapore.

Il collante ed il nastro autoadesivo utilizzati a tale scopo dovranno essere della marca e del tipo previsto dal costruttore del materiale isolante.

La finitura esterna in lamierino di alluminio, dovrà assicurare l'assoluta manovrabilità del comando della valvola stessa ed all'esterno dovranno essere riportate apposite targhette indicanti il circuito di appartenenza del fluido convogliato, la direzione del flusso.

#### CONTROLLI E COLLAUDI

Sarà verificata la corretta posa in opera, lo spessore dell'isolante ed il tipo di materiale usato. Saranno controllate con particolare attenzione tutte le giunzioni.

Sarà infine verificata la perfetta manovrabilità del comando di tutte le valvole.

### **4.2.16 Tubazioni in acciaio**

#### TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO

Le tubazioni sono conformi alle serie UNI 10216-1 ovvero alla serie ANSI A 106 Gr.B ovvero alla serie ANSI API5L Gr.B e sono del tipo, in acciaio nero non legato.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per convogliamento di acqua e vapore, a qualsiasi temperatura in circuiti di tipo chiuso;

Le tubazioni dovranno essere dimensionate per i seguenti valori indicativi delle velocità di convogliamento, in funzione sia delle perdite di carico ammissibili nel circuito che del livello di rumorosità che si vuole mantenere nell'impianto:

Tubazioni dell'acqua:

rete orizzontale di distribuzione, velocità compresa tra 0,8 e 2 m/s

tratti di distribuzione ai terminali, velocità compresa tra 0,4 e 0,8 m/s.

Tubazioni varie:

Tutte le tubazioni dovranno essere marcate per l'individuazione della serie di appartenenza.

Di seguito (vedi tabella "Classi tubazioni") sono riportate le caratteristiche fondamentali di riferimento in relazione al tipo di servizio.

#### TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO

Le tubazioni in acciaio zincato saranno impiegate per l'alimentazione di riempimento impianti

Le tubazioni conformi alle serie UNI 8863M sono del tipo senza saldatura, in acciaio nero longitudinale

Tutte le tubazioni dovranno essere marcate per l'individuazione della serie di appartenenza.

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

Lunghezza delle verghe compresa tra 4 e 7 m, con estremità filettabili.

**MODALITÀ D'ESECUZIONE**

*Preparazione*

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intrusione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

*Ubicazione*

Le tubazioni interrate dovranno essere alloggiare entro apposito cunicolo con coperchio di chiusura, di tipo prefabbricato in cemento o laterizio e dovranno correre distanziate dalle loro pareti mediante appositi supporti metallici. I cunicoli dovranno essere aerati.

Le tubazioni correnti all'interno dei fabbricati dovranno essere montate in vista o entro strutture completamente ispezionabili (cavedi, controsoffitti, ecc.).

Quando espressamente indicato in capitolato sarà ammessa l'installazione delle tubazioni sotto traccia (es. allacciamenti terminali) o entro cassonetto (es. colonne montanti secondarie).

Tutte le tubazioni installate all'esterno dell'edificio saranno staffate mediante carpenteria zincata a bagno dopo la lavorazione.

L'eventuale bulloneria utilizzata per l'assemblaggio dovrà essere in acciaio inox.

*Staffaggi*

I supporti per le tubazioni saranno eseguiti con selle su mensola di acciaio.

I collari di sostegno delle tubazioni dovranno essere dotati di appositi profili in gomma sagomata con funzione di isolamento anticondensa.

La distanza fra i supporti orizzontali dovrà essere calcolata sia in funzione del diametro della tubazione sostenuta che della sua pendenza al fine di evitare la formazione di sacche dovute all'inflessione della tubazione stessa.

L'interasse dei sostegni delle tubazioni orizzontali, siano essi per una o più tubazioni contemporaneamente, dovrà essere quello indicato dalla seguente tabella in modo da evitare qualunque deformazione dei tubi.

Diametro esterno tubo		Interasse appoggi			
da mm	17,2	a mm	21,3	cm	180
da mm	26,9	a mm	33,7	cm	230
da mm	42,4	a mm	48,3	cm	270
da mm	60,3	a mm	88,9	cm	300
da mm	101,6	a mm	114,3	cm	350
da mm	139,7	a mm	168,3	cm	400
da mm	219,1	a mm	273	cm	450
oltre		mm	323,9	cm	500

E' facoltà del Committente richiedere che tutte le tubazioni, di qualsiasi diametro e per ogni circuito installato, vengano staffate singolarmente e tramite sostegni a collare con tiranti a snodo, regolabili, dotati di particolari giunti antivibranti in gomma.

*Dilatazioni delle tubazioni*

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

I punti di sostegno intermedi fra i punti fissi dovranno permettere il libero scorrimento del tubo e, nel caso di giunti assiali, le guide non dovranno permettere alla tubazione degli spostamenti disassati che potrebbero danneggiare i giunti stessi.

I giunti dovranno essere dimensionati per una pressione di esercizio non inferiore di una volta e mezzo la pressione di esercizio dell'impianto. Non sarà in ogni caso ammesso l'impiego di giunti con pressione di esercizio inferiore a PN 16.

In corrispondenza dell'attraversamento di giunti strutturali, le tubazioni saranno dotate di giunti tali da assorbire spostamenti assiali, laterali e/o angolari, in caso di sisma.

L'entità del massimo spostamento sarà congruente con quello previsto dal progetto delle strutture.

*Giunzioni*

I tubi potranno essere giuntati mediante raccordi in ghisa malleabile o mediante flange.

Nella giunzione tra tubazioni ed apparecchiature (pompe, macchinari in genere) si adotteranno giunzioni di tipo smontabile (flange, bocchettoni a tre pezzi) .

E' facoltà del Committente richiedere che le giunzioni siano tutte flangiate.

Le flange dovranno essere dimensionate per una pressione di esercizio non inferiore ad una volta e mezza la pressione di esercizio dell'impianto (minimo consentito PN10).

*Pezzi speciali*

Per i cambiamenti di direzione delle tubazioni, per le derivazioni, per le riduzioni e per le giunzioni in genere dovranno essere impiegati raccordi in ghisa malleabile per tubazioni, unificati secondo tabelle UNI.

*Raccordi antivibranti*

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni di origine meccanica alle parti fisse dell'impianto, dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti, raccordati alle tubazioni a mezzo di giunzioni smontabili (flange o bocchettoni).

*Pendenze e sfiati d'aria*

Tutti i punti della rete di distribuzione dell'acqua che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera, dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, muniti in alto di valvola di sfogo aria, intercettabile mediante valvola a sfera, o rubinetto a maschio riportato ad altezza d'uomo, oppure di valvola automatica di sfiato sempre con relativa intercettazione.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo aria.

**CONTROLLI E COLLAUDI**

**Prove delle reti di distribuzione**

a) Prova idraulica a freddo da eseguirsi se possibile, per tratti di rete, in corso di esecuzione degli impianti, ed in ogni caso ad impianti ultimati, prima di effettuare le successive prove descritte al punto b).

Le prove di pressione generali sugli impianti e sui vari circuiti saranno eseguiti ad una pressione di prova non inferiore ad 1,5 volte la pressione di esercizio, lasciando il tutto sotto pressione per 12 ore.

Eventuali apparecchiature, montate sulle tubazioni, che potessero danneggiarsi sotto tale pressione di prova, andranno preventivamente smontate ed i rispettivi attacchi andranno chiusi con tappi filettati o flange.

L'esito della prova si riterrà positivo se nell'arco delle dodici ore non si saranno verificate perdite di pressione e non saranno state rilevate fughe o deformazioni permanenti;

b) prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera a).

Per gli impianti ad acqua calda, portando la temperatura dell'acqua nelle reti di distribuzione alla temperatura di progetto.

Il risultato della prova sarà positivo solo quando in tutti i punti delle reti e negli apparecchi utilizzatori, l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza le variazioni di volume dell'acqua contenuta nell'impianto.

Per i fluidi di raffreddamento la prova consisterà nella verifica della regolare circolazione e dell'efficienza del vaso di espansione.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con la D.L. o chi delegato per essa, e di ognuna sarà redatto apposito verbale.

S'intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

#### **MISURE MINIME DI ISOLAMENTO ACUSTICO**

Tutte le tubazioni e condotte devono essere rivestite, prima delle sigillature delle murature attraversate, con guaine elastiche (lastre di feltro ricoperte di pellicola plastica o nastri di polietilene espanso o equivalente) in modo da evitare assolutamente contatti diretti fra questi componenti e le murature.

Prevedere l'uso di guarnizioni elastiche tra le staffe dei tubi e i tubi stessi inserendo adatti spessori di gomma su supporti opportunamente conformati (collari Flamco o equivalente).

La chiusura dei cavedi destinati a queste installazioni deve essere eseguita con mattoni pieni, spessore 12cm; in alternativa è ammesso l'utilizzo di pannelli di cartongesso installati secondo schemi che forniscono un abbattimento analogo.

Tutte le tubazioni e condotte che si allacciano a macchine montate su supporto elastico devono essere dotate di opportuni compensatori flessibili.

#### **4.2.17 Valvolame**

##### *QUALITA' DEI MATERIALI*

Tutte le valvole che verranno installate sulle tubazioni di convogliamento dei fluidi dovranno essere dimensionate per una pressione di esercizio non inferiore ad una volta e mezzo la pressione di esercizio dell'impianto e mai comunque inferiore a quella di taratura delle eventuali valvole di scarico di sicurezza. Non sarà in ogni caso ammesso l'impiego di valvole con pressione di esercizio inferiore a PN 10

Le valvole di intercettazione e sezionamento, verranno impiegate negli impianti di distribuzione dell'acqua fredda e calda, fino alla temperatura di 140°C. Esse saranno del tipo a sfera a passaggio totale, per diametri fino a DN 50, oltre tale diametro a farfalla, tipo wafer, in ghisa con attacchi flangiati, corpo in ghisa lamellare, lente in ghisa sferoidale, asta in acciaio inox con leva in duralluminio, anello di tenuta EPDM, flange forate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta, completa di controflange, guarnizioni e bulloni e ogni altro onere per dare l'opera compiuta.

Le valvole di intercettazione in ghisa del tipo a flusso avviato saranno utilizzate quando, oltre alla funzione di organi di intercettazione debbono anche assolvere funzione di bilanciamento e taratura fissa.

Le valvole di ritegno saranno del tipo a clapet o a molla ove necessario, con corpo in ghisa, sede di tenuta in ottone.

Tutte le valvole di cui sopra avranno attacchi a flangia, quest'ultima rispondente alle norme UNI 2282-67.

Le valvole di taratura saranno del tipo a spillo o a maschio

#### *MODALITA' DI ESECUZIONE*

Le valvole dovranno essere montate in asse con le tubazioni, senza presentare alcun impedimento alla manovra. In caso di montaggio in batteria tutte le valvole dovranno avere il senso di apertura nello stesso verso. Le valvole di ritegno dovranno essere montate in asse con le tubazioni e con la direzione del flusso concorde con l'indicazione presente sul corpo valvola.

In presenza di linee coibentate la valvola dovrà essere installata in modo da permettere l'esecuzione della coibentazione e del rivestimento esterno smontabile. La manovra dovrà in ogni caso essere agevole ed il corpo valvola individuabile.

I collegamenti e il corpo non dovranno presentare alcun trafileamento di liquido.

#### *CONTROLLI E COLLAUDI*

Sarà verificato il corretto funzionamento e montaggio delle valvole e l'assenza di vibrazioni e/o funzionamenti anomali.

Inoltre sarà verificata l'assenza di trafileamenti di fluido attraverso il corpo valvola e le giunzioni nel corso delle prove di tenuta dell'impianto.

#### **4.2.18 Tubazioni Preisolate**

Tubo diritto preisolato in stabilimento, in barre da 6 e 12 m, adatto al trasporto di fluidi a temperatura max di  $138\pm 2^{\circ}\text{C}$ , costituito da:

- o tubo di servizio in acciaio saldato conforme alle norme UNI 8863 (sino max DN 114,3 compreso) ed alle norme DIN 1626-2458 e DIN 17100 e UNI 6363 (per DN 139,7 e superiori);
- o isolamento termico ottenuto in stabilimento con strato di schiuma rigida in poliuretano esente da freon, di densità  $> 45 \text{ kg/mc}$  e conducibilità termica max

pari a 0,03 W/m<sup>2</sup>K a 50°C; rivestimento in PEAD con spessore variabile in funzione del diametro tra 6/10 e 8/10.

Il prodotto sarà accompagnato da certificazione ISO 9001

## **IMPIANTI ELETTRICI**

### **4.2.19 Quadri in media tensione**

#### **Scopo**

I quadri M.T. saranno realizzati in conformità alla normativa CEI EN 62271-200 del novembre 2005:Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV. fasc.7980, alle norme CEI 11-35 ed al DPR 547; verranno allestiti al piano a quota - 3,80 relativamente al quadro di protezione del generatore elettrico da 7,5MW ed al piano a quota 0,00 dove sarà installato il quadro M.T. di arrivo linee di distribuzione, parallelo dei generatori alla rete, protezione dei trasformatori.

I quadri di M.T. saranno composti dai seguenti componenti:

- scomparti quadro M.T.
- Trasformatori e box di contenimento
- Cavi di alimentazione
- Cavi per ausiliari
- Rete di terra esterna ed interna con collettore principale di terra
- Accessori di cabina.

#### **Limiti della fornitura**

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- Lamiera di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- Attacchi per collegamento cavi di potenza;
- Morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa.
- Trasporto
- Posa in opera

Esecuzione di opere civili necessarie per la posa in opera.

#### **Norme di riferimento**

Il quadro e le apparecchiature della fornitura saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Commission) in vigore ed in particolare le seguenti:

#### **Quadro:**



**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- CEI 17-21 EN 60694 (IEC 60694)
- CEI 17-6 EN 60298 (IEC 60298)

**Interruttori:**

- CEI 17-1 (IEC 60056)

**Interruttore-manovra-sezionatore (Ims):**

- CEI 17-9 EN 60265 (IEC 60265)

**Sezionatori:**

- CEI 17-4 EN 60129 (IEC 60129)

**Ims combinato con fusibili:**

- CEI 17-46 EN 60420 (IEC 60420)

**Trasf. di corrente :**

- CEI 38-1 EN 60044-1 (IEC 60044-1)

**Trasf. di tensione :**

- CEI 38-2 EN 60044-2 (IEC 60044-1)

**Fusibili:**

- CEI 32-3 EN 60282-1 (IEC 60282-1)

**Grado di protezione degli involucri:**

- CEI 70-1 EN 60529 (IEC 60529)

**Controllo e comando:**

- IEC 801

Inoltre dovrà essere conforme alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni:

- Conforme al D.P.R. 547 del 27-04-1955 e successive modifiche.
- Conforme al pto. 11 del D.P.R. 341 del 13-02-1981 relativo ai recipienti in pressione.

Il quadro dovrà inoltre essere realizzato da un costruttore che adotti un sistema di gestione della qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

Altre caratteristiche costruttive ed elettriche del quadro devono essere indicate nel catalogo del costruttore.

**Caratteristiche del progetto**

*Dati ambientali*

- Temperatura ambiente max +40° min -5°
- Umidità relativa 95% massima

*Dati elettrici*

- Tensione nominale 12 kV
- Tensione esercizio 9 kV
- Numero delle fasi 3
- Livello nominale di isolamento
- Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50µs a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta) 75 kV

▪ Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi	28	kV
▪ Frequenza nominale	50/60	Hz
▪ Corrente nominale sbarre	800	A
▪ Corrente nominale derivazioni	800	A
▪ Corrente nominale ammissibile di breve durata	16	kA
▪ Corrente nominale ammissibile di picco	40	kA
▪ Durata nominale del corto circuito	1"	
▪ Potere di interruzione degli interruttori	16	kA
▪ Tensione nominale di alimentazione dei dispositivi di apertura e chiusura e dei circuiti ausiliari	230	Vca
▪ Valore di protezione arco interno sui quattro lati	16	kA x1"

#### **4.2.20      *Caratteristiche costruttive***

##### *Generalità*

I quadri dovranno essere formati da unità di tipo normalizzato affiancate, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

I quadri dovranno essere realizzati in esecuzione protetta adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC.

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2mm.

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità. L'involucro metallico di ogni unità dovrà comprendere:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali
- un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti
- una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature. Tale porta o pannello, dovrà essere interbloccata con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità. Dovrà anche essere previsto un oblò di ispezione della cella linea.
- due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dallo interno.

Il grado di protezione dell'involucro esterno dovrà essere IP30 (IP2XC norme CEI EN 60529).

Le unità saranno realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro, pertanto saranno previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

Ciascuna unità sarà costituita dalle seguenti celle:

*Cella apparecchiature M.T.*

La cella apparecchiature M.T. dovrà essere sistemata nella parte inferiore frontale della unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile e messa a terra. La cella, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- Interruttore in SF6, montato su carrello, in esecuzione asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori.
- Interruttore di manovra-sezionatore (IMS) o sezionatore in SF6.
- Sezionatore tripolare di terra.
- Fusibili di media tensione
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali dei cavi.
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza.
- Trasformatori di misura amperometrica e voltometrica
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella B.T.
- Comando e leverismi dei sezionatori
- Sbarra di messa a terra.

*Cella sbarre*

La cella sbarre dovrà essere ubicata nella parte superiore della unità e dovrà contenere, montato sulla parte superiore del sezionatore rotativo, il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico. Le sbarre dovranno attraversare le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

La cella sbarre dovrà essere segregata da quella delle apparecchiature tramite il sezionatore o l'interruttore di manovra-sezionatore isolati in SF6 al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza. Con la porta della cella apparecchiature dovrà essere assicurato il grado di protezione IP20 verso la cella sbarre e verso le unità adiacenti.

*Cella strumenti e cella circuiti di bassa tensione*

La cella strumenti dovrà essere posizionata sulla parte superiore frontale della unità, sopra la cella utenza e terminali cavi e dovrà essere corredata di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave e dovrà poter contenere:

- Morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno.
- Tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici.

In caso di necessità dovrà essere possibile montare un vano supplementare B.T. sopra la cella sbarre.

*Sbarre principali e connessioni*

Le sbarre principali e le derivazioni, dovranno essere realizzate in tondo di rame.

Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le seguenti correnti di corto circuito, (limite termico per 1 secondo/dinamico di cresta): 16/42kA.

#### *Materiali isolanti*

I criteri di progettazione delle parti isolanti dovranno garantire la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento. Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro dovranno essere di tipo autoestinguento ed inoltre dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

#### *Impianto di terra*

L'impianto di terra principale di ciascuna unità dovrà essere realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a  $125\text{mm}^2$  al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un bullone destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi. La sbarra di terra di rame dovrà essere di sezione non inferiore a  $125\text{mm}^2$  e dovrà essere predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

#### *Interblocchi*

Le unità dovranno essere dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare dovranno essere previsti almeno i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave tra l'eventuale interruttore e sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Sarà possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.

#### *Verniciatura*

Tutta la struttura metallica delle unità, salvo le parti in lamiera zincate a caldo dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza alla usura.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere il seguente:

- fosfosgrassatura
- passivazione cromica
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polvere su lamiere elettrozincate.

L'aspetto delle superfici risulterà semilucido, goffrato con colore nella gamma RAL (interno/esterno). Lo spessore medio della finitura sarà di  $50\ \mu\text{m}$ .

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso dovranno essere protetti mediante zincatura elettrolitica.

#### **4.2.21      *Apparecchiature***

Le apparecchiature principali montate nel quadro dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto prima indicate e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni particolari.

##### *Interruttori*

Gli interruttori saranno del tipo SF1 della Schneider Electric ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato EE con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20°C uguale a 0,5 bar.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili.

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle
- comando manuale carica molle
- sganciatore di apertura
- sganciatore di chiusura
- contamanovre meccanico
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando meccanico dell'interruttore sarà garantito da Schneider Electric per 10.000 manovre.

La manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando dovrà essere necessaria non prima di 5000 manovre o comunque non prima di 5 anni. Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il gas impiegato sarà conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7.

##### *Interruttore di manovra-sezionatore (IMS) - sezionatore di manovra a vuoto*

Entrambe le apparecchiature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- doppio sezionamento.
- Essere contenute in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20°C uguale a 0.4Bar.
- Tale involucro, dovrà possedere un punto a rottura prestabilito per far defluire verso l'esterno le eventuali sovrappressioni che si manifestassero all'interno dello stesso
- Le sovrappressioni saranno evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo per le persone

- Il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, secondo della manovra, il seguente stato:
  - Chiuso sulla linea,
  - Aperto
  - Messo a terra
- L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.
- in posizione di lame orizzontali sarà garantito il grado di protezione IP 20 fra la zona sbarre e la zona cella-utenza e terminali cavi
- Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2.5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata.
- Dovrà essere possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto conformemente al DPR 547 del 1955 tramite un apposito oblò.
- Il comando dovrà essere predisposto per ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.
- I comandi dei sezionatori devono essere posizionati sul fronte dell'unità.
- Gli apparecchi dovranno essere azionabili mediante leva asportabile. Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre sarà conforme alle Norme CEI 16-5, inoltre le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità degli apparecchi un momento non superiore a 200 Nm. Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per i blocchi 1 e 2 di cui in 4.20 > interblocchi.

Nel caso di unità con fusibili o interruttore dovrà essere previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori dovrà essere simultanea.

#### *Sezionatori di terra*

I sezionatori di terra, da prevedere per la messa a terra dei cavi e delle apparecchiature MT accessibili dall'operatore, dovranno, essere tripolari, di costruzione particolarmente robusta con contatti mobili a lama e pinze autostringenti.

La manovra dei sezionatori dovrà avvenire dal fronte dell'unità. I sezionatori di terra dovranno essere disposti a ricevere i blocchi 2 e 3 previsti alla posizione 5.5.5.

#### *Trasformatori di corrente e di tensione*

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classe di precisione indicati nella descrizione delle unità I TA., in particolare, potranno essere dimensionati per sopportare una corrente di guasto fino a:

- 16 kA simmetrici di breve durata
- 40 kA dinamici

I trasformatori di corrente e di tensione, dovranno avere isolamento in resina epossidica, essere adatti per installazione fissa all'interno delle unità, ed essere esenti da scariche parziali.

#### *Apparecchiature ed accessori*

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Accessori:

- Targhe e cartelli
- Sul fronte di ciascuna unità dovranno essere presenti i seguenti cartelli:
- Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale e la corrente di breve durata nominale.
- Schema sinottico
- Indicazioni del senso delle manovre
- Targa monitoria

#### *Cavetteria e circuiti ausiliari*

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo N07V-K e di sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup> (escluso interruttore per cui è ammessa una sezione di 1 mm<sup>2</sup> per propri circuiti ausiliari).

Tutti i circuiti ausiliari che attraversano le zone di media tensione, dovranno essere protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica. I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere saranno opportunamente contrassegnati come da schema funzionale.

#### *Conduttori di connessione*

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminalini opportunamente isolati. Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi alla apparecchiatura contenuta nell'unità dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale autoestinguente non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo a vite per il collegamento lato cliente e del tipo faston all'interno della cella.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto.

#### *Isolatori*

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione dovranno essere in materiale organico per tensione nominale di 24 KV.

#### **4.2.22 Prove e certificati**

Il quadro dovrà essere sottoposto, presso la fabbrica del costruttore, alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC, alla presenza del cliente o di un suo rappresentante.

Dovranno inoltre essere forniti i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su unità simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata
- prova di riscaldamento
- prova di isolamento
- certificato di taratura dei contatori di energia e dei relativi trasformatori di misura.

#### **4.2.23 Varie**

##### **Dati e documentazione da fornire**

- Schemi elettrici funzionali tipici
- Disegno delle fondazioni del quadro con sistema di fissaggio a pavimento e foratura soletta
- Schema unifilare
- Disegno d'assieme con dimensioni di ingombro
- Manuale di installazione e manutenzione del quadro
- Manuale di installazione e manutenzione delle apparecchiature principali
- Certificati di collaudo quadro
- Certificati di collaudo degli interruttori di potenza
- Certificati di collaudo dei TA e dei TV.

##### **Garanzie**

Dovrà essere garantita la buona qualità e costruzione dei materiali per un periodo non inferiore a 24 mesi dalla messa in servizio e relativa consegna alla committente; si dovranno sostituire o riparare durante il periodo sopraccitato gratuitamente nel più breve tempo possibile quelle parti che per cattiva qualità di materiale, per difetto di lavorazione o per imperfetto montaggio si dimostrassero difettose.

Tali lavori dovranno essere eseguiti presso l'impianto del committente. Nel caso non fosse possibile la riparazione, l'apparecchiatura sarà riparata presso le officine del costruttore, previa sostituzione momentanea con altra apparecchiatura.

#### **4.2.24 Protezioni indirette per linee in media tensione**

##### **Generalità**

L'unità di protezione elettrica saranno di tipo numerico e basate su microprocessore. Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere saranno costruite in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento, in particolare dovranno essere conformi alle normative vigenti sulla compatibilità elettromagnetica:

- IEC 255-4 Tenuta dielettrica,
- IEC 255 Impulso,
- IEC 255-4 classe II Onda oscillatoria smorzata a 1 MHz,
- IEC 801-4 classe >IV Transitori rapidi,
- IEC 801-2 classe III Scariche elettrostatiche.



Oltre alle funzioni di protezione e misura le unità di protezione elettrica dovranno essere dotate di funzioni quali:

- auto test alla messa in servizio e autodiagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature;
- automatismi di scomparto, con i quali realizzare il controllo e il comando degli organi di manovra;
- comunicazione via linea seriale dei dati e dei parametri dell'impianto ad un centro di controllo.

### **Descrizione**

Le unità di protezione elettrica avranno struttura metallica, in modo da contrapporre una prima barriera agli eventuali disturbi, e potranno perciò essere installate direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione.

Tali unità di protezione saranno alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c. in funzione della disponibilità della installazione), e saranno collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto. Per facilitare le operazioni di montaggio e di verifica le connessioni dei cavi provenienti dai TA, e dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni saranno realizzate mediante connettori posteriori.

Anteriormente sarà presente una tastiera ed un visore per la lettura delle misure, dei parametri regolati e per l'interrogazione dell'elenco degli allarmi.

Sul fronte dell'unità si troveranno inoltre:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria,
- indicatore di intervento della protezione, indicatore dello stato (aperto o chiuso) dell'interruttore comandato,
- indicatore di anomalia dell'unità

La regolazione delle protezioni e l'inserimento dei parametri dell'impianto avverrà tramite un terminale portatile e saranno accessibili solo dopo avere inserito il codice d'accesso. Sono da preferirsi unità di protezione per le quali la regolazione delle soglie avviene direttamente in valori primari delle relative grandezze, (correnti o tempi): queste unità di protezione risultano infatti di più semplice utilizzo e consultazione per l'operatore.

### **Funzioni di protezione**

Il numero e la tipologia delle funzioni di protezione che si dovranno ottenere dipenderanno dal tipo di applicazione a cui saranno destinate, in particolare si potranno avere le protezioni di seguito riportate.

#### **Protezioni di corrente**

*Massima corrente di fase (bifase o trifase) (50, 51)*

Protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche a 2 soglie.

La prima soglia, utilizzata per la protezione contro i sovraccarichi, sarà del tipo "multi curve", e cioè sarà possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- intervento a tempo indipendente, intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 / BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso.

Campo di regolazione indicativo:

- per la regolazione in corrente da 0,4 a 5 In
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 10 s (tempo indipendente)

La seconda soglia, utilizzata per la protezione contro i cortocircuiti sarà del tipo a tempo indipendente.

Campo di regolazione indicativo:

- per la regolazione in corrente da 1 a 20 In
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 2 s

*Massima corrente di terra a doppia soglia (50N, 51N)*

Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche.

La prima soglia sarà del tipo "multi curve", cioè sarà possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente,
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 / BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso.

Campo di regolazione indicativo:

- per la regolazione in corrente da 0,5 A a 50 A primari
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 10 s (tempo indipendente)

La seconda soglia sarà del tipo a tempo indipendente.

Campo di regolazione indicativo:

- per la regolazione in corrente da 0,5 A a 250 A primari
- per la regolazione in tempo da 0,05 a 2 s

Dovrà essere prevista la possibilità di escludere una o più soglie a piacere.

*Massima corrente direzionale di fase (67)*

Da utilizzare sempre nel caso di sistemi con più sorgenti di alimentazione in parallelo: anelli chiusi, arrivi trasformatore o cavi in parallelo.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 0,3 a 24 In
- angolo di intervento 30°, 45° e 60°
- tempo di intervento da 0,1 a 50 s

*Massima corrente di terra direzionale (67N)*

Protezione che viene utilizzata sia nel caso di più sorgenti in parallelo che per il rilevamento selettivo del guasto a terra in reti con neutro isolato.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 0,5 a 50 A primari
- angolo di intervento 15°, 30°, 45°, 60°, 90° e -45°
- tempo di intervento da 0,1 a 50 s

#### ***Protezioni di tensione***

##### *Minima tensione concatenata (27)*

Protezione per la rilevazione degli abbassamenti della tensione di alimentazione, viene normalmente utilizzata per avviare commutazioni o per comandare il distacco dei carichi, in alcuni casi la minima tensione può anche comandare l'apertura dell'interruttore generale.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 100% Un
- tempo di intervento da 0,1 a 50 s

##### *Massima tensione concatenata (59)*

Protezione per la rilevazione degli aumenti della tensione di alimentazione.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 50 a 100% Un
- tempo di intervento da 0,1 a 50 s

##### *Massima tensione omopolare (59N)*

Protezione per la rilevazione dei contatti a terra in sistemi con neutro isolato, viene normalmente utilizzata come segnalazione di allarme guasto a terra.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 80% Un
- tempo di intervento da 0,1 a 50 s

#### **4.2.25 Funzioni di misura**

Le funzioni di misura che si potranno realizzare sono:

- la misura delle tre correnti di fase,
- la misura della corrente omopolare,
- la misura delle correnti di intervento,
- la misura delle tre tensioni concatenate,
- la misura della frequenza,
- la misura della potenza attiva e reattiva e dello fattore di potenza,
- la misura della energia attiva e reattiva,

Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

#### **4.2.26 Funzioni di automatismo**

Si tratta di funzioni accessorie normalmente svolte da relè ausiliari opportunamente cablati, ma che nel caso delle protezioni a microprocessore possono essere realizzate attraverso una opportuna programmazione delle stesse.

In particolare tali funzioni tendono a migliorare il controllo sullo scomparto di media tensione e sull'interruttore, a ridurre i tempi di manutenzione e fuori servizio e a realizzare più efficacemente la selettività, di seguito sono indicati alcuni degli automatismi base che si dovranno prevedere:

- la selettività logica o accelerata
- il controllo della bobina di apertura dell'interruttore,
- il controllo dello stato degli organi di manovra,
- il comando dell'interruttore in locale/distante,
- la ripetizione degli allarmi provenienti da pressostati, termostati, Buchholz ecc.

#### **4.2.27 Funzioni di autodiagnostica**

Dovranno essere continuamente controllati:

- l'unità di elaborazione,
- l'alimentazione ausiliaria,
- i parametri di regolazione delle protezioni,
- la memoria interna ed i cicli di calcolo,
- la linea di comunicazione seriale.

#### **4.2.28 Funzione di comunicazione**

Le unità di protezione elettrica dovranno essere equipaggiate, in opzione, di una linea di comunicazione seriale RS 485/232 con protocollo di trasmissione dati di elevata diffusione (JBUS, MODBUS, FIP).

Attraverso la linea seriale sarà possibile trasferire dal campo al centro di controllo tutti quei dati che risultano utili alla gestione dell'impianto elettrico.

Si dovrà poter acquisire e trasmettere i seguenti segnali:

- stato dell'interruttore (aperto, chiuso),
- stato del sezionatore di terra,
- stato del sezionatore di linea,
- stato delle protezioni (attivate o no),
- indicazione di scatto per guasto,
- disponibilità interruttore,
- tutte le misure ,
- eventuali allarmi provenienti dall'esterno e trattati dall'automatismo.
- comando di apertura e chiusura dell'interruttore

#### **4.2.29 Protezioni di interfaccia**

##### **Generalità**

Le presenti prescrizioni hanno lo scopo di descrivere le caratteristiche costruttive e funzionali del pannello di protezione e controllo di interfaccia che i Clienti produttori MT devono installare presso i propri impianti a protezione della rete MT di distribuzione dell'ENEL Distribuzione S.p.A. L'esercizio del neutro per la rete MT può essere o isolato o collegato a terra mediante impedenza di accordo.

##### **Prescrizioni costruttivo/funzionali**

Il pannello deve prevedere:

- una protezione di minima tensione;
- una protezione di massima tensione;
- una protezione di minima frequenza;
- una protezione di massima frequenza;
- una protezione di massima tensione omopolare;
- un relè di scatto;
- segnalazioni.

I gradini indicati nel seguito per le tarature sono i massimi ammissibili, gli intervalli di taratura sono i minimi ammissibili.

##### **Protezione di minima tensione di fase (o concatenata) [27]**

La protezione di minima tensione deve essere in esecuzione unipolare o tripolare a una soglia di intervento. La soglia non deve essere escludibile.

##### *Ingressi e campo di regolazione*

Tensione nominale d'ingresso: (Vn)

Frequenza nominale: 50Hz

Soglia 27.S1:  $(0,5 \div 1)V_n$  a gradini di  $0,05V_n$

Tempo di ritardo  $(0,05 \div 1)s$  a gradini di  $0,05s$

La protezione deve funzionare correttamente nel campo di tensione in ingresso compreso tra  $0,2V_n$  e  $1,3V_n$  e deve inibirsi per tensioni in ingresso inferiori a  $0,2V_n$ .

##### **Protezione di massima tensione di fase (o concatenata) [59]**

La protezione di massima tensione deve essere in esecuzione unipolare o tripolare a una soglia di intervento. La soglia non deve essere escludibile.

##### *Ingressi e campo di regolazione*

Tensione nominale d'ingresso: (Vn)

Frequenza nominale d'ingresso: 50Hz

Soglia 59.S1:  $(1 \div 1,3)V_n$  a gradini di  $0,05V_n$

Tempo di ritardo  $(0,05 \div 1)s$  a gradini di  $0,05s$

La protezione deve funzionare correttamente nel campo di tensione in ingresso compreso tra  $0,2V_n$  e  $1,3V_n$  e deve inibirsi per tensioni in ingresso inferiori a  $0,2V_n$ .

***Protezione di minima frequenza [81<]***

La protezione di minima frequenza deve essere in esecuzione unipolare a una soglia di intervento. La soglia non deve essere escludibile.

*Ingressi e campo di regolazione*

Tensione nominale d'ingresso: ( $V_n$ )

Frequenza nominale d'ingresso: 50Hz

Soglia 81.Smin: ( $47 \div 49,8$ )Hz a gradini di 0,05Hz

Tempo di ritardo ( $0,05 \div 1$ )s a gradini di 0,05s

La protezione deve essere insensibile a transitori di frequenza di durata minore o uguale a 40ms.

La protezione deve funzionare correttamente nel campo di tensione in ingresso compreso tra  $0,2V_n$  e  $1,3V_n$  e deve inibirsi per tensioni in ingresso inferiori a  $0,2V_n$ .

***Protezione di massima frequenza [81>]***

La protezione di massima frequenza deve essere in esecuzione unipolare a una soglia di intervento. La soglia non deve essere escludibile.

*Ingressi e campo di regolazione*

Tensione nominale d'ingresso: ( $V_n$ )

Frequenza nominale d'ingresso: 50Hz

Soglia 81.Smax: ( $50,2 \div 53$ )Hz a gradini di 0,05Hz

Tempo di ritardo ( $0,05 \div 1$ )s a gradini di 0,05s

La protezione deve essere insensibile a transitori di frequenza di durata minore o uguale a 40ms.

La protezione deve funzionare correttamente nel campo di tensione in ingresso compreso tra  $0,2V_n$  e  $1,3V_n$  e deve inibirsi per tensioni in ingresso inferiori a  $0,2V_n$ .

***Protezione di massima tensione omopolare [59Vo]***

La protezione di massima tensione omopolare deve essere in esecuzione unipolare ad una soglia di intervento. La soglia deve essere escludibile.

Sono accettabili anche protezioni che hanno in ingresso grandezze proporzionali alle tre tensioni di fase e che ricostruiscono al loro interno la tensione omopolare.

*Ingressi e campo di regolazione*

Tensione nominale d'ingresso: ( $V_n$ )

Frequenza nominale d'ingresso: 50Hz

Soglia 59Vo.S1: ( $0,02 \div 0,4$ ) $V_n$  a gradini di 0,05 $V_n$

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

Ten  
(0,0  
(1÷  
L'in  
con  
dec

Sono accettabili anche protezioni che hanno in ingresso grandezze proporzionali alle tre tensioni di fase e che ricostruiscono al loro interno la tensione omopolare.

Ingressi e campo di regolazione	
Tensione nominale d'ingresso:	(Vn)
Frequenza nominale d'ingresso:	50Hz
Soglia 59Vo.S1:	(0,02÷0,4)Vn a gradini di 0,05Vn
Tempo di ritardo	(0,05÷1)s a gradini di 0,05s (1÷30)s a gradini di 0,5s

PROTEZIONE	RAPPORTO DI RICADUTA	TEMPO DI RICADUTA	ERRORE LIMITE	VARIAZIONE ERRORE LIMITE
27	$\leq 1,05$	$\leq 0,1s$	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$
59	$\geq 0,95$	$\leq 0,1s$	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$
81<	$\leq 1,002$	$\leq 0,1s$	$\leq 20mHz$	$\leq 20mHz$
81>	$\geq 0,998$	$\leq 0,1s$	$\leq 20mHz$	$\leq 20mHz$
59Vo	$\geq 0,95$	$\leq 0,1s$	$\leq 5\%$	$\leq 3\%$

**Errori limite per le grandezze di intervento**

**Consumo dei circuiti voltmetrici di misura**

Sovraccaricabilità dei circuiti voltmetrici  
permanente  $\geq 1,3Vn$   
transitoria (1s)  $\geq 2Vn$ .

### **Relè di scatto**

Il relè di scatto deve essere a mancanza di tensione, cioè il contatto di scatto deve essere chiuso con le grandezze di misura entro il campo di non intervento e con la tensione di alimentazione del dispositivo entro i limiti previsti per il corretto funzionamento delle protezioni. Se una delle due condizioni non è verificata il contatto di scatto deve risultare aperto. Il circuito di comando deve consentire l'apertura del dispositivo di interfaccia come conseguenza dell'attività delle protezioni o guasto della protezione.

## **4.2.30        Trasformatori MT/BT**

### **Campo di applicazione**

I trasformatori trifase saranno del tipo inglobato in resina di classe F a raffreddamento naturale in aria tipo AN per installazione all'interno. Saranno destinati ad essere utilizzati in reti trifase di distribuzione MT/BT.

### **Norme**

I trasformatori saranno conformi alle Norme:

- CEI 14-8 Edizione 1992
- IEC 76-1 a 76-5
- IEC 726 Edizione 1982 + Modificazione n.1 del 1 febbraio 1986
- Documento d'armonizzazione CENELEC HD 46451 relativo ai trasformatori di potenza a secco + HD 464 S1/per AM B:1990 + HD 464 S1/prAC 1991
- Documento d'armonizzazione CENELEC HD 538-1 S1:1992 relativo ai trasformatori trifasi di distribuzione a secco."
- IEC 905 Edizione 1987 - Guida di carico dei trasformatori di potenza a secco.

I trasformatori saranno fabbricati seguendo un Sistema di Garanzia di Qualità conforme alla Norme UNI EN 29002 - ISO 9002 con rilascio della relativa documentazione.

### **Descrizione**

#### *Circuito magnetico*

Esso sarà realizzato in lamierino magnetico a cristalli orientati isolati in carlite e sarà protetto dalla corrosione mediante una speciale vernice isolante.

#### *Avvolgimento BT*

Costruito in banda d'alluminio isolata con un interstrato di classe F, esso sarà del tipo inglobato in resina.



**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

*Avvolgimento MT*

Costruito in filo, piattina o banda d'alluminio esso sarà inglobato e colato sotto vuoto con un sistema d'inglobamento epossidico ignifugo costituito da:

- resina epossidica
- indurente anidro con flessibilizzante
- carica ignifuga

La carica ignifuga sarà intimamente amalgamata alla resina e all'indurente. Sarà composta da alluminio tritato sotto forma di polvere o da altri prodotti da precisare, mescolati o non con la silice. Il sistema d'inglobamento sarà in classe F.

*Collegamenti MT*

I collegamenti MT dovranno essere previsti dall'alto sulle piastrine terminali delle barre di collegamento dell'avvolgimento MT con un capocorda avente un foro del diametro di 13 mm per permettere un accoppiamento a mezzo di bullone M12

*Collegamenti BT*

I collegamenti BT dovranno essere previsti dall'alto su delle piastre terminali muniti di fori elettrici, che si troveranno nella parte alta dell'avvolgimento sul lato opposto ai collegamenti MT.

*Prese di regolazione MT*

Le prese di regolazione realizzate sull'avvolgimento primario per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, saranno realizzate con barrette da manovrare a trafo disinserito.

*Accessori*

I trasformatori saranno muniti dei seguenti accessori di base:

- rulli di scorrimento orientabili
- golfari di sollevamento
- ganci di traino sul carrello
- morsetti di messa a terra
- targa delle caratteristiche
- barre di collegamento MT con piastrine di raccordo
- morsettiera di regolazione lato MT
- set di terminali a piastra lato BT
- certificato di collaudo.

*Protezione termica*

I trasformatori saranno equipaggiati da un sistema di protezione termica comprendente:

- n. 3 termoresistenze Pt 100 nell'avvolgimento BT
- n. 1 termoresistenza Pt 100 nel nucleo magnetico

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- n. 1 cassetta di centralizzazione contenente i morsetti delle suddette termoresistenze, posta sulla parte superiore del nucleo
- n. 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde prevista con:
  - visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro
  - determinazione del "set point" di allarme e sgancio
  - predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di
  - raffreddamento
  - tensione di alimentazione universale AC/DC.

## **Prove elettriche**

### *Prove di accettazione*

Queste prove saranno eseguite su tutti i trasformatori alla fine della loro fabbricazione e permetteranno l'emissione del certificato di collaudo per ogni unità:

- misura della resistenza degli avvolgimenti
- misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti"
- misura della tensione di corto circuito (presa principale) e delle perdite dovute al carico
- misura delle perdite e della corrente a vuoto
- prove di isolamento con tensione applicata
- prove di isolamento con tensione indotta
- misura delle scariche parziali

Per la misura delle scariche parziali, il criterio di accettazione sarà

- scariche parziali inferiori o uguali a 10pC a 1,1 Um. Se  $Um > 1,25$  allora i 10pC saranno garantiti a 1,375Um.

(Tutte queste prove sono definite nel documento d'armonizzazione CENELEC HD 464 S1:1988, la Norma IEC 726 e le Norme 76-1 a 76-5).

## **Comportamento al fuoco**

I trasformatori saranno di classe F1 come definito dall'articolo B3 allegato B del Documento HD 464 S1:1988/pr AM B:1990.

A tal riguardo il costruttore dovrà produrre un certificato di prova rilasciato da un Laboratorio Ufficiale relativo a un trasformatore di sua fabbricazione avente la stessa configurazione.

Questa prova dovrà essere stata fatta secondo l'allegato 2C del Documento HD 464 S1:1988/pr AC:1991.

## **Classi ambientale climatica**

Questi trasformatori saranno di classe E2 per l'ambiente e di classe C2 per il clima come definito dagli allegati C e D del Documento HD 464 S1:1988/pr AM B:1990.

A tal riguardo il costruttore dovrà produrre i certificati di prova rilasciati da Laboratori Ufficiali relativi a un trasformatore di sua fabbricazione avente la stessa configurazione.

### **Caratteristiche**

I trasformatori avranno le seguenti caratteristiche:

Trasformatore trifase in resina a raffreddamento naturale (AN), rispondente alle Norme CEI 14-8 ediz. 1992/IEC 726 in particolare per quanto riguarda le sottoelencate classi ambientale, climatica e di comportamento al fuoco:

- classe E2 (consistente condensa e/o intenso inquinamento)
- classe C2 (possibilità di trasporto, immagazzinaggio e funzionamento sino a -25°C)
- classe F1 (autoestinguenza. Assenza di composti alogeni sui materiali e prodotti della combustione).

#### *Caratteristiche costruttive*

- Avvolgimento MT inglobato e colato sottovuoto:
  - Tipo a conduttore in alluminio, isolato a strati continui senza interstrato.
- Classe di isolamento : 'F'
- Sovratemperatura.: 100 °C
- Avvolgimento BT inglobato in resina alchidica.
- Tipo a lastra di alluminio interavvolto con isolanti in classe 'F'
- Classe di isolamento : 'F'
- Sovratemperatura : 100 °C

#### *Accessori*

- N. 3 Isolatori MT
- N. 4 Piastre di attacco forate lato B.T.
- Morsettiera di regolazione lato M.T.
- N. 4 Rulli di scorrimento
- N. 4 Golfari di sollevamento
- Ganci di traino sul carrello
- N. 2 Morsetti di messa a terra
- Targa delle caratteristiche
- Barre di collegamento M.T.
- 1 SET di terminali a piastra lato B.T.
- Certificati di collaudo
- N. 4 Termoresistenze Pt100 ( avvolgimenti B.T. e nucleo)
- Centralina termometrica digitale

#### **4.2.31 Linee di distribuzione**

##### **Cavi e condutture**

*CAVI MT*

*CAVO RG7H1R*

Costruzione e requisiti: CEI 20-13, IEC 60502

Misura delle scariche parziali: CEI 20-16

Non propagazione della fiamma: CEI EN 50265-2-1 (CEI EN 60332-1-2)

##### DESCRIZIONE

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC. Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2 Strato semiconduttore: estruso  
Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi U<sub>0</sub>/U ≥6/10 kV) Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in contospirale  
Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz

##### CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Tensione nominale di esercizio U<sub>0</sub>/U: 12/20 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura massima di corto circuito: 250°C

##### CONDIZIONI DI POSA

Temperatura minima di posa: 0°C

Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo

Massimo sforzo di trazione consigliato: 6 kg per mm<sup>2</sup> di sezione del rame

##### IMPIEGO E TIPO DI POSA

Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze.

Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammessa la posa interrata anche non protetta.

N.B. I cavi di questa sezione possono essere forniti nella versione tripolare riuniti ad elica visibile sia con conduttore in rame che in alluminio. In tal caso le sigle di designazione diventano rispettivamente RG7H1RX e ARG7H1RX, seguite dalla tensione nominale di esercizio.

*CAVI BT*

##### Materiali

Tutti i cavi e conduttori impiegati nell'impianto in oggetto, dovranno essere di costruzione primaria casa, rispondente alle norme costruttive stabilite dal CEI, alle norme dimensionali stabilite dalla UNEL ed essere dotati di Marchio Italiano di Qualità.

Essi dovranno soddisfare le seguenti prescrizioni:

- non potranno convogliare una corrente superiore a quella corrispondente alla propria portata secondo le condizioni di posa e la massima temperatura di funzionamento stabilita dalle norme;
- la caduta di tensione totale fra l'inizio della rete a bassa tensione e gli utilizzatori più lontani, per la presenza del tratto di linea di cui sopra non dovrà superare il 4% sia per i circuiti luce che per i circuiti di forza motrice.

Non sarà ammesso l'impiego di conduttori isolati singolarmente o facenti parte di cavi multipolari con sezione inferiore a:

- 2.5 mm<sup>2</sup> per i conduttori di potenza alimentanti macchine, motori o prese, indipendentemente dalla potenza di questi;
- 1.5 mm<sup>2</sup> per tutti gli altri conduttori degli impianti di illuminazione, comandi, segnalazioni ed altri impianti a tensione ridotta.

La scelta delle sezioni deve essere fatta sulla base delle tabelle delle portate date dalle Norme e riportate sulle tabelle UNEL 35024/1-97, valida per le portate in regime permanente di cavi in aria, tenuto conto degli opportuni coefficienti di temperatura e di tipo di posa.

Per i colori degli isolamenti il colore blu è riservato al neutro, quello giallo-verde ai conduttori di protezione ed equipotenziali.

Le portate di cui alla tabella UNEL citata sono riferite ad una temperatura ambiente massima di 30°C e pertanto dovranno essere moltiplicate per i coefficienti di temperatura in caso di utilizzo a temperatura ambiente maggiore di 30°C.

Si avrà posa distanziata quando la distanza tra due cavi è almeno uguale al diametro esterno del più grosso di detti cavi o del diametro circoscritto ad una terna di cavi unipolare a trifoglio.

In tal caso non si avrà riduzione di portata per cavi disposti su di un solo strato orizzontale oppure anche su più strati, se la distanza tra due strati è almeno di 30cm.

Allorché tale distanziamento non sarà rispettato, i cavi sono considerati non distanziati e pertanto le correnti ammissibili non dovranno essere superiori a quelle indicate dalla tabella UNEL moltiplicate per i coefficienti di riduzione indicati dalle Norme CEI.

Tipologie dei cavi BT

Saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

*Cavo flessibile unipolare, isolato in resina, N07V-K, non propagante la fiamma a norme CEI 20-35 e non propagante l'incendio a norme CEI 20-22II, con conduttore flessibile di rame ricotto, non stagnato salvo specifica richiesta od esigenza. Tensione nominale 450/750V; Tensione di prova 2500 V c.a. Temperatura di esercizio 70°C. Temperatura di corto circuito 160°C. Isolamento in PVC a doppio strato. Per posa fissa, entro canalizzazioni chiuse in qualsiasi tipo di ambiente. Il raggio minimo di curvatura non sarà inferiore a 4 volte il diametro esterno e lo sforzo di trazione non supererà i 5 kg/mm<sup>2</sup>, riferiti alla sezione totale del rame.*

*Cavo flessibile unipolare o multipolare, isolato in gomma etilenpropilenica, di qualità G7, tipo FG7(O)R 0.6/1kV, sottoguaina di materiale termoplastico di qualità R2, a bassa*

emissione di gas tossici e corrosivi, non propagante l'incendio, non propagante la fiamma, a norme CEI 20-22II, 20-35, 20-37, con conduttori in rame rosso ricotto a corda rotonda. Per posa in tubo, canalina, in canale interrato, in aria libera. Raggio di curvatura minimo 5 volte il diametro esterno. Sforzo massimo di trazione 5 kg/mm<sup>2</sup>. Temperatura di esercizio 90°C. Temperatura di corto circuito 250°C.

*Cavo flessibile unipolare o multipolare, isolato in gomma elastomerica reticolare di qualità G10, tipo FTG10(O)M1 0.6/1kV, sottoguaina di materiale termoplastico di qualità M1, colore azzurro, resistente al fuoco per tre ore, a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi, non propagante l'incendio, non propagante la fiamma, a norme CEI 20-45, 20-22III, 20-35,20-36, 20-37 e 20-38, RF31-22 con conduttori in rame rosso ricotto stagnato con barriera ignifuga, per impianto di sicurezza. Per posa fissa. Raggio di curvatura minimo 4 volte il diametro esterno. Sforzo massimo di trazione 5 kg/mm<sup>2</sup>. Temperatura di esercizio 90°C. Temperatura di corto circuito 250°C*

#### *Modalità di posa*

*Posa in canalette in acciaio zincato verticali, orizzontali od inclinate:*

I cavi posati nelle canalette devono essere fissati a queste mediante idonee legature che mantengono fissi i cavi nella loro posizione nei tratti verticali ed inclinati delle canalette in modo e quantità da assicurare sempre la protezione di sovraccarico in relazione al tipo di posa.

#### *Posa entro tubazioni:*

Le dimensioni interne delle tubazioni dovranno essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio del cavo o dei cavi contenuti; la superficie interna del tubo dovrà essere sufficientemente liscia perché, l'infilaggio dei cavi non danneggi la guaina isolante di questi. In ogni caso l'esecuzione della posa dei cavi dovrà risultare tale da garantire il perfetto funzionamento dei cavi stessi, da permettere la ventilazione e di raggiungere, ad installazione ultimata, anche un aspetto estetico pregevole degli impianti.

Non è ammessa la giunzione diritta sui cavi i quali dovranno essere tagliati nella lunghezza adatta ad ogni singola applicazione. Saranno ammesse giunzioni diritte solamente nei casi in cui i tratti senza interruzione superano in lunghezza le pezzature commerciali allestite dai fabbricanti.

Le giunzioni e derivazioni dovranno essere eseguite solamente entro cassette e con morsetti aventi sezione adeguata alle dimensioni dei cavi ed alle correnti transitanti.

#### **4.2.32 Tubazioni e Canalette**

Le tubazioni avranno sempre un diametro interno non inferiore ad 1,4 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti; le canalette avranno una sezione pari al doppio di quella dei fascio di cavi installati.

#### *Tubo rigido in pvc filettabile*

Sarà in materiale autoestinguento con estremità filettate e spessori non inferiori ai seguenti valori (in mm) 2,2 - 2,3 - 2,5 - 2,8 - 3,0 - 3,6. Rispettivamente per le

grandezze (diam. est) 16- 20 - 25 - 32 - 40 - 50 con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 750 N misurata secondo le modalità previste dalle norme CEI 23/8/73 fasc. 335 - V2/89 - V3/89 e 20.26/88.

Per grandezze superiori (diametri esterni maggiori di 50mm) si dovrà ricorrere a tubi della "serie filettata gas" - PN6. Le giunzioni saranno ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente sia per piegatura a caldo. Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m. I tubi dovranno comunque essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

Per il fissaggio in vista saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure collari o morsetti in materiale isolante serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimento sopraelevato, in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica. Nei locali umidi o bagnati all'esterno, degli accessori descritti potranno essere impiegati solamente quelli in materiale isolante. Le viti dovranno essere in acciaio cadmiato o nichelato o in ottone.

*Tube flessibile in pvc serie pesante (corrugato)*

Sarà conforme alle norme CEI 23-14 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/70 (serie pesante) in materiale autoestingente, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sottotraccia a parete o a soffitto curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 20mm di intonaco oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista, o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI 23-25.

*Tube flessibile con spirale rigida in pvc (guaina)*

Sarà in materiale autoestingente e costituito da un tubo in plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale dovrà avere caratteristiche (passo dell'elica, rigidità etc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura ( $r_{min}=2 \times diam_{int.}$ ) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura di impiego dovrà estendersi da -15°C a +70°C.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non dovranno essere bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio.

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI 23-14

*Tubo flessibile con spirale in acciaio zincato (guaina)*

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato a doppia aggraffatura con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC autoestinguento con campo di temperatura di impiego da -15°C a +80°C.

La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

*Tubo in acciaio zincato leggero*

Sarà in acciaio trafilato con sezione perfettamente circolare zincato a fuoco e filettabile. Avrà le stesse caratteristiche dimensionali (diametro est. e spessore) del tubo di acciaio di cui alla tabella CEI-UNEL 37113.

Sarà impiegato per la sola posa in vista all'interno (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato).

Nel caso di impiego per l'esecuzione di impianti stagni (grado di protezione non inferiore a IP44) dovranno essere impiegati i seguenti accessori in acciaio zincato: per le giunzioni manicotti filettati o raccordi in tre pezzi; per i cambiamenti di direzione curve ampie con estremità filettate o curve ispezionabili stagne (oppure potrà essere adottato il sistema della piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura); per i collegamenti a canalette o contenitori ghiera e controghiera.

Nel caso di impiego in impianti in cui non sia richiesta l'esecuzione stagna potranno essere impiegati manicotti, curve e raccordi in lega leggera di tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti, ed essere effettuata la messa a terra alle estremità.

*Cavidotto in pvc corrugato pesante per posa interrata*

Sarà della serie pesante con grado di compressione minima di 750 N conforme alla tabella UNEL 37118 e alla norma CEI 23-8 e 23-29



**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

Sarà in materiale autoestinguento provvisto di marchio IMQ. Sarà impiegato esclusivamente per la posa interrata curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 70cm lungo le tratte e 40cm in prossimità dei pozzetti.

Lungo le tratte, ogni 25m max, saranno installati dei pozzetti in cemento con chiusino pure in cemento se entro le zone a verde; in ghisa se zone carrabili, cortili o pavimentate.

Sarà dotato di cavetto interno in acciaio zincato.

I cavidotti da impiegare per i percorsi interrati dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- resistenza allo schiacciamento a secco ed a umido superiore a 200kg su 10cm
- resistenza all'urto superiore a 0,750 kgm
- resistenza di isolamento superiore a 100 MΩ
- resistenza alle fiamme verificata secondo norme CEI
- assorbimento d'acqua e resistenza agli agenti chimici verificata secondo norme CEI
- sezione circolare o speciale con base piana.

I cavidotti dovranno essere posati alla necessaria profondità in relazione ai carichi transitanti in superficie.

Essi dovranno essere sistemati su un letto di calcestruzzo magro di circa 10cm di spessore per assicurare il supporto continuo nel tempo.

Le giunzioni dovranno essere sigillate con apposito collante per garantire l'ermeticità della tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dalle case costruttrici.

*Canalette in acciaio*

Le canalette per installazioni elettriche saranno in lamiera d'acciaio zincato con fondo chiuso, con coperchio di chiusura a scatto incassato a filo della stessa. Avranno grado di protezione IP40 e nell'ambito della zona generatori IP55. Saranno conformi alla norma CEI 23-31 e pertanto dovranno avere:

- Coperchio smontabile con attrezzo
- Protezione addizionale contro l'accesso a parti in tensione di tipo D
- Resistenza al calore anormale ed alla propagazione della fiamma
- Resistenza alla corrosione di tipo "elevato"
- Dimensioni in mm 150x100, 200x100, 300x100, 500x100 e 600x100.
- Comprenderanno inoltre tutti gli accessori necessari quali:
  - grappe e separatori
  - coperchi
  - angoli, giunti e coperchi terminali
  - staffe o tasselli per il montaggio a soffitto o a parete
  - elementi di giunzione per assicurare la continuità elettrica delle canalette.

*Scatole e cassette di derivazione*

Le cassette di derivazione normali IP40 e stagne IP55 saranno del tipo quadrato o rettangolare, esecuzione in resina poliestere con fibre di vetro ad isolamento totale.

Gli imbocchi saranno del tipo a pressacavo in materiale isolante stampato, oppure con imbocchi a cono in dipendenza del diametro del cavo o del tubo che deve essere imboccato.

All'interno delle cassette dovranno essere alloggiati i morsetti di giunzione o derivazione adeguatamente proporzionati.

Le cassette dovranno essere fissate in vista sulle pareti o sui soffitti in modo da poter essere rimosse in caso di necessità o eventualmente sostituite in caso di avaria o variazione di dimensioni.

Le scatole e le cassette di derivazione dovranno essere impiegate negli impianti ogni volta che dovrà essere eseguita una derivazione od uno smistamento di conduttori e tutte le volte che lo richiedono le dimensioni, la forma e la lunghezza di un tratto di tubazione, in modo che i conduttori contenuti nel tubo stesso risultino agevolmente sfilabili.

Nelle cassette di derivazione i conduttori potranno anche transitare senza essere interrotti, ma se vengono interrotti, essi dovranno essere allacciati a morsettiere isolate in materiale ceramico, di sezione adeguata ai conduttori che vi fanno capo. I conduttori dovranno essere legati all'interno delle cassette di derivazione e disposti in mazzetti ordinati, circuito per circuito. Le cassette dovranno essere munite con il coperchio a filo muro in tutti i casi in cui gli impianti sono incassati, fissate con chiodi a sparo e con tasselli ad espansione interamente metallici in tutte le zone in cui gli impianti sono a vista. Lungo i montanti ed in genere nelle parti di impianti a vista, sul coperchio delle cassette dovranno essere applicati dei simboli od un contrassegno i quali indichino, secondo un codice da stabilire con la D.L., il tipo di servizio.

#### **4.2.33 Quadri di bassa tensione**

##### **Limiti di fornitura**

I quadri di bassa tensione saranno completi e pronti al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- Lamiera di chiusura laterali;
- Attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;
- Morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi.

##### **Norme di riferimento**

I quadri saranno progettati, assemblati e collaudati in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 439.1 (CEI 17.13.1)
- IEC 529 (CEI 70.1)

riguardanti l'assieme di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547 del 1955e alla legge 1/3/1968 n°168. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960°C (30/30s) in conformità alle norme IEC 695.2.1 (C.E.I. 50.11).

## **Caratteristiche di progetto**

### *Quadro dei servizi ausiliari*

Il quadro di bassa tensione, destinato ai servizi ausiliari della centrale di generazione sarà composto da elementi modulari accoppiati ed installato al piano a quota .-3,80. Il quadro sarà conforme alle caratteristiche generali di seguito descritte.

### *Dati ambientali*

I dati ambientali riferiti al locale chiuso ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

- Temperatura ambiente max +40°C - min - 5°C
- Umidità relativa 95 % massima
- Altitudine < 2000 metri s.l.m.

### *Caratteristiche elettriche*

- |  |           |    |
|--|-----------|----|
| ▪ Tensione nominale  | 690       | V  |
| ▪ Tensione esercizio   | 400       | V  |
| ▪ Numero delle fasi  | 3F + N    |    |
| ▪ Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale |           |    |
| ▪ per un minuto a secco verso terra e tra le fasi                          | 2,5       | kV |
| ▪ Frequenza nominale   | 50/60     | Hz |
| ▪ Corrente nominale sbarre principali fino a                               | 1000      | A  |
| ▪ Corrente nominale sbarre di derivazione fino a                           | 1000      | A  |
| ▪ Corrente di c.to circuito simmetrico fino a                              | 25        | kA |
| ▪ Durata nominale del corto circuito                                       | 1"        |    |
| ▪ Grado di protezione sul fronte fino a                                    | IP 41     |    |
| ▪ Grado di protezione a porta aperta                                       | IP 20     |    |
| ▪ Accessibilità quadro   | anteriore |    |
| ▪ Forma di segregazione  | 3b/4b     |    |

### *Caratteristiche costruttive*

Il quadro sarà realizzato con una struttura in lamiera sendzimir secondo UNI EN 10142 e pannelli di chiusura (portelle+pannelli laterali+pannelli posteriori) in laminato a freddo secondo UNI EN 10130 dello spessore non inferiore a 15-20/10.

Il quadro sarà chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti. Le porte anteriori saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato.

Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide DIN o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico**  
**Istituto Pascale - Napoli**

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli saranno opportunamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo prevedrà il lavaggio, il fosfosgrassaggio, l'asciugatura e l'essiccazione delle lamiere.

Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere epossipoliestere o poliestere con colore della serie RAL bucciato spessore minimo di 70 micron.

*Collegamenti di potenza*

Le sbarre e i conduttori saranno dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre orizzontali saranno in rame elettrolitico di sezione rettangolare su tutta la lunghezza; saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 5 sbarre per fase e saranno disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

Le sbarre verticali, anch'esse in rame elettrolitico, fino a 1000A saranno a profilo continuo con un numero massimo di 1 sbarra per fase predisposte per l'utilizzo di appositi accessori per il collegamento e fissate alla struttura tramite supporti isolati.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre saranno regolamentate dal costruttore in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali saranno realizzati mediante fazzoletti di giunzione standard forniti dal costruttore.

Le sbarre principali saranno predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime saranno declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

*Derivazioni*

Per correnti da 100A a 630A gli interruttori saranno alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante bandella flessibile dimensionata in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

In caso di specifiche esigenze gli interruttori scatolati di corrente nominale massima pari a 160A, potranno essere affiancati verticalmente su un'unica piastra, rendendo così l'intero quadro con forma di segregazione tipo 3.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non avranno interposizione di morsettiere; si attesteranno direttamente agli attacchi posteriori degli interruttori alloggiati sul retro del quadro in una zona opportunamente predisposta. L'ammarraggio dei cavi avverrà su specifici accessori di fissaggio

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico**  
**Istituto Pascale - Napoli**

Le sbarre saranno identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida posizionate in canalina laterale o nella parte posteriore del quadro, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

*Dispositivi di manovra e protezione*

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno sarà possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche impediranno che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Saranno in ogni caso, garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici saranno contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, sarà previsto, uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

*Conduttore di protezione*

Ogni struttura sarà direttamente collegata alla sbarra di terra avente una sezione pari a 400mm<sup>2</sup>. Le porte saranno predisposte per essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile.

*Collegamenti ausiliari*

Saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq per i T.A.
- 2,5 mmq per i circuiti di comando,
- 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiere e sullo schema funzionale.

Saranno identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti saranno del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

*Accessori di cablaggio*

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire nella zona posteriore del quadro o all'interno delle canaline laterali.

L'accesso alle condutture sarà possibile solo dal retro del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura posteriori.

*Collegamenti alle linee esterne*

Se una linea è in Condotta Elettrificata o contenuta in canalina saranno previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In ogni caso le linee si attesteranno alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non sosterranno il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, è sconsigliabile il collegamento diretto sui codoli posteriori interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

*Strumenti di misura*

Potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72 x 72 mm, digitale a profilo modulare serie modulare inseriti su guida oppure del tipo Multimetri da incasso 96 x 96 mm serie Digipact con o senza porta di comunicazione.

**QUADRO BT GENERATORE 400V**

A valle del generatore a turbina da 570 kVA sarà installato un quadro generale che avrà le seguenti caratteristiche, oltre a quelle di carattere generale già descritte al punto del quadro elettrico dei servizi ausiliari:

UNITA' BT in armadio metallico per appoggio a pavimento di dimensioni 900x2100x800mm (lxhxp) comprendente:

- Interruttore generale automatico magnetotermico, estraibile, attacchi posteriori, con funzione di protezione trasformatore lato Bt e di interruttore del generatore, 4x1000A tarabile 0.4 ÷1In (termico), e 2 ÷15 In (magnetico); potere d'interruzione non inferiore a 25kA. Completo di comando motorizzato 230 V 50Hz, bobina di apertura e chiusura, contatti ausiliari.
- 3 riduttori di corrente a 2 secondari, rapporto 1000/5/5 A
- 1 riduttore di tensione trifase 500/100V con protezioni a monte ed a valle
- 1 contatore di energia attiva 3x100V 5(20)A su T.A. e T.V., completo di morsettiera provacontatori.
- 3 amperometri 0-1000 A su T.A. 1000/5 A
- 1 Wattmetro 0-2MW
- 1 frequenzimetro 45÷65 Hz
- 1 voltmetro 0-500V con commutatore a 4 posizioni.
- 1 cosfmetro- 0.5 capacitivo ÷ +0.5 (induttivo)

- 1 relè di massima corrente a protezione del generatore regolabile in valore di  $I_n$  e tempi di ritardo.
- 1 relè di minima e massima frequenza con uscita per allarme ed apertura interruttore generatore.
- 1 relè di parallelo, completo di zerovoltmetro,
- Lampade di segnalazione, pulsanti ecc.

#### **4.2.34 Protezione dei cavi**

Gli interruttori automatici da installare sui quadri oltre ad avere un potere d'interruzione di servizio non inferiore a quello della corrente di corto circuito presunta sul quadro, e comunque non inferiore a 25 kA, dovranno proteggere i rispettivi cavi, a cui sono collegati, dal sovraccarico e dal corto circuito. Ossia gli interruttori corredati di protezione magnetotermica saranno coordinati con i cavi in modo che siano rispettate le relazioni:

- a)  $I_b \leq I_n \leq I_z$
- b)  $I_f \leq 1,45 I_z$
- c)  $(I^2t) \leq K^2 S^2$

Dove:

$I_b$  = corrente d'impiego del circuito

$I_z$  = portata in regime permanente della conduttura

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_f$  = corrente che assicura il funzionamento del dispositivo di protezione

$(I^2t)$  = integrale di Joule per la durata del corto circuito (in  $A^2s$ )

$K$  = coefficiente dipendente dall'isolamento del cavo

$S$  = sezione del conduttore (in  $mm^2$ ).

Il rispetto della relazione a) e b) assicura la protezione dal sovraccarico, quello della relazione c) la protezione del cavo dal corto circuito.

Gli interruttori dei quadri saranno corredati anche di protezione differenziale per la protezione dai guasti a terra con valore di corrente differenziale idoneo al rispetto della relazione d) come descritto nel paragrafo "Impianti di terra"

#### **4.2.35 Rifasamento**

Per i servizi ausiliari della centrale di generazione sarà installato un quadro automatico di rifasamento per bassa tensione, tensione nominale 400 V/50 Hz, completo di regolatore automatico per inserzione di batterie di rifasamento a gradini tramite contattori, sistema di misura varmetro da trasformatori amperometrici sul lato BT dei trasformatori da 250kVA, sezionatore generale e fusibili di protezione, condensatori trifasi con dielettrico in polipropilene metallizzato autorigenerabile, resistenze di scarica incorporate e dispositivo di sicurezza di protezione a sovrappressione, contenitore in lamiera di acciaio verniciata alle polveri epossidiche, grado di protezione non inferiore ad IP 30, conformità norme CEI EN 60831-1/2 e CEI EN 60439-1; sette gradini di regolazione; potenza 100 kVAR.

#### **4.2.36 Collaudi**

Le prove di collaudo saranno eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1. Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dal costruttore dei quadri su prototipi del quadro.

#### **4.2.37 Estensione della fornitura**

Saranno inclusi nella fornitura:

- i quadri elettrici completi di apparecchi.
- le prove di accettazione, le prove di tipo e le prove di temperatura secondo quanto previsto dalle norme CEI 17-13 e la relativa documentazione;
- i disegni e gli schemi in una copia riproducibile e su supporto informatico compreso il frontequadro e la sezione e su supporto informatico;
- gli schemi funzionali di tutti i comandi, protezioni, segnali e misure sempre in una copia riproducibile;
- i profilati di base del quadro;
- montaggio e collegamento.

#### **4.2.38 Impianto di terra**

##### **Proporzionamento per guasto lato M.T.**

Le norme 11-1 regolano il dimensionamento dell'impianto di terra in impianti utilizzatori con propria cabina di trasformazione. Tale dimensionamento deve essere realizzato in modo che non si verifichino, in nessun punto dell'impianto, tensioni di passo e contatto superiori a quanto indicato nella suddetta norma, in funzione dei tempi di intervento delle protezioni (curva di figura 9-1 e tabella C-3). Il valore della resistenza di terra in questo caso è essenziale, in quanto, la corrente di guasto lato M.T., attraverso le capacità della linea si richiude sulla linea di alimentazione della cabina. Dai dati ricevuti dal distributore di energia elettrica, quali la corrente convenzionale di guasto ed il tempo d'intervento delle protezioni, si desume il valore della tensione massima di contatto in base alla quale si calcola il valore della resistenza di terra che, in base ai dati di cui sopra, dovrà essere:

$$R_t \leq \frac{V_c}{I_g}$$

dove,  $V_c$  è pari ad 1,5 volte la tensione massima di contatto ed  $I_g$  la corrente di guasto verso terra comunicata dall'Ente distributore. Il valore di  $R_t$  dovrà assicurare anche la protezione da guasto a terra prodotto dal sistema di generazione.

Per raggiungere il valore di resistenza richiesto sarà utilizzato come dispersore, una corda nuda di rame da 95mm<sup>2</sup>, interrata a circa 80 cm di profondità, che dal nodo collettore corre perimetralmente al complesso e si collega al nodo collettore di terra.

Nell'ambito della zona dei generatori d'energia, della cabina MT e dove in generale sono posizionate apparecchiature di MT sarà installata, sottopavimento, una rete in corda di



rame nuda da 50mm<sup>2</sup> disposta con lati da 50x50 cm; tale rete sarà collegata al nodo collettore e quindi all'impianto di terra. Il dispersore sarà integrato da picchetti verticali di altezza 2 metri disposti in pozzetti d'ispezione con chiusino carrabile. Saranno, altresì collegati all'impianto dispersore i serbatoi di combustibile ed olio lubrificante ed altre masse estranee disposte all'esterno. I ferri d'armatura dei micropali del basamento del generatore a quota -3,80 come i ferri d'armatura delle vasche di contenimento dei serbatoi metallici esterni saranno collegati all'impianto di dispersione.

#### **Proporzionamento per guasto lato B.T.**

Per un guasto a terra lato B.T. le norme CEI richiedono che le protezioni siano coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto per evitare che le tensioni di contatto superino i 50 V per 5s. E' sufficiente, pertanto, che i dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti siano tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile, in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro un tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o \quad (d)$$

- $U_o$  = tensione normale in c.a., valore efficace tra fase e terra
- $Z_s$  = impedenza dell'anello di guasto
- $I_a$  = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro 0,4s. (In caso di utilizzatori fissi il tempo  $t=5''$ )

Dal nodo collettore di terra, previsto nel quadro dei servizi ausiliari e collegato all'anello dispersore, partiranno i conduttori di protezione che viaggeranno insieme ai conduttori di fase e avranno sezione pari a quanto esposto nella tabella 54F della norme CEI 64-8/5:

- $S_p = S_f$  fino a 16 mm<sup>2</sup>
- 16 mm<sup>2</sup> fino a  $S_f = 35$  mm<sup>2</sup>
- $S_p/2$  per  $S_f > 35$  mm<sup>2</sup>

Nella distribuzione fino alle utenze saranno installati interruttori differenziali, con  $I_{\Delta n} = 0,03A$  per le utenze luce e prese elettriche ed  $I_{\Delta n}$  fino a 0,5A per le utenze fisse, in modo che tali valori moltiplicati per l'impedenza di guasto, verifichino la formula (d).

Con riferimento alle norme CEI 64-8 il conduttore di protezione oltre che alle masse delle apparecchiature elettriche, sarà collegato anche alle masse estranee, definendosi in tal caso, conduttore equipotenziale la cui sezione non sarà inferiore a quanto previsto dalle richiamate norme CEI 64-8.

#### **4.2.39 Alimentazione servizi ausiliari**

I servizi ausiliari di cabina, cioè le apparecchiature dei quadri M.T. e B.T. sono funzionanti a 220 V 50 Hz, per cui sarà previsto un gruppo di continuità statico con batterie ermetiche al piombo con autonomia di 30', che alimenterà i motori degli interruttori

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

M.T., le lampade, i relè e le bobine di minima tensione delle cabine, in modo che l'intervento possa avvenire solo per emergenza

Il gruppo statico di continuità avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza nominale:	5 kVA
- tensione di ingresso monofase:	230±15% V
- frequenza di ingresso:	50±5% Hz
- tensione continua:	190,6 V
- autonomia batterie:	30 min, 20Ah
- tensione di uscita	
regime statico:	230±5%
regime dinamico:	230±5%
per variazione di carico istantaneo del 100%	
- tasso di distorsione armonica globale:	> 5%
- capacità di sovraccarico:	2 Inx100 ms 1,3 Inx30" 1,1 Inx5'
- corrente di spunto :	su In=100% Vn = ±2%
- rendimento globale a pieno carico:	80%
- rendimento globale a metà carico:	70%
- rumorosità:	< 50 dBA

**Interruttore statico di by-pass**

- potenza nominale:	5 kVA
- tensione ingresso/uscita:	230 Vca
- variazione ammessa su tensione:	± 10%
- frequenza in ingresso-uscita:	50 Hz
- corrente alla potenza nominale:	25 A
- tempo di commutazione inverter rete:	0,05 msec
- sovraccarico ammesso:	5 inx1" 2 Inx1' e 30"
- tempo di commutazione rete inverter:	zero
- temperatura di funzionamento:	da 5 a 35°C
- tasso di umidità relativa:	da 8 a 95%

## **5. AVVIAMENTO ALL'ESERCIZIO**

---

L'avviamento all'esercizio consisterà nello svolgimento delle attività di precommissioning, commissioning e messa in esercizio degli impianti.

Le attività da svolgere riguarderanno:

- ispezioni presso i sub-fornitori
- ispezioni in corso d'opera
- operazioni di start-up
- documentazione "As built"
- training del personale di conduzione impianti
- collaudi.

L'avviamento all'esercizio avrà inizio al completamento dell'intervento di realizzazione ed avrà la durata di tre mesi durante i quali saranno effettuati tutti i collaudi tecnici, amministrativi e prestazionali del complesso di produzione d'energia elettrica.

A tal fine nel periodo di avviamento all'esercizio, in accordo con l'COMMITTENTE, l'impianto di produzione d'energia elettrica dovrà funzionare a pieno regime per almeno tre giorni consecutivi e con almeno 18 ore consecutive al giorno, al fine di collaudare le caratteristiche prestazionali dell'impianto,

### ***Ispezioni Presso I Subfornitori***

L'Appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione di prova e collaudo dei vari componenti e apparecchiature costruite presso i subfornitori, controfirmando la documentazione relativa al buon esito delle prove di accettazione.

Per ogni macchina e/o componente fornito, l'Appaltatore dovrà allegare almeno i seguenti documenti:

- verbali di collaudo d'officina - verbale di collaudo macchina e curve prestazionali manuale di istruzione, funzionamento e manutenzione
- documentazione ufficiale ISPESL - CEI - CESI etc.
- lista dei pezzi di ricambio e relativa documentazione.

### ***Ispezioni In Corso D'opera***

L'Appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le verifiche e i controlli necessari, durante l'avanzamento dei lavori, per assicurarsi che non sussistano difetti all'esecuzione degli impianti.

Sono quindi necessarie le seguenti verifiche (elenco minimo) in accordo alle necessità funzionali dei vari impianti.

- verifica conformità componenti e materiali rispetto alla documentazione di riferimento, prima della loro posa in opera.
- pressatura canali
- pressatura tubazioni
- verifiche di tenuta (con aria, freon, etc.)
- controlli non distruttivi (X - Ray - Liquidi penetranti, ultrasuoni, etc.)
- lavaggio e asciugatura tubazioni

**Capitolato Prestazionale opere di Efficientamento Energetico  
Istituto Pascale - Napoli**

- pulizia canali e componenti
- lavaggi e passivazione circuiti e apparecchi
- verifiche accoppiamento, allineamento e pretensione piping e supporti
- altre attività necessarie.

**Operazioni Di Start Up**

In accordo al programma lavori contrattuale, l'Appaltatore è tenuto ad avviare e rendere funzionanti le varie macchine, impianti, sistemi, etc. procedendo alle opportune tarature, bilanciamenti, e verifiche per ottenere alla fine le condizioni contrattuali.

Sono quindi necessarie le seguenti verifiche (elenco minimo) in accordo alle necessità funzionali dei vari impianti:

- la taratura lato aria e lato acqua di tutti i circuiti
- la verifica delle prestazioni di tutti i componenti
- la verifica del corretto funzionamento della regolazione automatica in tutti i modi operativi
- la verifica delle prestazioni dell'impianto nel suo complesso
- la verifica del funzionamento degli impianti di sicurezza attiva e passiva quali: serrande tagliafuoco motorizzate, ventilatori d'estrazione etc.
- la verifica della rumorosità prodotta dal funzionamento dei vari impianti.
- La verifica di cui alle norme CEI.

Pertanto l'Appaltatore provvederà affinché tutte le apparecchiature siano fatte funzionare per tutto il tempo necessario per eseguire le tarature sui fluidi interessati, e siano verificate tutte le portate, pressioni, temperature, ecc. dei vari fluidi circolanti negli impianti, controllando che le sicurezze intervengano senza ritardi e le sequenze logiche siano rispettate.

Queste verifiche dovranno essere puntuali e dettagliate al fine di dimostrare l'effettiva verifica di tutte le parti degli impianti.

Tutti gli impianti dovranno essere fatti funzionare alle effettive condizioni di esercizio e si dovrà verificare che gli scostamenti delle variabili controllate siano contenuti nelle tolleranze ammesse.

Tutte le verifiche sopra indicate saranno raccolte in apposito dossier e controfirmate da tecnici abilitati a garanzia della loro validità.

**Verifiche e prove preliminari**

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, comprese le prove prima delle finiture, il bilanciamento dei circuiti dell'acqua, la taratura e messa a punto della regolazione automatica, etc., il funzionamento di tutte le apparecchiature alle condizioni previste.

Le verifiche saranno eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore e verbalizzate. I risultati delle prove saranno inoltre riportati succintamente nel verbale di collaudo.

***Documentazione "as built"***

Questa documentazione, indicata più semplicemente come manuali operativi, deve essere approntata con grande cura e tempestività dall'Appaltatore, rispettando scrupolosamente quanto sotto indicato.

I manuali operativi saranno strutturati utilizzando robusti registratori in plastica cartonata elettrosaldata (dimensioni 34x28,5cm) con custodia in cartone rivestito.

Questi registratori, adatti per documenti preforati o per buste in plastica trasparente a foratura universale, saranno dotati di meccanismo di apertura con azionamento a leva, 3 o 4 anelli in acciaio nichelato, e dispositivo di pressatura.

Sul dorso sarà presente un porta etichette a fogli mobili.

Un set completo dei soli disegni sarà raccolto invece in scatole d'archivio in polipropilene (dimensioni 35x25cm), con chiusura con bottone a pressione.

Sul dorso sarà presente un porta etichette a fogli mobili.

Il fattore di riempimento di questi supporti non dovrà superare l'80% della capacità degli stessi.

L'approntamento dei manuali della documentazione seguirà parallelamente l'avanzamento del progetto costruttivo e di officina, e l'andamento del cantiere, secondo la seguente tempistica:

- Disegni e schemi in accordo emissione progetto esecutivo e costruttivo di officina;
- Documentazione macchine e componenti in accordo emissione ordini e ispezioni;
- Aggiornamento disegni e schemi in accordo avanzamento cantiere, compreso certificati e collaudi in corso d'opera;
- Documentazione completa dopo le operazioni di start-up;
- Documentazione finale aggiornata.

***Training del personale di conduzione impianti***

Il personale di conduzione degli impianti, nominato dal Committente, sarà presente, come osservatore, durante lo start-up dei vari impianti e sistemi.

I manuali operativi devono essere forniti dall'Appaltatore almeno 15 giorni prima dell'inizio del training del personale di conduzione impianti.

In particolare l'Appaltatore deve effettuare un esauriente addestramento del personale; l'addestramento deve riguardare tutti gli impianti e la relativa componentistica con particolare riferimento a:

- i contenuti dei manuali ed il relativo uso
- le procedure da attuare per far funzionare gli impianti in ognuna delle modalità che per ciascuno di essi sono state previste in fase di progetto
- i livelli di tolleranza accettabili per quanto riguarda la taratura degli impianti installati
- le procedure che occorre applicare per la gestione di eventuali situazioni d'emergenza
- lo sviluppo della metodologia necessaria per registrare ogni inconveniente che riguardi il funzionamento di questi impianti e l'analisi per effettuare gli interventi correttivi tendenti ad eliminare le cause che hanno provocato questi malfunzionamenti.

**Oneri aggiuntivi**

Riassumendo quanto sopra, la fornitura dovrà includere:

- Ingegneria generale, di dettaglio e di assistenza per l'iter autorizzativo (comprensiva della fornitura della documentazione, di competenza del Fornitore, richiesta dagli Enti);
- Partecipazione di tecnici qualificati alle riunioni con gli Enti, se necessario;
- Costruzione apparecchiature e componenti;
- Posizionamenti sulle fondazioni;
- Montaggi, compreso mezzi di sollevamento;
- Allaccio e collegamenti ai vari sistemi meccanici ed elettrici di interfaccia interno alla sala macchine.
- Tutte le necessarie opere provvisorie ponteggi, protezioni, coperture, illuminazione, etc.
- Predisposizione di un locale chiudibile per immagazzinamento custodito dei materiali e delle apparecchiature;
- Pulizie delle aree di lavoro con rimozione e trasporto alla pubblica discarica di tutti materiali di scarto;
- Controlli, prove e messa in servizio;
- Messa a disposizione di tutte le attrezzature e gli strumenti certificati necessari alla verifica dei parametri prestazionali presso officina del Fornitore;
- Attuazione di tutti sistemi di sicurezza ed assicurazioni per il proprio personale, ed eventuali interventi di tecnici specialistici gestiti direttamente dal Fornitore operanti in cantiere in piena conformità alle attuali leggi e norme italiane vigenti in materia;
- Costituzione del Piano Operativo della Sicurezza;
- Formazione in lingua italiana del personale preposto alla gestione del cogeneratore;
- Dossier finale in italiano con piante, sezioni e schemi, P&I, procedure di funzionamento e di manutenzione, (5 copie, sia cartacee che in formato elettronico);
- Dossier finale in italiano con bollettini tecnici di ogni componente riportanti tutti i dati tecnici e funzionali, le caratteristiche costruttive, (5 copie, sia cartacee che in formato elettronico);
- Dossier finale in italiano con lista delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria per ogni componente della fornitura., (5 copie, sia cartacee che in formato elettronico);
- La fornitura di strumentazione di adeguata accuratezza e precisione per garantire il rilievo delle principali grandezze energetiche oggetto dell'intervento e la loro comunicazione con cadenza almeno mensile all'Ufficio Tecnico dell'Istituto .
- Inoltre tutti i dati di misura devono essere registrati in continuo presso una unità di conservazione e registrazione dotata di monitor user friendly a disposizione dell'Ufficio tecnico presso suoi locali.