



Sistema Socio Sanitario



**Regione  
Lombardia**

**ASST Papa Giovanni XXIII**

**ASST PAPA GIOVANNI XXIII  
PIAZZA OMS, 1 - 24127 BERGAMO (BG)**

**PRESIDI DI BORGO PALAZZO E VILLA D'ALMÈ -  
RAFFRESCAMENTO**

Impianti meccanici ed elettrici

Specifiche tecniche

COMMESSA	231106
CODICE DOCUMENTO	231106EGE021
REVISIONE	00
DATA	22/11/2023

REDATTO	DI
APPROVATO	DI

00	22.12.2023	DI	Emissione progetto esecutivo
<b>Rev</b>	<b>Data</b>	<b>Autore</b>	<b>Descrizione</b>

## Indice delle revisioni

## Indice

<b>1</b>	<b>DISPOSIZIONI GENERALI .....</b>	<b>6</b>
1.1	Introduzione .....	6
1.2	Scopo dell'appalto .....	6
1.3	Opere accessorie e materiali di consumo .....	6
1.4	Documentazione .....	8
1.5	Iter procedurale .....	9
1.6	Garanzie e Certificati .....	10
1.7	Osservanza delle norme vigenti .....	11
<b>2</b>	<b>TUBAZIONI IN MATERIALE PLASTICO PER SCARICHI CONDENZA .....</b>	<b>13</b>
2.1	Dati generali .....	13
2.2	Materiali tubazioni .....	13
2.3	Impiego .....	14
2.4	Modalità di installazione .....	14
2.5	Collaudi e Certificazioni .....	14
<b>3</b>	<b>TUBAZIONI IN RAME PREISOLATO PER FLUIDI REFRIGERANTI .....</b>	<b>16</b>
3.1	Dati generali .....	16
3.2	Caratteristiche costruttive e modalità di installazione .....	16
3.3	Collaudi e Certificazioni .....	17
<b>4</b>	<b>UNITÀ AD ESPANSIONE DIRETTA COLLEGATE A MOTOCONDENSANTE ESTERNA – SISTEMA MULTISPLIT TIPO VRF .....</b>	<b>18</b>
4.1	Dati generali .....	18
4.2	Documentazione da fornire per approvazione .....	18
4.3	Caratteristiche costruttive .....	18
4.4	Collegamenti refrigerante .....	20
4.5	Collegamenti elettrici e vie cavo .....	21
4.6	Accessori .....	22
4.7	Modalità di installazione .....	23
4.8	Collaudi e Certificazioni .....	23
<b>5</b>	<b>QUADRI DI BASSA TENSIONE .....</b>	<b>26</b>
5.1	Dati generali .....	26
5.2	Caratteristiche tecniche .....	27
5.3	Caratteristiche costruttive .....	28
5.4	Specifiche componenti .....	33

5.5	Collaudi, verifiche e certificazioni.....	36
<b>6</b>	<b>CAVI PER DISTRIBUZIONI IN BASSA TENSIONE.....</b>	<b>40</b>
6.1	Dati generali.....	40
6.2	Avvertenze di carattere specifico e generale.....	40
6.3	Prescrizioni per la posa dei cavi .....	40
6.4	Caratteristiche comuni a tutte le tipologie di cavi.....	41
6.5	Tipologie dei cavi utilizzati .....	42
<b>7</b>	<b>PASSERELLE E CANALI PORTACAVI .....</b>	<b>44</b>
7.1	Dati generali.....	44
7.2	Prescrizioni per la posa delle passerelle portacavi .....	44
7.3	Tipologie delle passerelle utilizzate.....	46
<b>8</b>	<b>TUBAZIONI PORTACONDUITORI .....</b>	<b>49</b>
8.1	Dati generali.....	49
8.2	Prescrizioni per la posa delle tubazioni vie cavi .....	49
8.3	Tipologie delle tubazioni portacavi utilizzate .....	51
8.4	Tubazioni e guaine portacavi.....	51
<b>9</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI PER LA PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>55</b>
9.1	Finalità – Generalità .....	55
9.2	Accorgimenti antisismici .....	55
9.3	Criteri generali.....	55
<b>10</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE PARTI COMPONENTI GLI IMPIANTI MECCANICI .....</b>	<b>57</b>
10.1	Premessa.....	57
10.2	Generalità .....	57
10.3	Assicurazione qualità .....	57
10.4	Prescrizioni .....	57
10.5	Garanzie .....	58
10.6	Normazione .....	58
10.7	Materiali non autorizzati.....	58
10.8	Marchio di fabbrica; targhetta di identificazione.....	58
10.9	Caratteristiche della targhetta di identificazione della parte .....	58
10.10	Identificazione delle tubazioni .....	58
10.11	Tabelle delle intercettazioni e delle attrezzature.....	59
10.12	Controlli .....	59
<b>11</b>	<b>PROVVEDIMENTI CONTRO LA TRASMISSIONE DELLE VIBRAZIONI .....</b>	<b>60</b>

<b>12</b>	<b>LIMITAZIONE DELLA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>62</b>
<b>13</b>	<b>PROVE E VERIFICHE IN CORSO D'OPERA E FINALI - IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE .....</b>	<b>63</b>
13.1	Generalità .....	63
13.2	Controllo preliminare .....	63
13.3	Controlli funzionali .....	64
13.4	Prove e verifiche in corso d'opera .....	64
13.5	Misurazioni funzionali .....	64
13.6	Misure di portata .....	66
13.7	Misure di livello di rumore .....	66
13.8	Prestazioni delle apparecchiature .....	67
<b>14</b>	<b>MANUALE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE.....</b>	<b>68</b>
14.1	Manuale di Esercizio e Manutenzione.....	68
14.2	Disegni "Come Costruito" .....	70

## 1 DISPOSIZIONI GENERALI

### 1.1 Introduzione

Il presente documento specifica i requisiti generali e gli standard impiantistici associati ai lavori di installazione, di fornitura dei materiali, di qualità dei materiali, al loro posizionamento, ai lavori accessori all'installazione, alla taratura delle apparecchiature per la realizzazione degli impianti descritti nella relazione tecnica di progetto e sugli elaborati grafici ad esso associati.

Si precisa che qualità e quantità dei materiali indicati in specifica e nei documenti richiamati, hanno valore indicativo e non esimono la Ditta installatrice dall'obbligo di fornire ed installare opere complete in ogni loro parte, perfettamente funzionanti, ai prezzi convenuti, indipendentemente da qualsiasi omissione, imperfezione o imprecisione della descrizione.

L'esecuzione di tutti i lavori inerenti all'installazione di impianti meccanici dovrà avvenire osservando le prescrizioni della legislazione vigente. La rispondenza degli impianti alle norme ed alle leggi vigenti è intesa nel senso più restrittivo e ciò non solo relativamente all'esecuzione degli impianti ma anche ad ogni singolo componente dell'impianto stesso.

L'eventuale incompletezza delle informazioni non solleva l'Appaltatore dal fornire le più ampie garanzie di buona esecuzione e di buon funzionamento di tutto l'impianto, senza esclusione alcuna.

Modalità di costruzione, di installazione, tipici di montaggio, ecc. diversi da quelli indicati dalla presente specifica, saranno accettati solo se preventivamente concordati con la D.L., fermo restando il totale rispetto delle norme, leggi e regolamenti in vigore e responsabilità dell'Impresa Appaltatrice.

**Tutte le apparecchiature dovranno essere di primarie case costruttrici.**

**L'impresa dovrà produrre adeguata documentazione tecnica di supporto al fine di far approvare dalla D.L. e dalla committente marche e modelli delle apparecchiature che intende acquistare.**

### 1.2 Scopo dell'appalto

Le caratteristiche tecnico-funzionali e le modalità d'esecuzione degli impianti meccanici in argomento vengono nel seguito ulteriormente dettagliate e specificate; le loro caratteristiche dimensionali, lo sviluppo ed il posizionamento delle linee e degli apparecchi sono altresì ricavabili dagli elaborati di progetto.

**Si precisa che gli elementi quantitativi e qualitativi degli impianti sono desumibili dagli elaborati di progetto e che, comunque, eventuali omissioni in tali elaborati, così come della descrizione che segue, non esonereranno l'Impresa appaltatrice dall'eseguire ogni lavoro e ad installare ogni apparecchiatura per dare gli impianti perfettamente pronti e funzionanti e funzionali.**

Le apparecchiature dovranno avere le caratteristiche costruttive e funzionali generali specificate nelle pagine che seguono, che andranno intese come caratteristiche minime.

Formano oggetto del presente disciplinare tecnico le norme e le prescrizioni relative alla fornitura e alla posa in opera dei componenti principali ed accessori necessari per la realizzazione degli impianti meccanici a servizio della struttura.

### 1.3 Opere accessorie e materiali di consumo

Oltre agli oneri di cui nel capitolato speciale d'appalto ed agli altri specificati nel presente disciplinare tecnico, saranno a carico dell'appaltatore tutte le opere accessorie quali quelle indicate a scopo illustrativo e non esaustivo nel seguito:

- L'esecuzione presso i laboratori e gli istituti indicati dalla Direzione Lavori di tutte le prove e verifiche ordinate dalla Direzione Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi in correlazione con la prescrizione dell'articolo riguardante l'accettazione dei materiali. Delle prove può essere

richiesta la conservazione nell'ufficio della Direzione Lavori. Queste verranno munite di sigillo contrassegnato dal Direttore dei Lavori per garantirne l'originalità.

- L'appaltatore deve sostenere tutte le spese di collaudo e di collaudo provvisorio e d'esercizio di prova, nonché dei lavori preparativi per potere iniziare l'esercizio di prova e per potere verificare l'efficienza dell'impianto secondo le prescrizioni del presente capitolato.
- La taratura e le regolazioni delle apparecchiature, i dispositivi di funzionamento, le prove in campo, le prove di funzionamento, i corsi di istruzione degli addetti alla conduzione dell'impianto eccetera, compresi tutti i lavori di coordinamento con gli altri appaltatori, sono di competenza dell'appaltatore; i rispettivi costi sono compresi nei vari prezzi unitari. Ciò vale anche per tutte le chiarificazioni da portarsi a termine con i fornitori dell'attrezzatura meccanica e per tutte le comunicazioni dettagliate con la D.L. e la Committenza della costruzione così come con le ditte costruttrici.
- Dovranno essere effettuati tutti i coordinamenti necessari sia con gli enti erogatori che con la gestione del servizio operativo della Committenza senza esplicito invito. Vanno elaborate relazioni scritte concernente tali coordinamenti, le quali dovranno essere trasmesse sia al committente che alla D.L.

**Tra gli oneri a carico dell'Appaltatore sono inoltre compresi tutti i materiali di consumo, nessuno escluso, che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature. La fornitura deve inoltre comprendere tutti i materiali accessori di montaggio che si rendono necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature compresi eventuali noleggi di apparecchiature e/o attrezzature e/o gruppi elettrogeni per funzionamenti parziali e provvisori degli impianti in parola.**

### 1.3.1 Scelta dei materiali

La scelta dei diversi tipi di materiali deve essere effettuata in modo da garantirne l'impiego con sollecitazioni di tipo meccanico, termico e chimico. Sono da impiegare esclusivamente materiali e componenti di nuovo utilizzo.

Non possono essere utilizzati materiali che contengono amianto (guarnizioni, compensatori, imballaggi).

Possono inoltre essere impiegati solo materiali ed elementi costruttivi, che corrispondono alle leggi e disposizioni nazionali vigenti.

Per quanto riguarda il tipo di materiali impiegati, su incarico della D.L., verrà richiesta all'Appaltatore la presentazione delle schede tecniche e delle relative prestazioni in merito, che verranno quindi approvate con l'emissione di un verbale di accettazione.

In generale sono da rispettare le normative e i limiti vigenti, che regolano la protezione contro le emissioni sonore sul posto di lavoro. Per tutte le componenti dell'impianto che rappresentano sorgenti di emissioni sonore sono da prevedere adeguate misure di limitazione delle emissioni.

Deve inoltre essere impedita la propagazione di vibrazioni ed emissioni sonore trasmesse per via strutturale fra componenti in contatto fra loro.

Le misure per la limitazione delle emissioni sonore sono da realizzare attraverso un'adeguata scelta dei parametri di esercizio delle singole componenti (ad esempio numero di giri ridotto, limitata velocità dei fluidi in una condotta), e da un'esecuzione che consideri questo aspetto anche a livello costruttivo.

Nel caso si impieghino cofani o coperture fonoassorbenti, deve essere prestata particolare attenzione al mantenimento dell'adeguata accessibilità alle componenti da rivestire.

Cofani o coperture fonoassorbenti previsti su componenti oggetto di periodici interventi di manutenzione, devono essere strutturati in modo da permetterne la semplice rimozione senza il bisogno di apparecchiature particolari.

### **1.3.2 Rilievi**

Subito dopo la consegna dei lavori, allo scopo di determinare con la maggiore esattezza possibile le opere da eseguire, l'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese tutti i rilievi utili per la determinazione delle caratteristiche dell'opera.

## **1.4 Documentazione**

### **1.4.1 Generalità**

Le documentazioni allegate al bando della Committente servono per l'elaborazione d'offerta, ma non costituiscono prescrizioni di dettaglio costruttivo di cantierizzazione.

Tutti gli ulteriori piani d'installazione e documentazioni tecniche di tipo costruttivo necessari per l'esecuzione dell'opera a regola d'arte, dovranno essere elaborati a cura dell'aggiudicatario e sottoposti al committente ed alla D.L. per l'approvazione prima dell'inizio dei lavori e della fase di cantierizzazione.

La documentazione da sottoporre ad esame dovrà essere consegnata in triplice copia.

Qualora venga rilasciato il nullaosta all'esecuzione sulla base di quanto esaminato (con o senza eventuali osservazioni, istruzioni, ecc.), le annotazioni di benestare (data, luogo del rilascio, osservazioni, cambiamenti), vanno annotate sugli originali in un punto bene in vista al di sopra dell'installazione.

In caso di necessità può venire richiesta dalla Committente un'ulteriore documentazione d'integrazione.

Si richiama in modo particolare l'attenzione su come si possa procedere all'esecuzione unicamente sulla base della documentazione approvata e/o allegata al progetto esecutivo; l'approvazione da parte del committente della documentazione dell'impresa non solleva però quest'ultima dal proprio obbligo di garanzia.

### **1.4.2 Progettazione di dettaglio costruttivo**

La documentazione costruttiva è da fornirsi entro l'inizio dei lavori di montaggio e deve rispecchiare nel suo complesso gli allegati della documentazione approvata.

La documentazione dovrà comprendere tutti gli elaborati del progetto esecutivo eventualmente integrati a livello costruttivo ove necessario in special modo per staffaggi degli impianti, integrazioni logiche di funzionamento dell'impianto di regolazione.

I documenti sopra citati potrà essere ulteriormente integrati con altri che, in fase esecutiva potranno essere richiesti dal Committente.

La copia della documentazione di progetto di dettaglio costruttivo per il cantiere deve rispecchiare in ogni suo punto lo stato effettivo di avanzamento dell'impianto, eventualmente anche con correzioni manuali; la documentazione aggiornata deve rimanere in cantiere, fino alla consegna della documentazione finale as-built.

### **1.4.3 Documentazione dello stato finale (as built)**

Gli elaborati dello stato finale dovranno essere consegnati subito dopo il termine dei lavori in allegato alla dichiarazione di conformità 37/08; essi dovranno corrispondere esattamente allo stato finale delle installazioni.

Tutte le documentazioni vanno consegnate in triplice copia e su supporto software Autocad per ciò che riguarda gli elaborati grafici relativi agli schemi, e planimetrie. In formato Word od Excel per ciò che riguarda relazioni, tabelle e fogli di calcolo. I piani d'installazione vanno inoltre consegnati come originali su supporto digitale riproducibile dal cliente.



## **1.5 Iter procedurale**

### **1.5.1 Montaggio e messa in funzione**

L'intero montaggio, compresa la messa a disposizione di elementi coadiutori del montaggio, è a carico dell'impresa; nell'incarico è compresa l'installazione di tutte le parti e componenti atti ad assicurare un corretto ed idoneo montaggio di tutte le apparecchiature, compresa l'effettuazione di forometrie e la chiusura delle tracce, salvo accordi diversi con il committente.

L'appalto comprende tutti i lavori necessari per un funzionamento a regola d'arte, quali i lavori di costruzione degli interi impianti meccanici, delle linee di distribuzione e le connessioni delle apparecchiature ed eventuali approntamenti elettrici a servizio delle installazioni meccaniche che si rendessero necessari ai fini di una corretta realizzazione.

La cura e la manutenzione degli impianti e delle apparecchiature fornite fino al momento della consegna, costituiscono parte integrante dell'incarico; fanno parte dell'incarico anche tutte le prove funzionali delle installazioni eseguite e la messa in funzione dell'impianto.

### **1.5.2 Messa in funzione**

L'Appaltatore dovrà realizzare la corretta messa in funzione di ogni fornitura su ordine della Direzione Lavori dopo aver terminato l'installazione; la messa in funzione è parte dell'incarico.

In apposito capitolo della presente relazione vengono richiamate tutte le prove e verifiche che l'impresa dovrà effettuare al termine delle installazioni elettro-strumentali al fine di soddisfare quanto richiesto dalla legge 37/08;

Tutti i lavori e gli eventuali interventi o modifiche apportate durante la fase di messa in funzione, dovranno essere registrati e consegnati in duplice copia al Committente.

### **1.5.3 Messa in servizio**

L'appaltatore realizza la corretta messa in servizio di ogni sua fornitura su ordine della Direzione Lavori dopo aver terminato la messa in funzione. L'appaltatore è responsabile per il funzionamento corretto di tutti i suoi apparecchi ed impianti affinché tutti gli impianti possano operare insieme in modo coordinato.

Un'altra condizione essenziale per la messa in servizio è che tutte le istruzioni sull'uso e tutti i manuali per la manutenzione siano già stati consegnati almeno in triplice copia; il personale va istruito prima della messa in servizio.

### **1.5.4 Periodo di prova e presa in consegna**

Dopo la messa in funzione dell'impianto, si dovrà procedere ad un periodo di prova non inferiore a 60 giorni, comprendente tutti gli esami ed i controlli di tutte le installazioni dell'impianto, del funzionamento e delle disponibilità all'esercizio.

Durante l'esercizio di prova, l'impresa dovrà avviare provvedimenti di natura organizzativa al fine di eliminare immediatamente eventuali guasti che dovessero verificarsi durante l'esercizio di prova. Verrà redatto un verbale con i dati emersi dalle diverse prove e dall'esercizio di prova, sottoscritto congiuntamente da tutte le parti in causa.

Qualora dal verbale risulti l'adempimento di tutte le condizioni come da contratto, si perverrà alla successiva presa in consegna.

L'esercizio di prova dovrà essere effettuato sotto la responsabilità dell'appaltatore e se le condizioni dell'esercizio presenti lo consentono, subito dopo la messa in servizio; la condizione preliminare per l'esercizio di prova è che la messa in servizio dell'intero impianto meccanico sia terminata positivamente.

La durata dell'esercizio di prova, se non diversamente indicato sui documenti progettuali, non dovrà essere inferiore alle 6 settimane; da questo esercizio di prova deve risultare la prova per la sicurezza e l'efficienza delle forniture; l'esercizio di prova deve aver luogo senza guasti e difetti.

Durante l'esercizio di prova l'appaltatore dovrà simulare diversi stati d'esercizio, ad esempio la mancanza totale della rete, funzionamento di elementi di impianti con carichi differenti, mancanza dei segnali e dei comandi provenienti dalla rete di telecontrollo.

Durante l'esercizio di prova l'appaltatore deve organizzare misure che permettono l'immediata riparazione dei difetti durante l'esercizio di prova.

Sarà redatto un verbale concernente i risultati dei vari controlli e dell'esercizio di prova, che verrà controfirmato da tutte e due le parti in questione.

### **1.5.5 Corsi di istruzione**

Il personale destinato alla futura gestione dell'impianto, dovrà essere istruito a cura dell'appaltatore, in modo da consentire il servizio ed effettuarvi tutti i necessari lavori di manutenzione.

La logica di funzionamento dell'impianto deve essere riportata su apposito manuale di uso e manutenzione indicando le modalità di gestione automatica e manuale di tutti gli apparati compresi a progetto.

Un fascicolo completo di tutti i certificati e documenti quali specifiche tecniche e manuali manutenzione di tutti gli apparecchi ed impianti installati dovrà essere consegnato in copia cartacea e su supporto informatico per consultazione veloce sull'impianto.

Ogni corso di istruzione, per ogni impianto speciale, deve essere tenuto da personale specialistico e deve essere corredato di adeguata documentazione per istruzione.

## **1.6 Garanzie e Certificati**

L'Appaltatore garantirà da ogni difetto palese od occulto tutti i materiali forniti ed i lavori eseguiti, per il periodo di cui ai documenti contrattuali e comunque non inferiore a 24 mesi a far data dal verbale di collaudo finale dell'impianto.

Durante tale periodo dovrà effettuare a proprie spese ogni riparazione e/o modifica e/o sostituzione che, ad insindacabile giudizio della D.L./Committenza dovessero risultare necessarie.

Per tutte le parti sostituite, modificate o riparate, la garanzia di cui sopra, si rinnoverà automaticamente per un periodo uguale a quello indicato in precedenza, a partire dalla data dell'intervento. Nel caso in cui entro il periodo di garanzia si riscontrassero difetti e/o rotture di qualsiasi natura riconducibili a cattiva costruzione o materiali difettosi l'Appaltatore dovrà provvedere alla eliminazione dei difetti o alla sostituzione delle apparecchiature fino alla completa soddisfazione del Committente e senza alcun onere a carico dello stesso.

La presente specifica tecnica non copre interamente tutti i dettagli delle apparecchiature e/o materiali da installare. Rimane tuttavia inteso che gli impianti dovranno essere forniti completi di tutti gli accessori che, direttamente o indirettamente, garantiranno un corretto e sicuro funzionamento degli impianti stessi.

L'approvazione formale di disegni e l'accettazione di materiali durante l'installazione da parte della D.L., non solleva l'Appaltatore dalla propria responsabilità di fornire materiali, apparecchiature ed accessori in grado di soddisfare tutte le richieste tecniche, le condizioni di funzionamento e le relative garanzie contrattuali.

## 1.7 Osservanza delle norme vigenti

### 1.7.1 Premessa

Gli impianti meccanici e i componenti riguardanti il presente progetto dovranno essere realizzati in conformità con le leggi e la normativa tecnica vigente alla data di esecuzione dei lavori, in particolare:

- ❑ DPR 26/05/59 n. 689 "Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del comando del corpo dei vigili del fuoco";
- ❑ Legge 186 del 01-03-1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici."
- ❑ Legge 791 del 18-10-1977 "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che dovranno possedere il materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione."
- ❑ DPR 151 del 1/08/2011 "Nuovo regolamento di prevenzione incendi";
- ❑ D.Lgs. 19/03/96 n. 242 "Modificazioni e integrazioni al decreto legislativo 19/09/94 n. 626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo del lavoro";
- ❑ DPR 24/07/96 n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- ❑ D.Lgs. 12/11/96 n. 615 "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/89 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 22/07/93 e dalla direttiva del Consiglio del 29/10/93";
- ❑ D.Lgs. 31/07/97 n. 277 "Modificazione al decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- ❑ DM 22/01/08 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 d'installazione degli impianti all'interno degli edifici (ex legge 46/90 e DPR 06/12/91 n. 447);
- ❑ D.Lgs 9/4/08 n.81 "Attuazione dell'art. 1 della legge 3/8/07 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (abroga tra gli altri il DPR 547/55 e il D.Lgs 626/94).
- ❑ D.M. 13 luglio 2011- Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.
- ❑ Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)

L'impianto dovrà essere eseguito in osservanza a tutte le Norme vigenti alla data di assegnazione dei lavori, comprese eventuali varianti, completamenti o integrazioni alle Norme stesse.

### 1.7.2 Normative tecniche

Per il progetto in oggetto sono di particolare rilevanza:

- ❑ ASHRAE 90.1–2007 (modellazione energetica e Mandatory Provision LEED);
- ❑ Norme U.N.I. (Unificazione Italiana) e CTI (Comitato Termotecnico Italiano);
- ❑ Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- ❑ Prescrizioni e raccomandazioni di Vigili del Fuoco;
- ❑ Eventuali prescrizioni particolari emanate dalle Autorità locali;
- ❑ Regolamento edilizio;
- ❑ Regolamento d'igiene;
- ❑ Regolamento ente gestore acqua potabile e scarico alla fognatura pubblica MM;
- ❑ Normative e raccomandazioni dell'INAIL (ex ISPESL);
- ❑ Norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo;
- ❑ Prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità (IMQ) per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.

L'impianto deve essere eseguito in osservanza a tutte le Norme vigenti alla data di assegnazione dei lavori, comprese eventuali varianti, completamenti o integrazioni alle Norme stesse.

## **2 TUBAZIONI IN MATERIALE PLASTICO PER SCARICHI CONDENSA**

### **2.1 Dati generali**

#### **2.1.1 Documentazioni da fornire per approvazione**

- ☐ disegni costruttivi delle reti, nella scala richiesta dalla Direzione Lavori e rispecchianti l'esatta ubicazione delle reti e di ogni loro componente;
- ☐ dettagli di installazione;
- ☐ certificato di omologazione manicotti antincendio.

### **2.2 Materiali tubazioni**

#### **2.2.1 Generalità**

Tutte le tubazioni devono essere contrassegnate con il marchio IIP di conformità alle norme UNI.

#### **2.2.2 Polietilene ad alta densità (PEAD)**

Tipi, dimensioni e requisiti :

- ☐ tubi e raccordi secondo UNI EN 1519-1

#### **2.2.3 Polipropilene (PVC)**

Tipi, dimensioni e requisiti:

- ☐ tubi e raccordi secondo UNI EN 1401-1

#### **2.2.4 Polipropilene multistrato (PP Multistrato)**

Sistema di scarico in polipropilene multistrato:

- ☐ Tubi realizzati mediante una struttura a 3 strati: lo strato interno ed esterno in polipropilene copolimero, lo strato intermedio in polipropilene rinforzato con cariche minerali. I tubi dovranno essere dotati di bicchiere ad innesto con guarnizione elastomerica monolabbro preinstallata.
- ☐ Raccordi dotati di una struttura monostrato in polipropilene copolimero addittivato e rinforzato con cariche minerali, dotati di bicchiere con guarnizione elastomerica monolabbro preinstallata.
- ☐ Livello di pressione sonora non superiore a 12 dB(A) misurati al piano terra dietro la parete di installazione; tale livello deve essere certificato secondo le UNI EN 14366 nelle seguenti condizioni:
  - portata di scarico pari a 2,0 l/s,
  - colonna di scarico di diametro 110 mm,
  - colonna di scarico sostenuta mediante 2 collari antivibranti per piano.

#### **2.2.5 Acciaio Inox**

Tubazioni in acciaio inox AISI 304 elettrolitiche, complete di raccorderia, pezzi speciali, giunzioni, guarnizioni e staffaggi. Sono inclusi completamenti, curve, sfridi, ecc.

## 2.3 Impiego

Servizio	Ubicazione	Tubazioni
Scarico condensa	Collegamento sifonato alle unità interne e distribuzione orizzontale nel controsoffitto degli ambienti o a vista mascherata da canalina plastica	PVC o PEAD o PP
	Tratto verticale in vista interno ai locali di servizio/bagni e collegamento sifonato a punti di scarico esistenti sotto-lavabo	Acciaio Inox

## 2.4 Modalità di installazione

Modalità di installazione secondo i seguenti documenti :

- ❑ norma UNI ENV 13801 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Materiali termoplastici - Pratica raccomandata per l'installazione"

Per le altre tubazioni attenersi alle prescrizioni delle case costruttrici.

Le dilatazioni dei tubi devono essere assorbite da spostamenti a zeta nel caso di tubi liberi o da compensatori di dilatazione nel caso di vincoli strutturali o distributivi.

I sistemi vanno calcolati in funzione dei coefficienti indicati dalle diverse case costruttrici. Analogamente in corrispondenza degli attraversamenti di giunti strutturali dell'edificio vanno previsti giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i movimenti relativi.

In corrispondenza di attraversamenti di pareti o solai di compartimentazione tagliafuoco devono essere previsti manicotti antincendio in acciaio zincato con camicia intumescente, omologati per REI 120 minimo.

Le tubazioni della rete scarico condensa dovranno essere installate mediante appositi sistemi di pendinatura/staffaggio ove possibile all'interno dell'intercapedine del controsoffitto.

Le tubazioni installate "a vista" dovranno essere installate all'interno di una canalina del tipo portacavi in PVC rigido autoestinguente a sezione rettangolare con bordi rinforzati, completa di accessori di montaggio e fissaggio e coperchio apribile solo mediante attrezzo. Tale canalina sarà installata a parete o soffitto e potrà essere utilizzata anche per il contenimento e mascheramento di altre distribuzioni impiantistiche (tubazioni in rame per refrigerante, cablaggi elettrici), ove necessario.

Nei tratti terminali a vista (realizzati in acciaio inox), in locali di servizio e bagni, le tubazioni dovranno essere fissate mediante appositi collari alle pareti del locale in posizione d'angolo e collegate con tratto sub-orizzontale ad un punto di scarico sifonato esistente, tipicamente in posizione sotto-lavabo.

## 2.5 Collaudi e Certificazioni

- ❑ certificati di conformità a norma UNI EN 10204, punto 2.1;
- ❑ collaudo eseguito in conformità a quanto precisato nelle norme UNI e nelle pubblicazioni IIP sopracitate, su tronchi campione a scelta della Direzione Lavori. Per le reti interrate esso avrà luogo prima di ricoprire le tubazioni.

L'Appaltatore deve raccogliere i risultati dei collaudi in apposite tabelle.

In tali tabelle devono essere chiaramente riportati : le sigle delle apparecchiature collaudate, la data di effettuazione, le persone presenti, le grandezze misurate, i valori rilevati, i valori di progetto o limite, lo strumento utilizzato.

Le tabelle devono essere firmate dall'operatore che ha effettuato le prove e controfirmate dalla Direzione Lavori.

### 3 TUBAZIONI IN RAME PREISOLATO PER FLUIDI REFRIGERANTI

#### 3.1 Dati generali

##### 3.1.1 Documentazione da fornire per approvazione

- ❑ disegni costruttivi, nella scala richiesta dalla Direzione Lavori, rispecchianti l'esatta ubicazione delle reti e di ogni loro componente;
- ❑ specifica dei procedimenti di saldatura e relativi certificati di qualifica;
- ❑ dettagli staffaggi, coibentazioni e supporti.

#### 3.2 Caratteristiche costruttive e modalità di installazione

- ❑ tubazioni in rame senza saldatura a norma UNI EN 12735 ; isolamento tubazioni di aspirazione con guaine elastomeriche come da specifica spessore 13 mm; isolamento tubazioni di liquido nei controsoffitti o negli ambienti;
- ❑ tubazioni in generale sostenute da passerelle in lamiera zincata perforata, e fissate alle passerelle con appositi collari; per tubazioni esposte al pericolo di danneggiamenti prevedere coperchi amovibili di protezione; solo dietro approvazione esplicita della Direzione Lavori le tubazioni possono essere fissate direttamente a parete o a soffitto con appositi collari, ad un passo non superiore ad un metro per tubi in rame ricotto e a due metri per tubi in rame crudo in verghe; ad ogni curva le tubazioni devono essere fissate ad una distanza non superiore a 150mm, e ad entrambi i lati della curva; le tubazioni devono essere installate con percorsi rettilinei tra loro ortogonali ed in maniera ordinata;
- ❑ le tubazioni installate "a vista" dovranno essere installate all'interno di una canalina del tipo portacavi in PVC rigido autoestinguente a sezione rettangolare con bordi rinforzati, completa di accessori di montaggio e fissaggio e coperchio apribile solo mediante attrezzo. Tale canalina sarà installata a parete o soffitto e potrà essere utilizzata anche per il contenimento e mascheramento di altre distribuzioni impiantistiche (scarichi condensa, cablaggi elettrici), ove necessario.
- ❑ giunzioni brasate, per ridurre il pericolo di fughe, raccordi a bicchiere utilizzati per tubazioni crude; in ogni caso si dovrà cercare di ridurre al minimo il numero di giunzioni;
- ❑ per le tubazioni in rame ricotto curve realizzate con piegatura dei tubi, per i tubi in rame crudo utilizzati raccordi a gomito; le piegature dei tubi devono essere realizzate con l'ausilio di una molla elicoidale infilata internamente, con un riscaldamento del materiale sufficiente ad evitare deformazioni della sezione interna od assottigliamenti della parete; i tubi devono essere tagliati a squadra e devono essere privi di bave;
- ❑ giunzioni saldobrasate realizzate mantenendo i tubi in atmosfera di azoto per evitare incrostazioni nei tubi, ed effettuate unicamente da personale qualificato allo scopo;
- ❑ posa delle tubazioni effettuata in modo da garantire adeguato accesso alle tubazioni per ispezione e manutenzione;
- ❑ tutti gli attraversamenti di pareti tagliafuoco adeguatamente sigillati in modo da impedire la propagazione dell'incendio;
- ❑ percorsi delle tubazioni studiati ed installati in modo tale da garantire il completo ritorno dell'olio al compressore; quando si preveda nel circuito un elevato accumulo di olio, deve essere installato un adeguato separatore di olio, con tubazione di adduzione dell'olio al compressore;
- ❑ prova di pressione da effettuare prima della carica dell'impianto, la prova deve essere effettuata mettendo in pressione il circuito con azoto, o con una miscela di azoto e gas refrigerante; non è ammesso l'uso di aria, ossigeno, ammoniacale, gas infiammabili, o una qualsiasi miscela di questi gas; tutti i manometri, i sensori e gli strumenti di regolazione e controllo devono essere isolati dal circuito per evitare danneggiamenti; la prova di pressione deve essere effettuata ad



un valore non inferiore ad 1,3 volte la massima pressione di lavoro del circuito, senza però superare i valori di collaudo delle apparecchiature;

- ❑ prova di tenuta da effettuare dopo aver completato il test di pressione; condotta usando lo stesso gas utilizzato per la prova di pressione; pressione di prova compresa tra 1e 1,1 volte la massima pressione di lavoro mantenendo il sistema in pressione per almeno un'ora; tutte le valvole devono essere aperte;
- ❑ vuoto e carica dell'impianto solo dopo aver concluso positivamente le prove sopraindicate; vuoto nell'impianto effettuato con una pompa in grado di raggiungere una pressione assoluta inferiore a 0,024 kPa; non è ammesso l'uso del compressore per fare il vuoto nell'impianto; il riempimento dell'impianto potrà essere effettuato solo dopo aver completato la messa in vuoto; la carica dell'impianto sarà effettuata secondo le raccomandazioni e le specifiche del costruttore; la quantità di carica del gas dovrà essere predeterminata in base allo sviluppo delle tubazioni ed al contenuto delle apparecchiature.

In sede di installazione, definito il tracciato costruttivo delle linee, dovranno essere eventualmente adeguati i diametri delle tubazioni e dovrà essere verificata anche la eventuale necessità di carica di refrigerante aggiuntiva in base allo sviluppo effettivo delle sole linee del liquido.

Le saldature vanno realizzate rigorosamente in atmosfera di azoto.

### 3.3 Collaudi e Certificazioni

- ❑ certificati di controllo delle tubazioni e della raccorderia, a norma UNI EN 10204, punto 3.1.b;
- ❑ prove di tenuta e di pressione.

L'Appaltatore deve raccogliere i risultati dei collaudi in apposite tabelle.

In tali tabelle devono essere chiaramente riportati : le sigle delle apparecchiature collaudate, la data di effettuazione, le persone presenti, le grandezze misurate, i valori rilevati, i valori di progetto o limite, lo strumento utilizzato.

Le tabelle devono essere firmate dall'operatore che ha effettuato le prove e controfirmate dalla Direzione Lavori.

## **4 UNITÀ AD ESPANSIONE DIRETTA COLLEGATE A MOTOCONDENSANTE ESTERNA – SISTEMA MULTISPLIT TIPO VRF**

### **4.1 Dati generali**

#### **4.1.1 Riferimenti ad altre specifiche**

- ☐ "Provvedimenti contro la trasmissione delle vibrazioni"
- ☐ "Limitazione della rumorosità degli impianti"
- ☐ "Tubazioni in rame per fluidi refrigeranti"

### **4.2 Documentazione da fornire per approvazione**

- ☐ Dettagli di installazione;
- ☐ Schemi elettrici di potenza e funzionali del quadro elettrico;
- ☐ Documentazione tecnico prestazionale dei basamenti ad opera del fornitore dell'impianto;
- ☐ Documentazione tecnico prestazionale degli antivibranti ad opera del fornitore dell'impianto;
- ☐ Documentazione tecnico-illustrativa;
- ☐ Dichiarazione della potenza sonora in dB per bande di ottava.

### **4.3 Caratteristiche costruttive**

#### **4.3.1 Unità interne**

##### **4.3.1.1 Unità A PARETE**

- ☐ Unità interna tipo split a parete per installazione a vista;
- ☐ Ventilatore a 5 velocità regolabili da pannello di controllo a muro (di cui 3 selezionabili da telecomando), con protezione elettrica tramite interruttore termico;
- ☐ Motore elettrico a inverter a basso consumo energetico;
- ☐ Timer di programmazione di accensione e spegnimento;
- ☐ Filtro aria in fibra sintetica rigenerabile e lavabile; facilmente estraibile per le operazioni di pulizia;
- ☐ Sistema Auto-cleaning: lo scambiatore è rivestito da una particolare resina che permette all'acqua di condensa di ripulirlo da eventuali residui di polvere accumulatisi durante il funzionamento
- ☐ Batteria a più ranghi in tubi di rame ed alette di alluminio;
- ☐ Valvola di espansione di tipo elettronico;
- ☐ N° 2 filtri fluido refrigerante lato liquido e lato gas al fine di preservare il funzionamento della valvola di espansione
- ☐ Funzioni: variazione continua velocità, turbo per raggiungimento temperatura desiderata, sleep per funzionamento notturno, antigelo, possibilità di attivazione sonda di temperatura su telecomando, auto-restart, autodiagnosi.

##### **4.3.1.2 Unità A CASSETTA**

- ☐ Unità interna tipo a cassetta a quattro vie 600x600 per installazione ad incasso in controsoffitto, con finitura esterna in lamiera di acciaio zincato con verniciatura acrilica;
- ☐ Ventilatore a 5 velocità regolabili da pannello di controllo a muro (di cui 3 selezionabili da telecomando), con protezione elettrica tramite interruttore termico;

- ❑ Mandata dell'aria a quattro vie con alette direttrici regolabili individualmente;
- ❑ Batteria a più ranghi in tubi di rame ed alette di alluminio;
- ❑ Pompa di scarico della condensa con prevalenza 850 mm e bacinella di raccolta;
- ❑ Motore elettrico a inverter a basso consumo energetico;
- ❑ Timer di programmazione di accensione e spegnimento;
- ❑ Filtro aria in fibra sintetica rigenerabile e lavabile; facilmente estraibile per le operazioni di pulizia;
- ❑ Valvola di espansione di tipo elettronico;
- ❑ N° 2 filtri fluido refrigerante lato liquido e lato gas al fine di preservare il funzionamento della valvola di espansione
- ❑ Funzioni: preriscaldamento per evitare getti d'aria fredda, variazione continua velocità, turbo per raggiungimento temperatura desiderata, sleep per funzionamento notturno, ventilazione prolungata antimuffa, antigelo, possibilità di attivazione sonda di temperatura su telecomando, auto-restart, autodiagnosi.

#### **4.3.2 Unità esterna**

- ❑ Unità motocondensante in pompa di calore, con condensazione ad aria, del tipo VRF. Gas di carica R410A;
- ❑ Struttura in lamiera d'acciaio autoportante e pannelli asportabili per la manutenzione verniciati con trattamento esterno per resistere all'azione degli agenti atmosferici;
- ❑ Compressori inverter Twin Rotary a doppia lama per ciascun disco rotante, con riscaldamento continuo a retroazione totale durante lo sbrinamento con iniezione di gas caldo;
- ❑ Recupero di olio senza inversione di ciclo;
- ❑ Condensatore/evaporatore ad aria con batterie in rame alluminio e ventilatori elicoidali pilotato da inverter;
- ❑ Circuiti frigoriferi con tubazione in rame ed isolamento anticondensa, completi di:
- ❑ Valvola di espansione di tipo elettronico;
- ❑ Separatore olio sulla mandata compressore, serbatoio ricevitore di liquido e serbatoio di accumulo;
- ❑ Valvole di intercettazione del liquido e del gas;
- ❑ Filtri deidratatori;
- ❑ Riscaldatore del carter per ciascun compressore.
- ❑ Quadro elettrico di alimentazione e controllo, a norme CEI, protezione IP 44 per installazione interna o IP 55 per installazioni esterne o comunque non completamente protette, comprendente:
  - ❑ Fusibili di linea o interruttori magnetotermici;
  - ❑ Teleruttori avviamento compressori;
  - ❑ Protezione avvolgimento compressori;
  - ❑ Pressostato alta pressione fluido frigorifero a riarmo manuale;
  - ❑ Pressostato bassa pressione fluido frigorifero a riarmo automatico;
  - ❑ Spie luminose di segnalazione funzionamento e intervento sicurezze;
  - ❑ Spie luminose di blocco motore intervenuto.

Il controllo del gruppo frigorifero deve essere realizzato con un modulo a microprocessore.

Il gruppo deve essere fornito assemblato, cablato, deidratato.

Nella fornitura è inclusa l'assistenza all'avviamento e la carica della quantità di gas frigorifero e d'olio per il normale funzionamento.

Il costruttore dovrà avere la certificazione di qualità ISO 9001; il gruppo refrigeratore dovrà rispondere alle norme Europee di sicurezza (EN 60204-1), alle norme "Bassa Tensione" (73/23/CEE) e, alla direttiva macchine (89/23/CEE).

Il gruppo dovrà essere dotato di certificazione delle prestazioni EUROVENT.

#### **4.4 Collegamenti refrigerante**

- ❑ Tubazioni in rame, a norma UNI-EN 1057, con un grado di purezza non inferiore a 99,85%; isolamento tubazioni di aspirazione con guaine elastomeriche come da specifica spessore 13 mm; isolamento tubazioni di liquido nei controsoffitti o negli ambienti;
- ❑ Tubazioni sostenute da passerelle in lamiera zincata perforata o supportate da sistemi di pendini o clip, e fissate al sistema di supporto con appositi collari; per tubazioni esposte al pericolo di danneggiamenti prevedere coperchi amovibili di protezione (per esempio canaline di tipo plastico con coperchio apribile fissate a parete/soffitto);
- ❑ Giunzioni brasate, per ridurre il pericolo di fughe, raccordi a bicchiere utilizzati per tubazioni crude; in ogni caso si dovrà cercare di ridurre al minimo il numero di giunzioni; barrette di brasatura a norma UNI 10368, prive di impurità; raccordi a norma UNI EN 1254;
- ❑ Per le tubazioni in rame ricotto curve realizzate con piegatura dei tubi, per i tubi in rame crudo utilizzati raccordi a gomito;
- ❑ Giunzioni saldobrasate realizzate mantenendo i tubi in atmosfera di azoto per evitare incrostazioni nei tubi, ed effettuate unicamente da personale qualificato allo scopo;
- ❑ Posa delle tubazioni effettuata in modo da garantire adeguato accesso alle tubazioni per ispezione e manutenzione;
- ❑ Tutti gli attraversamenti di pareti tagliafuoco adeguatamente sigillati in modo da impedire la propagazione dell'incendio;
- ❑ Percorsi delle tubazioni studiati ed installati in modo tale da garantire il completo ritorno dell'olio al compressore; quando si preveda nel circuito un elevato accumulo di olio, deve essere installato un adeguato separatore di olio, con tubazione di adduzione dell'olio al compressore;
- ❑ Prova di pressione da effettuare prima della carica dell'impianto, la prova deve essere effettuata mettendo in pressione il circuito con azoto, o con una miscela di azoto e gas refrigerante; non è ammesso l'uso di aria, ossigeno, ammoniaca, gas infiammabili, o una qualsiasi miscela di questi gas; tutti i manometri, i sensori e gli strumenti di regolazione e controllo devono essere isolati dal circuito per evitare danneggiamenti; la prova di pressione deve essere effettuata ad un valore non inferiore ad 1,3 volte la massima pressione di lavoro del circuito, senza però superare i valori di collaudo delle apparecchiature;
- ❑ Prova di tenuta da effettuare dopo aver completato il test di pressione; condotta usando lo stesso gas utilizzato per la prova di pressione; pressione di prova compresa tra 1e 1,1 volte la massima pressione di lavoro mantenendo il sistema in pressione per almeno un'ora; tutte le valvole devono essere aperte;
- ❑ Vuoto e carica dell'impianto solo dopo aver concluso positivamente le prove sopraindicate; vuoto nell'impianto effettuato con una pompa in grado di raggiungere una pressione assoluta inferiore a 0,024 kPa; non è ammesso l'uso del compressore per fare il vuoto nell'impianto; il riempimento dell'impianto potrà essere effettuato solo dopo aver completato la messa in vuoto; la carica dell'impianto sarà effettuata secondo le raccomandazioni e le specifiche del Costruttore; la quantità di carica del gas dovrà essere predeterminata in base allo sviluppo delle tubazioni ed al contenuto delle apparecchiature.

I giunti per linee frigorifere (gas e liquido) dovranno essere forniti e installati con le seguenti caratteristiche:

- ❑ tappi di chiusura a saldare,
- ❑ riduttore/espansore in rame,;
- ❑ guscio isolante per collettore, lato gas e lato liquido;
- ❑ materiale isolante adeguato per rame "coiuso";
- ❑ Fascettame ed elementi di fissaggio adeguati

I raccordi a Y per linee frigorifere (gas e liquido) dovranno essere forniti e installati con le seguenti caratteristiche:

- ❑ tappi di chiusura a saldare,
- ❑ riduttore/espansore in rame,;
- ❑ guscio isolante per giunto a Y, lato gas e lato liquido;
- ❑ materiale isolante adeguato per rame "chiuso";
- ❑ isolante resistente a  $>70^{\circ}\text{C}$  lato liquido e  $>120^{\circ}\text{C}$  lato gas;
- ❑ Evitare di stringere/comprimere eccessivamente l'isolante per evitare la perdita del potere coibente;
- ❑ Fascettame ed elementi di fissaggio adeguati

#### 4.5 Collegamenti elettrici e vie cavo

- ❑ Cavi per linee di segnale di tipo schermato contro interferenze magnetiche, conformi alle norme vigenti, sezione minima  $1,5\text{ mm}^2$ ; la schermatura deve essere messa a terra, all'interno di ogni sezione; i cavi devono essere posati in cavidotti indipendenti dalle linee di potenza, distare almeno 30 cm da ogni altra linea elettrica; le unità devono essere collegate senza mai operare inversioni di polarità;
- ❑ Cavidotti nei controsoffitti realizzati mediante nuove canaline elettriche dedicate o sfruttando vie cavo esistenti; nel caso di utilizzo di vie cavo realizzate con tubazioni in materiale plastico queste dovranno essere di tipo autoestinguente ed esenti da sostanze alogene; rispondenza progetto di norma CEI C-0-82; dimensione minima 20 mm. Per le derivazioni devono essere utilizzate cassette di tipo stagno per montaggio sporgente, in materiale antiurto autoestinguente esente da alogeni con bordi rinforzati, coperchi fissati con viti, imbocchi con raccordi pressatubi, grado di protezione meccanica minima IP 44; i cavidotti devono essere completi di accessori, forniti da un unico Costruttore; collegamenti alle utenze realizzati con tubazioni flessibili in PVC, serie pesante, UNEL 37 121 - 70, rispondenza a norme CEI 23.14; imbocchi sempre con raccordi pressatubi;
- ❑ Cavidotti con tubo rigido leggero profilato da nastro di acciaio elettrosaldato zincato, curvabile a freddo, non filettabile, da intestare con raccordi autobloccanti, oppure tubazioni con o senza saldatura, UNI 8863 per impianti in esecuzione normale; superficie interna liscia; filettatura UNI ISO 7/1; collegamenti alle utenze realizzati con tubazioni flessibili in PVC, serie pesante, UNEL 37 121 - 70, rispondenza a norme CEI 23.14; imbocchi sempre con raccordi pressatubi, oppure con tubazioni flessibili in acciaio zincato con rivestimento esterno in resina di polivinile, rispondenza a IEC.144; derivazioni realizzate con cassette stagne costruite in lega leggera pressofusa con imbocchi filettati UNI ISO 7/1, oppure UNI 6125 se AD-PE, per connessione a tubi in acciaio zincato.
- ❑ le tubazioni installate "a vista" dovranno essere installate all'interno di una canalina del tipo portacavi in PVC rigido autoestinguente a sezione rettangolare con bordi rinforzati, completa di accessori di montaggio e fissaggio e coperchio apribile solo mediante attrezzo. Tale canalina sarà installata a parete o soffitto e potrà essere utilizzata anche per il contenimento e

mascheramento di altre distribuzioni impiantistiche (scarichi condensa, tubazioni in rame refrigerante), ove necessario.

#### 4.6 Accessori

Comando a filo idoneo per installazione a parete con display a cristalli liquidi e dotato di microprocessore. Tale comando permette:

- ❑ La gestione e il controllo fino ad un massimo di 8 unità interne in gruppo;
- ❑ L'attivazione della sonda di temperatura presente al suo interno;
- ❑ L'attivazione procedura di test per la verifica del corretto funzionamento del comando e dell'unità interna collegata;
- ❑ La memorizzazione dei dati d'impostazione in caso di mancanza di tensione;

Esempi dei parametri impostabili da scheda saranno:

- ❑ Accensione / spegnimento;
- ❑ Impostazione temperatura ambiente (da 18°C a 29°C) con precisione 0,5°C;
- ❑ Modalità operativa (Auto, Heat, Cool, Dry e Fan Only);
- ❑ Velocità del ventilatore (Auto, Low, Medium, High);
- ❑ Posizione del deflettore;
- ❑ Oscillazione automatica del deflettore;
- ❑ Gestione indipendente dei deflettori per le cassette a 4 vie Standard;
- ❑ Soft cooling;
- ❑ Possibilità di effettuare il comando individuale delle unità interne a valle della stessa valvola selettiva di flusso;
- ❑ Timer Settimanale con 8 Programmi Giornalieri;
- ❑ Possibilità di impostare 2 set point differenti in caso di Raffreddamento e Riscaldamento;
- ❑ Possibilità di settare il nome della stanza dell'unità controllata;
- ❑ Possibilità di inibire i comandi impostabili;
- ❑ Possibilità di impostare 2 comandi a filo per la stessa unità interna con priorità master e slave;
- ❑ Possibilità di visualizzare i parametri di funzionamento dell'unità Esterna;
- ❑ Possibilità di impostare il risparmio energetico dell'unità interna dal 100% al 50% con precisione del 1%;
- ❑ Possibilità di attivare la funzione antigelo;
- ❑ Log degli ultimi 10 errori rilevati;
- ❑ Sistema antivibrante di appoggio dell'unità esterna;
- ❑ Eventuale sistema di attenuazione della rumorosità dell'unità esterna ad opera del fornitore a garanzia dei valori tecnici di rumorosità fissati da schede tecniche allegate;
- ❑ Interfaccia ModBus con sistema di supervisione di edificio.

Comando tipo pannello a filo centralizzatore:

Il pannello a filo permette una rapida impostazione dei parametri di funzionamento della macchina e la loro visualizzazione. Il pannello può memorizzare tutte le impostazioni inserite e, nel caso di mancanza di tensione, l'unità è in grado di riavviarsi automaticamente conservando le impostazioni originali.

L'interfaccia utente è rappresentata da un display LCD sul quale, tramite delle semplici icone, vengono visualizzate le informazioni e le funzioni disponibili su tutte le unità; l'utente potrà interagire con il pannello tramite i tasti funzione collocati nella parte inferiore del pannello stesso.

Il pannello dovrà essere adeguatamente installato e cablato come da scheda tecnica del prodotto.

#### 4.7 Modalità di installazione

- ❑ Unità esterne montante con ammortizzatori antivibranti;
- ❑ Pannello di controllo montato a parete su apposita basetta;
- ❑ Collegamenti linee refrigerante alle unità realizzati con flange coniche e bocchettoni, secondo le modalità prescritte dal Costruttore, lubrificando sempre le flange con olio anticongelante; le flange non devono presentare eccentricità o stirature del metallo che ne riducano lo spessore;
- ❑ Posa delle tubazioni effettuata in modo da garantire adeguato accesso alle tubazioni per ispezione e manutenzione;
- ❑ Tubazioni fissate direttamente a parete o a soffitto con appositi collari, ad un passo non superiore ad un metro per tubi in rame ricotto e a due metri per tubi in rame crudo in verghe;
- ❑ Collegamenti elettrici e di segnale realizzati secondo gli schemi di installazione forniti dal Costruttore;
- ❑ Le piegature dei tubi devono essere realizzate con l'ausilio di una molla elicoidale infilata internamente, con un riscaldamento del materiale sufficiente ad evitare deformazioni della sezione interna od assottigliamenti della parete; i tubi devono essere tagliati a squadra e devono essere privi di bave; i tubi devono essere fissati alle strutture con collari di fissaggio ad una distanza non superiore a 1200 mm; ad ogni curva le tubazioni devono essere fissate ad una distanza non superiore a 150mm, e ad entrambi i lati della curva; le tubazioni devono essere installate con percorsi rettilinei tra loro ortogonali ed in maniera ordinata; in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio devono essere utilizzati appositi giunti flessibili sulle tubazioni.

Tutte le operazioni di installazione dovranno essere effettuate da personale certificato F-GAS secondo DPR n.146/2018 e successivi; l'Appaltatore dovrà presentare suddetta certificazione e dimostrare la regolare iscrizione al Registro telematico nazionale delle persone e delle imprese certificate.

#### 4.8 Collaudi e Certificazioni

- ❑ Presentazione certificato di conformità della apparecchiatura alla direttiva macchine ed alla direttiva BT; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento; la Committente si riserva il diritto di visionare il "Fascicolo Tecnico" in sede di collaudo; deve inoltre essere presentata certificazione di conformità alle schede tecniche presentate per approvazione; in tale certificazione devono essere richiamati i dati tecnici e le caratteristiche tecniche relative;
- ❑ Prove di tenuta e di pressione;
- ❑ Verifica funzionamento automatismi;
- ❑ Verifica scarico rete scarico condensa con verifica riempimento sifoni;
- ❑ Misura in opera portata aria unità;
- ❑ Misura in opera temperature ripresa/mandata, in condizioni di massima richiesta ambiente (deve essere registrata la temperatura in ambiente e la temperatura di set impostata);
- ❑ Calcolo delle potenze termiche erogate dalle unità sulla base delle portate e delle temperature rilevate;
- ❑ Misurazione in opera del livello di pressione sonora in dB(A) per la verifica del rispetto della normativa acustica vigente in materia di inquinamento acustico; i rilievi devono essere effettuati secondo quanto prescritto dalla normativa UNI 8199; i rilievi devono essere eseguiti: all'interno dei vani tecnici ove sono alloggiate le unità interne ed esterne, ad 1 m dall'apparecchio in

almeno 4 punti significativi, a verifica della rispondenza della rumorosità dichiarata da scheda tecnica e rumorosità accertata sull'impianto installato;

- ☐ Misurazione in opera degli assorbimenti elettrici compressori;
- ☐ Misurazione in opera della portata aria di condensazione;
- ☐ Misurazione in opera delle temperature di ingresso ed uscita aria di condensazione;
- ☐ Calcolo della potenza frigorifera erogata, sulla base della potenza termica smaltita e degli assorbimenti elettrici rilevati.

L'Appaltatore deve raccogliere i risultati dei collaudi in apposite tabelle; in tali tabelle devono essere chiaramente riportati: le sigle delle apparecchiature collaudate, la data di effettuazione, le persone presenti, le grandezze misurate, i valori rilevati, i valori di progetto o limite, lo strumento utilizzato con le sue certificazioni di taratura e le schede tecniche.

Le tabelle devono essere firmate dall'operatore che ha effettuato le prove e controfirmate dalla Direzione Lavori.

### SCHEDA TECNICA

#### Unità interne

Sigla	Tipologia Unità interna	Potenza frigorifera kW	Portata aria nominale (media) m <sup>3</sup> /h	Pressione sonora nominale in raffrescamento dBA	Assorbimento W	Peso unità kg
B	A parete	2,2	440	33	20	11
C	A parete	2,8	440	33	20	11
D	A parete	3,6	460	35	25	11
A	Cassetta	1,8	420	30	30	18
B	Cassetta	2,2	460	31	30	18
C	Cassetta	2,8	4780	33	30	18
D	Cassetta	3,6	550	35	30	18

#### Unità esterne

Sigla	Numero unità	Potenza frigorifera nominale TOT kW	Potenza elettrica assorbita TOT kW	Pressione sonora nominale in raffrescamento singola dBA	Portata aria ventilatori singola m <sup>3</sup> /h	Peso unità singola kg
UE VdA	1	33,5	8,4	59	11000	240



UE pad 7 -1	1	28		57	10500	220
UE pad 7 -2	1	45		60	15400	300
UE pad 18	1	61,5	18,4	63	16500	370

**Condizioni di funzionamento**

- ☐ Set-point aria Ambiente (bulbo secco) estiva: 27°C
- ☐ Temperatura aria esterna (bulbo secco) estiva 35°C

L'Appaltatore è tenuto a compilare in sede di offerta i dati lasciati in bianco.

## 5 QUADRI DI BASSA TENSIONE

### 5.1 Dati generali

#### 5.1.1 Oggetto della specifica

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme tecniche di carattere generale per la fornitura ed installazione dei quadri elettrici secondari di distribuzione.

Tutti i quadri elettrici dovranno rispettare le prescrizioni del presente capitolato e le indicazioni degli schemi elettrici di progetto; le dimensioni di ingombro dei quadri dovranno comunque essere verificate dal costruttore del quadro elettrico secondo norma CEI EN 61439 e i gradi di protezione in funzione degli ambienti di posa definitivi.

Dovranno essere forniti tutti gli interruttori, manipolatori, fusibili, strumentazione di misura e di segnalazione come esposto nella presente specifica tecnica e/o indicato sugli schemi/documenti allegati.

Sarà responsabilità del Costruttore/Fornitore integrare ed implementare il sistema e la documentazione di riferimento fornita con quanto altro necessario, per garantire il corretto funzionamento e realizzazione alla "Regola d'Arte" dell'intera fornitura.

Il quadro dovrà essere essenzialmente costituito da:

- Interruttori generali, scatolati, automatici, magnetotermici a soglia tarabile;
- Interruttori modulari, automatici, magnetotermici, completi di blocco differenziale con soglia e tempi di intervento tarabili;
- Contattori di potenza con interblocco meccanico;
- Relè di minima tensione (con segnalazione visiva di presenza tensione);
- Relè ausiliari, termici e contattori;
- Idonei sezionatori con fusibili;
- Pulsante di emergenza a fungo con ritenuta meccanica;
- Pulsanti, selettori e lampade led di segnalazione.

Le sopra menzionate apparecchiature dovranno comunque essere protette con protezioni coordinate, per garantire interventi selettivi, non generalizzati ma specifici e non intempestivi.

L'accesso alle apparecchiature sarà condizionato alla preventiva apertura dell'interruttore. Laddove necessario, a cella aperta, le parti in tensione saranno protette da opportuni schermi e/o copri codoli. La cella sarà dimensionata in modo tale da contenere anche le misure di B.T. previste come da schemi allegati.

In senso generale non dovrà essere possibile accedere a parti normalmente in tensione se non dopo aver eseguito le opportune manovre. A tal proposito si rammenta dove necessario la segregazione dei vani, interruttori, sbarre, cavi, nonché idonee coperture di plexiglas nelle parti con tensione superiore a 50 V sui pannelli anteriori con quadro in funzione; il grado di protezione dai contatti diretti ad armadio aperto, non dovrà essere inferiore ad IP2XB.

I servizi ausiliari quali illuminazione interna, resistenze anticondensa saranno alimentati da un trasformatore servizi ausiliari dimensionato al 200% rispetto al carico effettivo.

#### 5.1.2 Normative di riferimento

La scelta del materiale e dei componenti, la realizzazione delle apparecchiature dovranno essere in accordo con Leggi, Decreti, Direttive e Norme vigenti in materia.

Di seguito verranno elencate alcune di queste Leggi, Decreti, Direttive e Norme che potranno essere presi come riferimento minimo; tale elenco vuole essere indicativo e non limitativo.

In caso di conflitto fra normative che regolano uguale disciplina di lavoro, si conviene che dovrà essere rispettata la norma più restrittiva.

I quadri elettrici saranno realizzati in conformità alle seguenti normative in relazione alla costruzione ed alla posa per quanto applicabili:

- ❑ LEGGE n. 186 del 1 marzo 1968

Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.

- ❑ CEI 17-113 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- ❑ CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e simile."
- ❑ CEI 70-1 "Grado di protezione degli involucri (codice IP)."
- ❑ CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500V in c.c."

Le apparecchiature e i componenti cablati nei quadri elettrici dovranno essere conformi alle norme specifiche di prodotto e in particolare:

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| ❑ strumenti di misura              | CEI 13-10, CEI 85-3, CEI 85-4  |
| ❑ trasformatori di misura TA       | CEI 38-1                       |
| ❑ trasformatori di sicurezza       | CEI 14-6                       |
| ❑ contattori                       | CEI 17-3                       |
| ❑ interruttori automatici          | CEI 17-5                       |
| ❑ salvamotori                      | CEI 17-7                       |
| ❑ sezionatori                      | CEI 17-11;                     |
| ❑ interruttori automatici modulari | CEI 23-3, CEI 23-18, CEI 23-44 |

## 5.2 Caratteristiche tecniche

### 5.2.1 Dati tecnici

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| ❑ Tensione di isolamento                     | 1000 V                        |
| ❑ Tensione di esercizio                      | 400/230 V                     |
| ❑ Corrente nominale nelle sbarre             | come da schemi                |
| ❑ Corrente di corto circuito                 | da 6 a 35 kA (come da schemi) |
| ❑ Frequenza                                  | Hz 50/60                      |
| ❑ Livello d'isolamento nominale (1' a 50 Hz) | 2,5 kV                        |
| ❑ Sistema di neutro                          | TN-S                          |
| ❑ Sbarre (3F o 3F + N)                       | 3F+N                          |
| ❑ Materiale                                  | lamiera 15-20/10              |

<input type="checkbox"/> Forma di segregazione	Forma 1 -2 o 4 (come da schemi)
<input type="checkbox"/> Grado di protezione	IP55
<input type="checkbox"/> Accessibilità	anteriore

NB. Eventuali difformità costruttive saranno specificatamente indicate sugli elaborati costruttivi per il singolo quadro elettrico.

### 5.2.2 Sovratemperature ammissibili

Alle correnti nominali sono ammesse le seguenti temperature massime a regime considerando una temperatura ambiente all'esterno del quadro di 35 °C.

<input type="checkbox"/> barre nude e barre inguainate: e dei materiali isolanti	limite imposto dalla natura della guaina
<input type="checkbox"/> conduttori in corda isolata in PVC	65 °C
<input type="checkbox"/> contatti con entrambe le superfici argentate	65 °C
<input type="checkbox"/> altri contatti	50 °C
<input type="checkbox"/> parti metalliche non percorse da corrente	45 °C

Tutti i quadri saranno predisposti principalmente per una ventilazione naturale; una eventuale aerazione forzata sarà eseguita solo in caso di necessità.

Per gli armadi in cui sono installati componenti elettronici o apparecchiature sensibili alla temperatura si prevede una ventilazione forzata addizionale.

La ventilazione sarà realizzata fornendo un ventilatore posto nella parte inferiore dell'anta di idonee prestazioni e di un foro posto nella parte superiore del quadro stesso.

A tal proposito il sistema di ventilazione sarà attrezzato come segue:

- alto grado di tenuta dell'intero armadio,
- predisposizione dei fori di aerazione con telaio porta filtro per filtri sostituibili,
- motore di ventilazione e accessori di protezione e comando.

## 5.3 Caratteristiche costruttive

### 5.3.1 Collegamenti di potenza

Tutte le linee di alimentazione si devono attestare direttamente ai morsetti dei relativi interruttori sezionatori generali, mentre le linee di distribuzione si devono attestare ad apposite morsettiere di potenza numerate, previste nella parte inferiore e/o superiore.

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito. Le sbarre inoltre saranno fissate con ammaraggi isolanti atti a sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

Le sbarre derivate per l'alimentazione di più circuiti sono dimensionate per la somma delle correnti nominali dei circuiti maggiorate del 25 % della corrente nominale del circuito con maggiore corrente nominale. Le connessioni tra le sbarre e gli apparecchi relativi ad un singolo circuito saranno dimensionate per la corrente nominale dell'apparecchio stesso.

Nei sistemi trifasi con neutro, la sbarra di neutro si svilupperà per tutta la lunghezza delle sbarre di fase e sarà:

a) di sezione uguale alle sbarre di fase fino a 200 mmq, se in rame;

b) di sezione metà delle sbarre di fase con un minimo di 200 mmq, se in rame, se queste ultime hanno sezione maggiore, salvo prescrizioni più restrittive dovute alle correnti di guasto.

Nelle giunzioni sbarra-sbarra e sbarra-cavo, le sbarre saranno protette contro l'ossidazione; non verranno eseguite giunzioni sbarra-sbarra con un solo bullone su sbarre piatte di larghezza maggiore di 40 mm. I bulloni e i morsetti saranno provvisti di sistemi antiallentamento. Le giunzioni delle sbarre saranno predisposte nei punti di separazione degli armadi come previsto dal piano posa del costruttore stesso. L'assemblaggio delle varie sezioni del quadro avverrà in campo a seguito trasporto e posa in opere della varie sezioni cablate in officina. La configurazione e struttura dei quadri è riportata sugli schemi di progetto. Lo sviluppo dei fronti quadri allegata al progetto è da intendersi esclusivamente indicativa e dovrà essere parte integrante dell'offerente lo sviluppo costruttivo del fronte, del topografico e del percorso sbarre; tale schema costruttivo dovrà essere presentato alla committente ed alla Direzione Lavori per approvazione prima di procedere alla costruzione dello stesso.

I supporti delle sbarre saranno costituiti da isolatori o da supporti isolanti stampati e stratificati, saranno di materiale non igroscopico e non combustibile e realizzati in modo da evitare le scariche superficiali in caso di deposito di polvere o formazione di condensa.

I conduttori utilizzati per i collegamenti all'interno del quadro saranno in cavo tipo FG17 Cca-s1b,d1,a1 del tipo non propagante l'incendio e la fiamma.

Tutte le connessioni interne per correnti sino a 100A devono essere eseguite con cavi e/o conduttori di sezione adeguata alloggiati entro canalette in materiale plastico autoestinguente disposte in modo ordinato. Per correnti superiori ai 100A i collegamenti devono essere realizzati in sbarre opportunamente dimensionate. Particolare attenzione dovrà essere posta alla sezione ed alle protezioni dei conduttori di connessione degli strumenti.

Se non diversamente specificato, i cavi attestati al quadro entreranno dal basso; si prevede quindi una disposizione orizzontale o verticale delle morsettiere con uno spazio libero nel fondo quadro di almeno 15-20 cm nel quale si posizionerà un profilato con morsetti di ammaro cavi.

I collegamenti con conduttori devono essere realizzati con capicorda a pressione; i conduttori che collegano eventuali apparecchiature installate sulle portelle devono essere protetti con spirale flessibile e non devono trasmettere sollecitazioni ai morsetti.

Le sezioni effettive devono essere scelte dal costruttore del quadro in relazione alle particolari modalità di posa e raggruppamento dei conduttori ed alle condizioni di raffreddamento degli stessi e comunque le derivazioni saranno dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre principale.

Per il dimensionamento si farà riferimento alla tabella UNEL 01431-72, 01432-72 e 06132.

I conduttori e le sbarre di collegamento saranno dimensionati ed ammarati tenendo conto dei seguenti elementi:

- ☐ le sezioni minime dei conduttori di collegamento interno sarà di 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti luce e di 4 mm<sup>2</sup> per i circuiti F.M.;
- ☐ le sezioni nominali delle sbarre saranno quelle previste dalla tabella UNEL 01417;
- ☐ la densità max di corrente ammessa nelle sbarre sarà di 2 A/mm<sup>2</sup>;
- ☐ la portata ammissibile dei conduttori di collegamento sarà quella desumibile dalla tabella UNEL 35024 ridotta del 30%;
- ☐ la corrente nominale di dimensionamento delle singole derivazioni sarà pari alla corrente nominale dell'interruttore corrispondente;

- ❑ la sezione del conduttore di neutro per i circuiti trifasi sarà pari alla sezione del conduttore di fase fino al valore di 16 mm<sup>2</sup> per sezioni maggiori sarà pari alla metà della sezione del conduttore di fase sempre con il minimo di 16 mm<sup>2</sup>.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza (salvo diversa prescrizione) si attesteranno a delle morsettiere componibili con fissaggio su guida.

Le morsettiere saranno del tipo con isolamento in melanina e calibro minimo di 6 mm<sup>2</sup> per i circuiti luce di 10 mm<sup>2</sup> per i circuiti F.M.

Le morsettiere saranno poste all'interno del quadro in posizione facilmente accessibile e identificabile, numerate e/o siglate indelebilmente corrispondente allo schema elettrico allegato.

Le morsettiere devono essere disposte in modo da poter realizzare agevolmente collegamenti interni ed esterni; devono essere in steatite o materiale con analoghe caratteristiche; devono avere viti e serraggio autobloccante provviste di pressaconduttore.

Tutti i cavi in ingresso ed in uscita dai quadri elettrici devono essere siglati alle estremità con apposite targhette segnacavi che ne identifichino il quadro di provenienza, il servizio ed il tipo di macchine (o utenza) alimentata; le varie sigle devono essere riportate sugli schemi elettrici as-built dei quadri stessi.

### 5.3.2 Collegamenti ausiliari

I collegamenti ausiliari saranno realizzati con conduttore flessibile con tensione nominale di isolamento 450/750 V con le seguenti sezioni minime:

- ❑ 4 mm<sup>2</sup> per i T.A.;
- ❑ 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando;
- ❑ 1,5 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e TV.

Ogni conduttore sarà provvisto alle estremità di capocorda a puntale o occhiello con bocchetta e terminale numerato corrispondente al numero riportato sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

I collegamenti dei circuiti ausiliari comuni a più apparecchiature saranno quindi eseguiti con il metodo delle barrette collettrici oppure con il sistema entra/esci; in questa ultima ipotesi sarà necessario fissare entrambi i fili in ingresso e in uscita dall'apparecchiatura in un unico capocorda di adeguata sezione: scollegando un'apparecchiatura dal circuito comune questo, in nessun caso, risulterà interrotto.

I circuiti ausiliari di ogni colonna/sezione del quadro saranno alimentati singolarmente da una propria alimentazione.

Non sono ammessi capicorda che raggruppino più conduttori e cavallotti tra le apparecchiature.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando, circuiti di segnalazione, ecc.) impiegando conduttori con guaine colorate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

I colori dei cavi saranno conformi alla seguente tabella:

Colore	Funzione
Nero	Fase 400/230 Vac
Blu	Neutro
Giallo / Verde	Terra - PE
Grigio	Cavi secondari TA

Rosso	Ausiliari 24 Vac
Rosa	Ausiliari 12 Vcc
Arancio	Ausiliari con tensione esterna
Bianco	Ausiliari digitali telecomando
Bianco	Segnali analogici strumentazione

I morsetti dovranno essere di tipo in cui la pressione di serraggio è ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I collegamenti ausiliari tra scomparti saranno realizzati con canalette per facilitare l'inserzione o la rimozione in condizioni di sicurezza di singoli conduttori; quando i collegamenti devono essere rimossi per motivi di spedizione saranno collegati a morsettiere terminali; non saranno utilizzate spine aggiuntive per realizzare i collegamenti interpannelli.

I cablaggi dei circuiti ausiliari di misura e regolazione (segnali analogici 4-20mA) saranno realizzati con cavo di tipo schermato.

Per segnali in tensione provenienti da TV si prevedono morsetti del tipo sezionabile, mentre per segnali in corrente provenienti da TA sono previsti dei morsetti del tipo cortocircuitabile. Entrambi i modelli saranno predisposti per prelievo esterno dei segnali tramite spinotti.

Tutti i segnali d'ingresso destinati alle apparecchiature di automazione, saranno appoggiati su relè di disaccoppiamento, mettendo a disposizione contatti puliti privi di potenziale per il collegamento alle schede di I/O; analogamente a ciò, anche tutti i segnali di uscita saranno appoggiati su relè di separazione per consentire l'interfacciamento con la logica cablata del quadro di potenza e nel contempo assicurare la separazione del potenziale.

### 5.3.3 Collegamenti di messa a terra

Ogni quadro sarà munito di una sbarra di terra principale avente sezione non inferiore a 100 mmq e con possibile connessione al sistema di terra dell'impianto preforata con fori di vari diametri e filettati passo MA, trattata mediante processo di nichelatura.

La sbarra di protezione (PE) coprirà tutta la lunghezza del quadro e sarà provvista di bulloni di connessione, alle due estremità ed ovunque sia previsto l'allacciamento di un cavo; essa sarà in rame e di sezione adatta alla corrente di breve durata prevista.

Tutte le parti metalliche del quadro devono essere messe a terra. Le parti incernierate e le lamiere di sostegno per il fissaggio delle apparecchiature devono essere collegate alla struttura fissa mediante conduttori flessibili isolati di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

La barra di terra deve essere disposta in modo da permettere un agevole collegamento dei conduttori di protezione dei cavi dell'impianto senza ostacolare i collegamenti dei conduttori attivi dei cavi stessi.

Tutte le barre di terra saranno montate su supporti isolati e collegate tramite cavo isolato alla barra di terra principale del quadro. Sulla sbarra di terra del quadro principale saranno attestate almeno due corde di rame in arrivo dall'organo disperdente interrato.

### 5.3.4 Installazione apparecchiature

Tutte le apparecchiature devono essere dotate di un porta-targhetta in materiale plastico trasparente con cartoncino intercambiabile con le indicazioni pantografate delle utenze servite riscontrabili sugli

schemi elettrici di potenza e funzionali; non sono ammesse targhette di tipo adesivo. Le targhette di identificazione delle utenze devono essere serigrafate, indelebili e imperdibili.

Gli interruttori monofase devono essere distribuiti sulle tre fasi, in modo da equilibrare il carico totale (a termine lavori in sede di collaudo dovranno essere effettuati i bilanciamenti delle fasi). Ciò non esime l'Appaltatore da eventuali successive bilanciature da effettuarsi in seguito con tutti gli impianti in funzione ed a regime; gli oneri di tale operazione si intendono compresi nel prezzo d'appalto.

Gli interruttori magnetotermici e magnetotermici differenziali devono avere potere di interruzione adeguato alla corrente di corto circuito presunta nei punti interessati.

Il comando di motori, condizionatori ecc. deve essere realizzato a mezzo di selettori M-0-A (manuale-zero-automatico); in automatico il comando deve avvenire tramite consenso in accordo a quanto descritto nella specifica tecnica degli impianti meccanici e di regolazione automatica.

In aggiunta ai contatti necessari per il comando e l'interblocco delle apparecchiature previste devono essere collegati a morsettiera, per l'eventuale riporto a distanza, i contatti dello stato dei contattori, i contatti dello stato dei selettori e le segnalazioni dell'intervento delle protezioni.

Tutte le partenze con teleruttore di eventuali motori, devono essere provviste di lampade di segnalazione di motore in marcia.

I circuiti di comando dei contattori e dei relè devono essere realizzati in bassa tensione mediante trasformatore di sicurezza per interfacciarsi con il sistema di regolazione o con elementi in campo mentre possono essere realizzati con tensione di rete gli ausiliari interni al quadro elettrico di contenimento.

Su tutti i quadri devono essere previsti opportuni spazi vuoti per l'aggiunta di eventuali interruttori supplementari.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI, alle tabelle di unificazione CEI-UNEL e provvisti del Marchio Italiano di qualità se esistente.

I quadri elettrici dovranno essere realizzati per una tensione nominale di impiego 230/400V a 50Hz, corrente nominale come indicato nel progetto e devono essere sottoposti a tensione di prova a frequenza industriale di 3500V per un minuto.

I quadri saranno in forma costruttiva 2 (salvo diversa indicazione inserita sugli elaborati grafici).

Per gli interruttori automatici installati nei quadri elettrici devono essere verificate le seguenti caratteristiche generali qualitative:

- ☐ costruzione di tipo compatto, modulare o scatolato, adatto sia per montaggio su profilato di supporto normalizzato sia per installazione ad incasso;
- ☐ protezione su tutti i poli per i tipi bi-tripolari e quadripolari;
- ☐ curva caratteristica normalizzata secondo le caratteristiche tecniche dell'utenza da alimentare, prestazioni riferite ad una temperatura ambiente (quello all'interno del quadro elettrico) a cui fanno riferimento le norme CEI (30°C per le CEI 23-3 e 40°C per le CEI 17-5);
- ☐ potere di interruzione minimo di corto circuito nominale in funzione della corrente di corto circuito presunta nel quadro e comunque mai inferiore a 10 kA;
- ☐ grado di protezione minimo IP 20

Per gli interruttori domestici e similari (secondo norme CEI 23-3 e 23-18) è richiesta la marchiatura IMQ, mentre per quelli industriali secondo la norma CEI 17-5 devono avere la marchiatura CEI che attesti la rispondenza alla norma di riferimento.

Per la selettività di intervento degli interruttori installati in serie l'uno all'altro è richiesto:



- ❑ per le correnti di sovraccarico il coordinamento amperometrico delle portate nominali tra l'interruttore a monte e quello immediatamente a valle;
- ❑ per le correnti di corto circuito, ove le caratteristiche degli interruttori (fornite dalla Casa costruttrice degli stessi) lo consentono, la selettività totale.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio, due interruttori differenziali posti in serie l'uno all'altro devono risultare selettivi, per cui quello a monte deve avere (rispetto a quello a valle) ritardo di intervento e/o valore della corrente differenziale nominale di intervento relativamente maggiori e tali da garantire la non sovrapposizione delle azioni in condizioni di intervento pari a quelli nominali dell'interruttore a valle.

Gli interruttori differenziali devono essere di tipo antiperturbazione, per correnti pulsanti unidirezionali e devono sopportare le sovratensioni dovute a transitori ove indicato

## 5.4 Specifiche componenti

### 5.4.1 Sezionatore generale

- ❑ tipo : sezionatore sotto carico scatola isolante autoestinguente
- ❑ n. poli : 2 / 3 / 4 (come da schemi unifilari)
- ❑ tensione nominale : 660 V c.a
- ❑ corrente nominale : come da schemi unifilari
- ❑ dispositivo di comando : con velocità di chiusura ed apertura indipendente dall'operatore
- ❑ manovra: con maniglia di comando 0-1 e dispositivo blocco porta.

### 5.4.2 Interruttori automatici magnetotermici scatolati

- ❑ tipo : con struttura scatolata
- ❑ esecuzione: fissa: montaggio su guide
- ❑ n. poli: come da schemi unifilari bipolari, tripolari, tripolari con n.a., quadripolari)
- ❑ tensione nominale: > 500 V
- ❑ corrente ininterrotta nominale  $I_n$ : come da schemi unifilari
- ❑ potere di interruzione nominale limite  $I_{cu}$  a 380/415 V (secondo CEI EN 60947-2)
  - $\geq 25$  kA (galleria), 50 kA (Cento commerciale)
- ❑ potere di interruzione nominale di servizio  $I_{cs}$  a 380/415 V (secondo CEI EN 60947-2)
  - $\geq 25$  kA (galleria), 50 kA (Cento commerciale)
- ❑ comunque maggiore del valore di  $I_{cto}$  calcolato per il circuito di guasto relativo
- ❑ per portate inferiori/uguali a 100A - sganciatori termomagnetici
  - termica regolabile ( $0,7 - 1 I_n$ )
  - magnetico fisso (10 lth)
- ❑ per portate uguali o superiori a 160A - sganciatori elettronici con:
  - intervento termico "L": regolabile ( $0,4-1 I_n$ )

- intervento magnetico "S/I": regolabile (1-10 In con ritardo intenzionale)

#### 5.4.3 Sganciatori differenziali per interruttori scatolati

- ❑ tipo : elettronica a microprocessore
- ❑ azione: a solenoide
- ❑ esecuzione: montaggio su guide in abbinamento a interruttori automatici scatolati
- ❑ n. poli: come da schemi unifilari
- ❑ corrente nominale di intervento  $I_{dn}$ : come da schemi unifilari
- ❑ ritardo intenzionale intervento: come da schemi unifilari
- ❑ classe: A o B

#### 5.4.4 Interruttori automatici magnetotermici modulari

- ❑ tipo: con struttura modulare
- ❑ esecuzione: fissa; montaggio su guide, fissaggio a scatto rapido
- ❑ n. poli: come da schemi unifilari (bipolari tripolari, tripolari con n.a., quadripolari)
- ❑ tensione nominale: 230/400V c.a
- ❑ corrente nominale (45°C) : come da schemi unifilari
- ❑ potere di interruzione a 400 V (secondo CEI EN 60898 -CEI 23-3/IV ed): come da schemi unifilari
- ❑ classe di limitazione: 3

#### 5.4.5 Interruttori automatici solo magnetici modulari

- ❑ tipo : con struttura modulare
- ❑ esecuzione: fissa; montaggio su guide, fissaggio a scatto rapido
- ❑ n. poli: come da schemi unifilari (bipolari tripolari, quadripolari)
- ❑ tensione nominale: 230/400V c.a
- ❑ corrente nominale: come da schemi unifilari
- ❑ potere di interruzione nominale  $I_{cu}$  (secondo CEI EN 60947-2): come da schemi unifilari
- ❑ potere di interruzione nominale di servizio  $I_{cs}$  (secondo CEI EN 60947-2): comunque maggiore del valore di  $I_{cc}$  calcolato per il circuito di guasto relativo.

#### 5.4.6 Blocchi differenziali per abbinamento a interruttori automatici magnetotermici modulari

- ❑ tipo con struttura modulare
- ❑ esecuzione: fissa; fissaggio a scatto rapido su guide
- ❑ n. poli: come da schemi unifilari (bipolari quadripolari)
- ❑ tensione nominale: 440V c.a

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> corrente nominale:     | come da schemi unifilari |
| <input type="checkbox"/> classe :               | A o B                    |
| <input type="checkbox"/> sensibilità:           | come da schemi unifilari |
| <input type="checkbox"/> classe di limitazione: | 3                        |

#### 5.4.7 Interruttori di manovra/sezionatori

Gli interruttori sezionatori modulari per apertura/chiusura di circuiti sotto carico (già protetti da sovraccarico e cortocircuito), devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Corrente nominale                        | da 16 a 100A                    |
| <input type="checkbox"/> Frequenza nominale                       | 50/60Hz                         |
| <input type="checkbox"/> N° poli 1, 2, 3, 4                       |                                 |
| <input type="checkbox"/> Categorie di utilizzo                    | AC-23B(16-63A); AC-22B(80-100A) |
| <input type="checkbox"/> Ingombro massimo                         | 4 U.M.                          |
| <input type="checkbox"/> Rispondenza alle Norma                   | CEI EN60947-3, CEI EN60699-1    |
| <input type="checkbox"/> Componibili con ampia gamma di accessori |                                 |

Gli interruttori rotativi di manovra modulari per apertura/chiusura di circuiti sotto carico (già protetti da sovraccarico e cortocircuito), devono poter essere dotati di accessori di fissaggio che ne permettano l'utilizzo come comando rinviato su portella, interruttore di blocco porta di accesso al quadro, interruttori di emergenza, interruttori di macchina. Devono avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Corrente nominale   | da 16 a 63A                            |
| <input type="checkbox"/> Corrente nominale di CC condizionata da fusibile e comunque non minore di 6kA | (16, 32, 63A) come da schemi unifilari |
| <input type="checkbox"/> Frequenza nominale  | 50/60Hz                                |
| <input type="checkbox"/> N° poli 2, 3, 4   |  |
| <input type="checkbox"/> Categorie di utilizzo   | AC22, AC3, AC23                        |
| <input type="checkbox"/> Ingombro massimo  | 5 U.M.                                 |
| <input type="checkbox"/> Rispondenza alle Norma  | CEI EN60947-3, CEI EN60699-1           |

#### 5.4.8 Apparecchi di comando

La gamma degli apparecchi sopra descritti deve comprendere interruttori, pulsanti luminosi, relè passo-passo e monostabili, contattori. Nel dettaglio:

- ☐ Interruttori di comando
  - Tensione nominale 230/400V
  - Corrente nominale da 16 a 63 A
  - Morsetti di collegamento a mantello
  - Ingombro da 1 a 4 moduli EN 50022
- ☐ Pulsanti luminosi con contatto in scambio 1NA, 1NA+1NC

- Tensione nominale 24/230V
  - Corrente nominale 16 A
  - Morsetti di collegamento a mantello
  - Durata min 20.000 cicli
  - Ingombro max 1 modulo EN 50022
  - Rispondenza normativa CEI EN 60974-5-1; IEC 60947-5-1
- ❑ Relè monostabili
- Tensione nominale di comando 12/24/230V
  - Corrente nominale contatti 16 A
  - Segnalazione frontale di posizione contatti e comando manuale
  - Durata elettrica minima a cosfi 0.9 > 100.000 cambi di stato
  - Ingombro max 1 o 2 moduli EN 50022
  - Rispondenza normativa CEI EN 60967-4-1; IEC 60947-4-1; CEI 17-50
- ❑ Relè passo-passo
- Tensione nominale di comando 12/24/230V
  - Corrente nominale contatti 16 A
  - Possibilità di avere uno o più contatti NA, in scambio, NA+NC.
  - I passo-passo impiegati per il comando luci sono previsti con due contatti solidali NA in modo da gestire lo spegnimento generale con un solo comando da BMS.
  - Durata elettrica minima a cosfi 0.9 > 100000 cambi di stato
  - Ingombro max da 1 a 4 moduli EN 50022
  - Rispondenza normativa IEC 60669-1; IEC 60669-2.

## 5.5 Collaudi, verifiche e certificazioni

Al termine della realizzazione, il costruttore dei quadri dovrà provvedere autonomamente all'effettuazione di tutte le prove di tipo ed individuali, secondo le modalità indicate dalla norma CEI EN 61439; i risultati ottenuti, compreso l'eventuale estrapolazione teorica del limite di sovratemperatura redatta secondo le disposizioni CEI 17-43 in sostituzione alla prova pratica, dovranno essere evidenziati sul verbale di collaudo da consegnare alla D.L. insieme alla documentazione di tutta l'apparecchiatura.

Si riassumono di seguito le verifiche previste dalla CEI EN 61439 a carico del costruttore originale e quelle aggiuntive a carico del costruttore finale del quadro.

Il primo (costruttore originale) effettua le verifiche di progetto (ex prove di tipo) che sono:

- Robustezza dei materiali e delle parti del quadro;
- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze d'isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;

- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni.
- Proprietà dielettriche;
- Sovratemperatura;
- Capacità di tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità Elettromagnetica (EMC);
- Funzionamento meccanico.

Al secondo, il costruttore del quadro, restano le verifiche individuali (collaudo), che comprendono alcuni esami a vista e l'unica prova effettiva e strumentale, che è la verifica dielettrica.

- Proprietà dielettriche (tensione di tenuta a 50 Hz e tensione di tenuta a impulso).

Presso il costruttore dovrà essere, in ogni modo, possibile l'esecuzione dei seguenti collaudi:

- ispezione del quadro, del cablaggio e prove di funzionamento elettrico
- controllo delle misure di protezione;
- prova dielettrica alla tensione efficace prevista dalle norme per 1 minuto primo tra ciascuna fase e l'involucro con le altre fasi a terra e tra tutte le fasi e terra;
- verifica della resistenza di isolamento.

Il quadro elettrico dovrà comunque essere dotato di un bollettino di collaudo con specificato l'esito delle prove effettuate e della Dichiarazione di Conformità del Costruttore del quadro ottemperante ai disposti delle legislazioni vigenti; nella fornitura del quadro elettrico deve essere prevista la distinta materiali comprensiva di specifiche tecniche.

Ogni quadro dovrà essere dotato di targa d'identificazione recante obbligatoriamente le informazioni espresse richieste dalle Norme CEI EN 61439.

Ai fini puramente giuridici, il costruttore fornitore del quadro deve obbligatoriamente:

- realizzarlo a regola d'arte; la completa conformità a una norma tecnica armonizzata (es: CEI EN 61439-2) implica il rispetto della regola dell'arte e la marcatura CE del quadro;
- targhetarlo e marcarlo CE (per forniture in Europa) in modo visibile e leggibile;
- allegargli i manuali d'uso e manutenzione dei componenti e del quadro stesso (sono in genere a corredo degli stessi);
- redigere e conservare (per almeno 10 anni) il fascicolo tecnico in cui si allega anche la dichiarazione di conformità. Il costruttore del quadro non è tenuto a consegnare la dichiarazione al cliente. Essa deve essere conservata (per almeno 10 anni) insieme al fascicolo tecnico;
- redigerne e consegnarne adeguata fattura al committente.

In aggiunta, le norme tecniche CEI EN 61439, richiedono per il quadro:

- il rispetto integrale delle procedure di progetto, montaggio e collaudo descritte nei fascicoli relativi (CEI EN 61439-1 più la norma specifica di prodotto relativa al tipo di quadro in oggetto);
- l'apposizione di una targhetta più ricca con, oltre al marchio CE e al nome del costruttore e alla matricola, anche l'anno di fabbricazione e la specifica norma tecnica di prodotto;
- in allegato una documentazione tecnica specifica riportante le caratteristiche e le prestazioni nominali e le altre raccomandazioni e indicazioni per un impiego ottimale.

Alle documentazioni sopra elencate andranno allegati i calcoli relativi ai cavi posati sia di alimentazione che derivati dai quadri elettrici in particolare per portate, cadute di tensione e coordinamento con i dispositivi di protezione installati.

Per quanto riguarda la sicurezza del personale preposto alla manovra si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni generali:

- ❑ l'accessibilità ai pannelli ed alle varie apparecchiature interne ed esterne deve essere garantita in condizioni di assoluta sicurezza sia per l'operatore che per interventi di riparazione e manutenzione; in particolare devono essere adottati opportuni accorgimenti contro il pericolo di contatti accidentali con parti in tensione, quali schermi, cuffie in plexiglas o altri sistemi simili;
- ❑ il sezionamento generale dei quadri deve essere realizzato tramite interruttori onnipolari di tipo scatolato dichiarati dal costruttore conformi alle norme CEI 17-11 e CEI 17-5;
- ❑ la messa a terra delle lamiere, strutture, pannelli ecc. deve essere realizzata con conduttori flessibili in rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>, derivati dalla sbarra di terra principale.

### **5.5.1 Disegni e documenti**

L'esecuzione dei disegni e degli schemi elettrici costruttivi di collegamento sarà a carico dell'installatore. In particolare sarà a carico del costruttore l'onere per la redazione dei disegni di carpenteria, il completamento degli schemi di potenza e lo sviluppo degli schemi funzionali e di collegamento.

I documenti costruttivi dovranno essere sottoposti alla approvazione scritta della Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione.

Le documentazioni da fornire per approvazione alla DL/Committente dovranno comprendere almeno i seguenti elementi:

- ❑ dettagli di installazione, particolari basamenti;
- ❑ schemi elettrici di potenza e funzionali del quadro elettrico;
- ❑ documentazione tecnico-illustrativa del costruttore;

### **5.5.2 Certificati e verbali di collaudo**

Alla consegna delle apparecchiature dovranno essere forniti i seguenti documenti:

- I verbali delle prove di accettazione.
- I certificati dei controlli di fabbricazione
- I certificati delle prove di tipo e delle prove speciali (se richieste)

### **5.5.3 Oneri delle prove**

Le spese delle prove sono a carico del costruttore del quadro, ad eccezione di quelle afferenti ai viaggi ed ai soggiorni degli incaricati della Committente, per i seguenti punti:

- prove di accettazione;
- eventuali prove di tipo (se necessarie e/o richieste dalla normativa vigente);
- ripetizioni delle prove e relativi oneri.

Se una prova deve essere ripetuta perché i risultati non sono stati soddisfacenti, qualunque sia il tipo di prova, tutti gli oneri saranno a carico del costruttore, ivi comprese le spese di viaggio e di soggiorno degli incaricati del Committente.

#### **5.5.4 Attività di formazione**

Dopo la consegna del quadro in cantiere e prima dell'esecuzione del collaudo dell'intero impianto la Ditta dovrà fornire, senza alcun altro onere aggiuntivo, (con data da stabilirsi con la Committente) adeguata istruzione al uso e manutenzione delle apparecchiature al personale incaricato.

#### **5.5.5 Garanzia**

I quadri ed i suoi componenti saranno garantiti, franco luogo di installazione, per il periodo di garanzia previsto dal capitolato speciale di appalto.

#### **5.5.6 Imballo**

Il Fornitore dovrà garantire che tutte le apparecchiature siano imballate in modo adeguato.

#### **5.5.7 Spedizione**

Il Fornitore dovrà provvedere a far pervenire il materiale all'indirizzo richiesto, alla data concordata.

#### **5.5.8 Messa in servizio**

La messa in servizio sarà a carico del Fornitore, che si renderà garante e responsabile dei lavori da eseguirsi e del personale che interverrà.

I tecnici che provvederanno alle attività di installazione dovranno essere addestrati ad operare secondo le vigenti normative in ambito di sicurezza sul lavoro.

## 6 CAVI PER DISTRIBUZIONI IN BASSA TENSIONE

### 6.1 Dati generali

#### 6.1.1 Oggetto della specifica

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme tecniche di carattere generale per la fornitura e posa in opera di cavi e dei relativi accessori per distribuzioni in bassa tensione.

**Si precisa che tutti i cavi da installarsi all'interno dell'edificio per posa fissa dovranno avere classe di prestazione minima uguale a Cca-s1b,d1,a1**

#### 6.1.2 Normative di riferimento

La scelta del materiale e dei componenti, la realizzazione delle apparecchiature dovranno essere in accordo con Leggi, Decreti, Direttive e Norme vigenti in materia.

### 6.2 Avvertenze di carattere specifico e generale

I cavi elettrici da impiegare per le distribuzioni in bassa tensione dovranno avere i seguenti requisiti per la sicurezza in caso d'incendio:

- ☐ Non propagazione dell'incendio secondo CEI 20-22 (salvo ove diversamente indicato);
- ☐ Grado di isolamento  $U_0/U=0,6/1kV$  (salvo ove diversamente indicato).

Fermo restando i requisiti sopra citati rammentiamo che nell'impiego dei cavi bisogna tener ben presente le loro caratteristiche tecniche (temperatura massima di esercizio e temperatura massima di corto circuito); ciò per limitare il rischio d'incendio connesso all'arco elettrico che in essi si può verificare.

In tutti i tipi sotto riportati di posa dei cavi va rispettato il raggio minimo di piegatura indicato dal costruttore.

È consigliabile utilizzare cavi multipli di tipo flessibile per i comandi e le segnalazioni.

**Attenzione: non è consentita la posa in fascio in passerella dove i cavi dovranno essere sempre e solo posati in singolo strato a partire dalla sezione di 16mm<sup>2</sup>**

### 6.3 Prescrizioni per la posa dei cavi

Negli impianti in oggetto sono previste le seguenti tipologie di posa dei cavi e dei conduttori isolati:

- ☐ su passerelle metalliche portacavi orizzontali, verticali o inclinate: i cavi posati sulle passerelle dovranno essere fissati a queste mediante delle legature che mantengano fissi i cavi alle strutture; in particolare sui tratti verticali ed inclinati delle passerelle le legature dovranno essere più numerose ed adatte a sostenere il peso dei cavi stessi; i cavi saranno disposti distanziati fra di loro in modo che ne sia assicurata in ogni caso la perfetta ventilazione;
- ☐ sospesi alle murature o altre strutture dei fabbricati: in questi tratti i cavi saranno sostenuti da appositi sostegni, in materiale plastico;
  - i sostegni dovranno essere applicati alle murature o alle strutture mediante l'apposizione di tasselli ad espansione;
  - i sostegni saranno applicati ad una distanza dipendente dalle dimensioni e dalla flessibilità dei cavi impiegati e tali da evitare la formazione di anse; tale distanza, in ogni caso, non sarà mai superiore a 60 cm;



- ❑ entro tubazioni a vista o incassate: in questo tipo di posa le dimensioni interne delle tubazioni devono essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio del cavo o dei cavi contenuti e 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 deve risultare tale da garantire il perfetto funzionamento dei cavi stessi, da permettere la ventilazione e di raggiungere, ad installazione ultimata, anche un aspetto estetico degli impianti pregevole, soprattutto nei tratti in cui i cavi saranno posati a vista.

Dovrà essere evitata ogni 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 le tratte senza interruzione superano in lunghezze le pezzature commerciali allestite dai fabbricanti.

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite solamente entro cassette e su morsetti aventi sezione adeguata alle dimensioni dei cavi ed alle correnti transitanti.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di transito e di derivazione deve essere sempre eseguito a mezzo di appositi raccordi pressa cavo con adeguata protezione meccanica.

#### **6.4 Caratteristiche comuni a tutte le tipologie di cavi**

Tutti i cavi ed i conduttori impiegati nell'impianto in oggetto, dovranno essere di costruzione di primaria casa, rispondere alle norme costruttive stabilite dal CEI, alle norme dimensionali stabilite dalla UNEL ed essere dotati di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

I cavi impiegati dovranno essere dei tipi e sezioni indicati nei disegni e negli elenchi dei materiali del presente capitolato.

Indipendentemente da quanto indicato nei disegni e specificato negli elenchi materiali, l'Assuntore dovrà segnalare tempestivamente alla Direzione Lavori e modificare in conseguenza tipo e/o sezione dei cavi per ogni caso in cui, per modifiche sopravvenute per aumento di carichi installati o anche per errore nella elaborazione del progetto, un cavo si trovi a convogliare una corrente superiore a quella corrispondente alla sua portata nominale nelle specifiche condizioni previste nell'installazione.

Tale portata sarà riferita alla temperatura di funzionamento e alle modalità di posa stabilite dalle tabelle CEI UNEL 35024/1, 35024/2 e 35026 vigenti.

Inoltre la caduta di tensione totale fra trasformatori o il punto di consegna BT ed utilizzatori più lontani non dovrà superare il 4%.

La sezione dei cavi dovrà essere verificata anche in relazione alla tenuta al sovraccarico e al corto circuito in funzione dei dispositivi di protezione installati a monte in modo da soddisfare le prescrizioni delle norme CEI 64-8.

L'installatore sarà ritenuto responsabile, in sede di collaudo degli impianti, dei casi non segnalati a tempo opportuno alla Direzione Lavori.

La scelta della sezione del cavo da impiegare dovrà essere fatta secondo i criteri seguenti:

- ❑ dovrà essere considerata nei calcoli una corrente  $I_b$  pari al 110% di quella assorbita effettivamente prevista;
- ❑ dovrà essere impiegata come base di calcolo per la determinazione della portata  $I_z$  dei cavi in regime permanente le tabelle CEI-UNEL 35024/1 per i cavi posati in aria e CEI 35026 per i cavi posati interrati considerando una temperatura ambiente (minima) di 35°C;
- ❑ dovranno essere applicati i coefficienti di riduzione relativi alla condizione di installazione ed al raggruppamento dei cavi (inteso nelle condizioni più restrittive durante lo sviluppo della linea);
- ❑ la caduta di tensione massima non dovrà superare i valori già descritti nei dati di progetto;

- la sezione non dovrà essere comunque inferiore a:
  - per gli impianti di illuminazione
    - 1,5 mm<sup>2</sup> derivazioni
    - 2,5 mm<sup>2</sup> dorsali
  - per gli impianti di forza motrice
    - 2,5 mm<sup>2</sup> derivazioni
    - 4mm<sup>2</sup> dorsali

la colorazione dei cavi unipolari senza guaina esterna dovrà essere:

- giallo-verde per il conduttore di terra;
- blu per il conduttore di neutro;
- rosso per i conduttori dei circuiti in corrente continua;
- nero per il conduttore di fase dei circuiti di illuminazione;
- grigio per in conduttore dei comandi circuiti di illuminazione;
- marrone per il conduttore di fase dei circuiti F.M.

I cavi unipolari senza guaina saranno posati esclusivamente in tubazioni isolanti mentre tutti i cavi con guaina esterna potranno essere posati sulle passerelle, entro tubazioni metalliche o di PVC, direttamente sul fondo di cunicoli predisposti e su spalliere predisposte nei cavedi.

Nel passaggio tra le diverse compartimentazioni antincendio in cui è diviso il complesso si dovranno prevedere opportuni setti tagliafiamma di tipo modulare e componibile REI 120 (salvo diversa indicazione per tenute superiori).

## 6.5 Tipologie dei cavi utilizzati

### 6.5.1 Cavi FG16M16 / FG16OM16 0,6/1 kV - CPR Cca-s1b,d1,a1

Norme di riferimento: CEI 20-13, CEI 20-38 pqa, IEC 60502-1, CEI UNEL 35322 -35328-35016, EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5.

Isolamento in HEPR di qualità G16

Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico

Guaina termoplastica LSZH, qualità M16

- Tensione nominale  $U_0$  600 V
- Tensione nominale  $U$  1000 V
- Tensione di prova 4000 V
- Tensione massima  $U_m$  1200 V
- Temperatura massima di esercizio 90°C
- Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm<sup>2</sup> +250°C
- Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm<sup>2</sup> +220°
- Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -15°C

- Temperatura minima di installazione e maneggio 0°C

#### Condizioni di impiego

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.

#### Condizioni di posa

Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):

- Cavi energia flessibili, conduttore classe 5 =  $4D$
- Cavi segnalazione e comandi flessibili, classe 5 =  $6D$

Sforzo massimo di tiro:

- Durante l'installazione =  $50 \text{ N/mm}^2$
- In caso di sollecitazione statica =  $15 \text{ N/mm}^2$

## 7 PASSERELLE E CANALI PORTACAVI

### 7.1 Dati generali

#### 7.1.1 Oggetto della specifica

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme tecniche di carattere generale per la fornitura e posa in opera di passerelle e canali portacavi.

#### 7.1.2 Normative di riferimento

La scelta del materiale e dei componenti, la realizzazione delle apparecchiature dovranno essere in accordo con Leggi, Decreti, Direttive e Norme vigenti in materia.

In particolare le norme di riferimento sono:

- ❑ CEI 23-19 Canali portacavi in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa
- ❑ CEI 23-58 Sistemi di canali e condotti per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
- ❑ CEI 23-76 Sistemi di canalizzazione e accessori per cavi – Sistemi di passerelle portacavi a fondo continuo e a traversine
- ❑ CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi
- ❑ CEI 23-32/V1 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi da soffitto e da parete.

### 7.2 Prescrizioni per la posa delle passerelle portacavi

Gli staffaggi per il sostegno delle canaline e/o passerelle dovranno essere di tipo metallico in acciaio zincato, zincato a caldo o in acciaio zincato e verniciato di forma opportuna, l'interdistanza tra gli stessi dovrà essere tale da garantire una minima flessione delle condotte.

In ogni caso la flessione non dovrà superare  $1/200$  della lunghezza di ogni singola sbarra di condotta.

La continuità di terra tra gli elementi delle canaline e delle passerelle dovrà essere assicurata da cavallotti di terra di opportuna sezione o da opportuni dispositivi appositamente predisposti.

Sarà ritenuta valida la continuità di terra tramite fazzoletti di giunzione o innesti ad incastro qualora il fissaggio sia realizzato con un minimo di quattro bulloni da 8 MA.

Qualora le canaline attraversino solai o pareti, per i quali sono richiesti particolari requisiti di resistenza al fuoco, dovranno essere previsti sistemi per impedire la propagazione degli incendi.

Passerelle e canali dovranno essere costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo tagli e forature.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, ecc.) dovranno essere di tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche dei tratti rettilinei.

I sostegni dovranno essere di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme alla passerella o canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

La viteria e bulloneria dovrà essere in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. Non sarà consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.

Per la separazione tra reti diverse dovranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori dovranno essere provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire preferibilmente per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio.

La zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o altri analoghi difetti.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

La verniciatura dei componenti zincati dovrà essere effettuata dopo aver trattato gli stessi con una doppia mano di fondo di "aggrappante"; la verniciatura finale dovrà essere poi effettuata con una doppia mano di prodotto a base di resine epossidiche.

Il dimensionamento delle passerelle e dei canali dovrà essere studiato in relazione ai quantitativi di cavi da posare.

Il montaggio di passerelle e canali dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

Le staffe e le mensole dovranno essere opportunamente dimensionate con i canali ipotizzati riempiti con il massimo contenuto consentito di cavi. In ogni caso l'interdistanza massima consentita sarà di 2 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Il collegamento tra supporti e passerelle dovrà essere realizzato con viti e dadi; non dovranno essere effettuate saldature.

I collegamenti tra i vari elementi di passerella o canale dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti; non dovranno essere effettuate saldature.

Tutti gli eventuali tagli effettuati su passerelle e canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune.

Nel caso di passerelle in filo d'acciaio le parti tagliate dovranno essere ripristinate con dei punti di saldatura e successivamente ripristinato il tipo di zincatura o verniciatura; inoltre i bordi dovranno essere mantenuti per tutto lo sviluppo. Non è pertanto consentita la rimozione degli stessi in alcun caso (curve, sormonti, derivazioni, calate, incroci, ecc.).

I fori e le asolature effettuate sulle passerelle e sui canali per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.

Gli eventuali spigoli vivi dovranno essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Ove previsto le cassette di derivazione dovranno essere fissate preferibilmente sull'ala della passerella o canale.

Dovrà essere sempre garantita la continuità elettrica delle passerelle metalliche.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

Dovranno essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni lineari.

Le passerelle e i canali per fonia-dati dovranno essere distanziate di almeno 300 mm dalle altre.

Se installati sotto pavimento galleggiante, passerelle e canali dovranno essere distanziati dal pavimento grezzo di almeno 20 mm per evitare fenomeni di corrosione e garantire un adeguato passaggio di aria.

Le passerelle e i canali dovranno essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle dovranno essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- passerelle destinate alla posa di cavi MT
- passerelle installate in zone di passaggio ad altezza inferiore ai 2,5 m
- in tutti i casi indicati sui documenti e disegni di progetto

Le passerelle e i canali dovranno essere contrassegnati, almeno ogni 5 m e in corrispondenza dei cambi di percorso, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine in alluminio verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la seguente codifica:

- rosso: reti di MT
- blu: reti di BT
- giallo: circuiti impianto di illuminazione di sicurezza
- bianco: impianti di comunicazione (telefonico, interfonico, TD)
- grigio: impianti di diffusione sonora, chiamata, orologi elettrici
- arancio: impianti di sicurezza (rivelazioni fumi, controllo accessi, TVCC, ecc.)
- nero: alimentazione da gruppo elettrogeno

Le targhette o le piastrine dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mm<sup>2</sup> (dim. 100x50 mm).

Opportune tabelle per l'identificazione dei colori costruite in materiale e con scritte inalterabili dovranno essere poste in maniera visibile entro i locali tecnici dedicati all'installazione dei quadri di zona, nei cavedi elettrici e nel locale cabina; qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

Nei canali e nelle passerelle, il rapporto tra la sezione del canale e l'area della sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a due.

I cambi di direzione devono essere realizzati mediante elementi di raccordo, con raggio di curvatura non inferiore ad 8-10 volte il diametro del cavo di sezione maggiore.

Nell'attraversamento delle solette devono essere installati telai metallici sporgenti dal pavimento almeno 50 mm, atti ad impedire che acqua, segatura ecc. cadano sul piano sottostante. Nei casi previsti i citati telai devono permettere la realizzazione di barriere antifuoco.

## **7.3 Tipologie delle passerelle utilizzate**

### **7.3.1 Passerelle portacavi in lamiera di acciaio zincato**

Le passerelle portacavi da fornire devono essere tutte a bordo ripiegato. La foratura deve corrispondere a circa il 30% della superficie totale della passerella.

Le lamiere utilizzate per la costruzione dovranno essere trattate contro la corrosione con opportuno sgrassaggio, decapaggio e risciacquo. Gli staffaggi dovranno essere in acciaio, zincato o zincato e verniciato a seconda della tipologia di passerella prescritta; spessore e forma dovranno essere di forma adatta alla tipologia di installazione.

Le passerelle devono essere realizzate tenendo conto di quanto prescrive la CEI 23-31 in materia di resistenza alla flessione dei sistemi di canali, giunzioni e staffe di sospensione. Le staffe di fissaggio canaline vanno posate in base al peso da sostenere e comunque ad una distanza mai superiore a 1,5 metri. Le passerelle sono previste di tipo asolate per un maggior raffreddamento dei conduttori e per un minor accumulo di polvere inquinante.

Le staffe di supporto dovranno essere dimensionate in modo da sostenere il peso dei canali, cavi di illuminazione, di elettroventilazione, di comando e di segnali, dei corpi illuminanti, dei box di derivazione e di ogni accessorio, distribuito come da progetto.

Il sistema bulloni/staffe sarà dimensionato per sostenere tre volte il peso teorico e collaudato in tal senso in corso d'opera.

L'ancoraggio delle staffe dovrà essere realizzato con tasselli HILTI HSA R M 10X90 mm o similare, costruiti in acciaio inox A4. Questo tipo di tassello è in grado di offrire un alto livello di flessibilità su tutte le pareti in calcestruzzo garantendone l'ancoraggio anche in caso d'incendio.

Per la posa delle passerelle a parete vanno utilizzate staffe ad "L" rinforzate, mentre, quando il tragitto risultava particolarmente tortuoso con cambi di direzione e ridotte possibilità di staffaggio, si dovrà provvedere ad eseguire staffe di sostegno su misura con ferro a "c" opportunamente zincato a caldo e verniciato o in acciaio inox.

La distribuzione va realizzata utilizzando, dove possibile, pezzi speciali quali curve piane a 90°, curve salite, curve discese, derivazioni a "T", sghebbi orizzontale - verticale a 90° e riduzioni; quando saranno necessari spostamenti particolari e in ridotti spazi si potrà tagliare e costruire pezzi speciali su misura in campo.

Gli elementi rettilinei saranno di dimensione massima 3 metri, la giunzione tra essi e con i pezzi speciali deve essere realizzata a mezzo di appositi giunti angolari della stessa altezza della passerella.

❑ Per gli ambienti interni con atmosfera normale

- Passerelle portacavi in acciaio zincato, ribordate all'interno, zincatura con procedimento SENDZIMIR prima della lavorazione (secondo tab. UNI 5753); spessore della lamiera minimo da 0,8 a 1,5 mm a seconda della sezione.
- Collegamento degli elementi ad incastro con garanzia di continuità elettrica.
- Completa di coperchio in acciaio zincato SENDZIMIR di tipo autoreggente con bordatura continua sui fianchi, quando indicato sugli elaborati grafici. Grado di protezione IP20 (passerelle forate con coperchio) o IP40 (passerelle non forate con coperchio). Certificazione IMQ;
- Passerella portacavi a traversine e longheroni smontabili in acciaio zincato con procedimento SENDZIMIR prima della lavorazione (secondo Norme CEI 7-6 e Tab. UNI 5753); spessore della lamiera minimo 1,5 mm per longheroni e traversini.
- Collegamento degli elementi rettilinei tramite giunti lineari; interesse massimo dei traversini 25 mm. Completa di coperchio in acciaio zincato SENDZIMIR con fissaggio a mezzo clips in acciaio inox.

❑ Per l'installazione all'esterno o in ambienti con atmosfere aggressive:

- Passerelle portacavi in acciaio zincato, ribordate all'interno, zincatura a fuoco per immersione dopo la lavorazione; spessore della lamiera minimo da 0,8 a 1,5 mm a seconda della sezione.

Collegamento degli elementi ad incastro con garanzia di continuità elettrica. Completa di coperchio in acciaio zincato a fuoco per immersione dopo la lavorazione di tipo autoreggente con bordatura continua sui fianchi.

- Grado di protezione IP20 (passerelle forate con coperchio) o IP 40 (passerelle non forate con coperchio). Certificazione IMQ;
- Passerelle portacavi in acciaio zincato SENDZIMIR, ribordate all'interno, rivestimento con resine epossidiche dopo la lavorazione; spessore della lamiera minimo da 0,8 a 1,5 mm a seconda della sezione. Collegamento degli elementi ad incastro. Completa di coperchio in acciaio zincato SENDZIMIR e rivestimento con resine epossidiche di tipo autoreggente con bordatura continua sui fianchi.
- Grado di protezione IP20 (passerelle forate con coperchio) o IP40 (passerelle non forate con coperchio). Certificazione IMQ.



## 8 TUBAZIONI PORTACONDUTTORI

### 8.1 Dati generali

#### 8.1.1 Oggetto della specifica

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme tecniche di carattere generale per la fornitura e posa in opera di tubazioni porta conduttori.

#### 8.1.2 Normative di riferimento

La scelta del materiale e dei componenti, la realizzazione delle apparecchiature dovranno essere in accordo con Leggi, Decreti, Direttive e Norme vigenti in materia.

### 8.2 Prescrizioni per la posa delle tubazioni vie cavi

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di tubi, a seconda delle prescrizioni indicate nei disegni o nella Relazione Tecnica:

- ❑ in materiale plastico rigido di tipo pesante provvisto di Marchio Italiano di Qualità, per le distribuzioni a vista e nei tratti installati nei controsoffitti e nei casi che sono di volta in volta specificati nelle descrizioni dei singoli impianti;
- ❑ in materiale plastico flessibile di tipo pesante provvisto di Marchio Italiano di Qualità, per la distribuzione nei tratti incassati nei sottofondi dei pavimenti e nelle pareti;
- ❑ in acciaio zincati a fuoco internamente ed esternamente, lisci all'interno, in tutti i casi in cui gli impianti devono avere adeguata robustezza e resistenza meccanica o dove devono essere eseguiti a tenuta stagna;
- ❑ in acciaio zincato flessibile con copertura in materiale plastico per i tratti finali di allacciamento alle apparecchiature fisse e ai motori delle centrali tecnologiche e negli interpiani tecnici dove sia necessaria l'esecuzione di cambiamenti di percorso.

Ogni servizio e ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione; più circuiti dello stesso impianto possono usufruire dello stesso tubo.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 16 mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo), il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

Le tubazioni dovranno essere continue, prive di interruzioni; in particolare, in prossimità di cambi di direzione o di ostacoli, dovranno essere utilizzati opportuni pezzi speciali e/o accessori adatti allo scopo (curve, raccordi flessibili, ecc.).

I tubi dovranno seguire un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali e accavallamenti. Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio, sono ammesse le curve stampate ed i manicotti, in ogni caso dovrà essere garantito un'agevole sfilabilità dei conduttori.

Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico tramite tasselli ad espansione con una interdistanza massima di cm 150.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti come tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici devono essere fissati mantenendo un distanziamento dalle strutture in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di smontaggio, riverniciatura eccetera e consentita la libera circolazione dell'aria.

In tutti i casi in cui vengono impiegati tubi metallici dovrà essere garantita la continuità elettrica degli stessi, la continuità tra tubazioni e cassette metalliche e qualora quest'ultime fossero in materiale plastico dovrà essere utilizzato un collegamento tra le tubazioni ed il morsetto interno di terra.

Nei tratti orizzontali di una certa lunghezza e per i percorsi all'esterno i tubi dovranno essere posati con una lieve pendenza onde consentire l'eventuale scarico di condensa.

Dove verranno realizzate reti di distribuzione in tubo di acciaio "conduit" l'impianto realizzato dovrà risultare facilmente smontabile, impiegando in corrispondenza di ogni derivazione giunti a tre pezzi.

Le tubazioni dovranno essere lavorate e lisce alle estremità onde evitare danneggiamenti ai conduttori durante le operazioni di infilaggio e sfilaggio.

È fatto divieto di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas, e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

Nella posa di tubazioni incassate o interrate particolare attenzione dovrà essere fatta nell'evitare l'ingresso di materiale all'interno delle tubazioni.

Qualora i tubi protettivi attraversino solai o pareti, per i quali sono richiesti particolari requisiti di resistenza al fuoco, dovranno essere previsti sistemi per impedire la propagazione dell'incendio.

Qualora le tubazioni risultassero di lunghezza considerevole si deve prevedere l'inserimento lungo il percorso di eventuali cassette rompitratte dello stesso materiale del tubo. Per giuntare i tratti di tubazione rettilinea possono essere altresì utilizzati manicotti filettati.

Tutta la raccorderia, come ad esempio manicotti, nipples, riduzioni, giunti a tre pezzi, dadi, eccetera, va fornita anch'essa in acciaio inox AISI 304. Le curve vanno eseguite in modo da non alterare il diametro interno e da non provocare incrinature.

La posa dei tubi va realizzata sfruttando collari di adeguata dimensione fissati in strutture metalliche o in staffe costruite su misura, la distanza tra un collare ed un altro dovrà essere di circa 1,5 metri. Le tubazioni, nel limite del possibile, dovranno essere posate in uscita dalla sponda laterale della passerella.

Tutti i tubi protettivi per esterno dovranno essere saldamente ancorati alle strutture con idonei e previsti sistemi di ancoraggio. Tutte le tubazioni in materiale plastico saranno del tipo pesante.

Le staffe di supporto dei canali e delle passerelle saranno scelti e dimensionati in base al tipo di supporto che dovranno garantire e in base ad eventuali futuri ampliamenti.

I tubi ed i cavidotti utilizzati dovranno essere adatti alle tipologie degli ambienti e conformi alle indicazioni delle Norme CEI comitato 23.

I tubi ed i cavidotti utilizzati dovranno essere dotati di attestato IMQ (Marchio Italiano di Qualità).

Per le tubazioni rigide le serie di accessori comprenderanno tutte le funzioni di collegamento, supporto e raccordo tra i tubi; in particolare saranno completate da giunti flessibili che permettono il loro utilizzo sia come giunzione sia come curva.

### 8.3 Tipologie delle tubazioni portacavi utilizzate

#### 8.4 Tubazioni e guaine portacavi

Il diametro interno dei tubi protettivi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti, in condizioni di posa ordinaria; in caso di posa in ambienti soggetti a normativa CEI 31-33 il coefficiente di maggiorazione sarà almeno 1,4.

Le tubazioni che si prevede di installare, per la protezione dei cavi di collegamento alle apparecchiature ed agli asservimenti, vanno realizzate con tubi in acciaio inossidabile AISI 304 lavorato e curvato completo di accessori quali riduzioni, curve, scatole di smistamento, staffe e graffette di fissaggio, raccordi terminali, manicotti di giunzione.

Le sezioni che dovranno essere utilizzate nell'impianto in oggetto sono le seguenti :

- tubo acciaio inox 1/2"
- tubo acciaio inox 3/4"
- tubo acciaio inox 1"
- tubo acciaio inox 1-1/2"
- tubo acciaio inox 2"

Qualora le tubazioni risultassero di lunghezza considerevole si deve prevedere l'inserimento lungo il percorso di eventuali cassette rompitratta dello stesso materiale del tubo. Per giuntare i tratti di tubazione rettilinea possono essere altresì utilizzati manicotti filettati.

Tutta la raccorderia, come ad esempio manicotti, nipples, riduzioni, giunti a tre pezzi, dadi, eccetera, va fornita anch'essa in acciaio inox AISI 304. Le curve vanno eseguite in modo da non alterare il diametro interno e da non provocare incrinature.

La posa dei tubi va realizzata sfruttando collari di adeguata dimensione fissati in strutture metalliche o in staffe costruite su misura, la distanza tra un collare ed un altro dovrà essere di circa 1,5 metri. Le tubazioni, nel limite del possibile, dovranno essere posate in uscita dalla sponda laterale della passerella e/o direttamente in derivazione dai pozzetti del cavidotto incassato. Ricordiamo che comunque gli ingressi finali alle apparecchiature devono essere realizzati a mezzo di pressacavi di tipo stagno IP65.

##### 8.4.1 Tubo rigido in tecnopolimero halogen free

Tubo protettivo rigido in materiale tecnopolimero privo di alogeni (halogen free) e autoestinguente, di tipo medio (750 N), avente le seguenti caratteristiche:

- |  |  |
|--|--|
| • Normative di riferimento:              | CEI EN 50086.1 (23-39)<br>CEI EN 50086.2.1 (23-54) |
| • Classificazione secondo :              | EN 50086 3321                                      |
| • Resistenza di isolamento:              | > 1000 MΩ a 500V per 1'                            |
| • Rigidità dielettrica:                  | > 2000 V a 50 Hz per 15'                           |
| • Autoestinguenza:                       | V1 secondo UL 94                                   |
| • Resistenza al fuoco (IEC 695 – 2 – 1): | Filo incandescente 850° C                          |
| • Colorazione:                           | Grigio   |

Impiego:

- nelle applicazioni a vista a parete e a soffitto;
- nelle applicazioni sottotraccia all'interno delle pareti e sotto i pavimenti;
- negli ambienti dove esiste potenzialmente il pericolo di esplosione e/o incendio.

#### 8.4.2 Tubo metallico

Tubo metallico rigido elettrosaldato ricavato da lamiera zincata, avente le seguenti caratteristiche:

- ❑ Normative di riferimento: CEI EN 50086.1: CEI EN 60423
- ❑ Classificazione secondo : EN 50086 5557
- ❑ Resistenza alla corrosione : media
- ❑ Continuità elettrica :resistenza < 0,05  $\Omega$ /m
- ❑ continuità elettrica del sistema : assicurata utilizzando raccordi appositi
- ❑ Filettatura :passo metrico ISO R68 secondo Norme CEI EN 60423 (IEC 423)

#### 8.4.3 Guaine di protezione

Il tratto terminale dell'allaccio alle utenze elettriche va previsto con guaina armata in derivazione ai tubi in acciaio inox e con guaina in PVC in derivazione ai tubi in cloruro di polivinile rigido.

#### 8.4.4 Guaine flessibili armate

La guaina dovrà presentare caratteristiche di alto coefficiente contro l'invecchiamento e l'inalterabilità, ottima resistenza agli agenti atmosferici, agli oli, alle salsedini marine e ad altri agenti in genere. All'interno della galleria è assolutamente vietato l'utilizzo di cavidotti quali canale e/o tubazioni e/o guaine in acciaio zincato a caldo.

Nella realizzazione della distribuzione dovrà essere sempre assicurata la continuità elettrica tra i vari componenti della distribuzione (canala-tubo-guaina) e provvedere, in caso di necessità, a realizzare i dovuti collegamenti equipotenziali delle masse estranee.

Le sezioni di guaina armata da utilizzare saranno le seguenti :

guaina 1/2"

guaina 3/4"

guaina 1"

guaina 1-1/2"

guaina 2"

Tutta la raccorderia fornita dovrà presentare una filettatura con passo gas, si potranno utilizzare raccordi dritti e curvi a seconda delle esigenze degli allacci.

Il collegamento raccordo-guaina dovrà essere effettuato mediante una virola; lato utenza dovranno essere installate le sole virole a vista per impedire danneggiamenti della guaina, quindi per un tratto finale di 2-3 centimetri, il cavo, di tipo a doppio isolamento, potrà essere posato a vista fino all'ingresso delle utenze. Nel caso occorra garantire una protezione meccanica del cavo fino all'utenza si dovrà provvedere ad installare la virola adiacente allo stesso pressacavo. La protezione dell'utenza dovrà essere garantita con l'installazione di pressacavo stagni.

#### 8.4.5 Guaina flessibile in poliammide

Guaina isolante corrugata in poliammide autoestinguente e priva di alogeni avente le seguenti caratteristiche:

- ❑ Materiale : poliammide 12 (Nylon 12)

- ❑ Normative di riferimento : CEI EN 50086.1 CEI EN 50086.2.3 (23-56)
- ❑ Classificazione secondo : EN 50086 2311
- ❑ Resistenza di isolamento : > 1000 MΩ a 500V per 1'
- ❑ Rigidità dielettrica : > 2000 V a 50 Hz per 15'
- ❑ Resistenza alla fiamma secondo CEI EN 50086:Autoestinguente in meno di 30 s
- ❑ Emissione limitata di gas e fumi

#### 8.4.6 Pressacavi

I pressacavi da installare sulle utenze elettriche dovranno essere in ottone, in acciaio inox o in PVC con guarnizione interna in neoprene sfogliabile con grandezze idonee al cavo di collegamento. Il grado di protezione minimo richiesto è pari a IP65.



## 9 SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI PER LA PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI

### 9.1 Finalità – Generalità

Gli interventi di protezione antisismica sono finalizzati a mantenere al più alto grado possibile di efficienza l'intero sistema impiantistico, onde garantire agli occupanti un elevato grado di sicurezza durante l'evento sismico e la possibilità di un utilizzo continuativo delle strutture edilizie e dei relativi impianti nei tempi successivi al terremoto. In tale contesto, tutte le componenti impiantistiche sono da considerare a grado di vulnerabilità molto alto ed il livello di prestazione non strutturale deve corrispondere alla completa operatività (50% di probabilità di superamento in 50 anni, ovvero periodo medio di ritorno del sisma di 72 anni).

A tal fine le varie parti costituenti gli impianti dovranno essere ancorate alle strutture portanti dell'edificio tramite appositi dispositivi di fissaggio dimensionati per resistere ad accelerazioni sismiche in direzione orizzontale e verticale agenti simultaneamente.

In fase di progettazione costruttiva l'Appaltatore è tenuto obbligatoriamente, sulla scorta delle caratteristiche proprie dei macchinari e componenti selezionati, a studiare anche i supporti e gli ancoraggi, con dimensioni e tipo dei bulloni eventualmente usati in ossequio alla Normativa Vigente. I calcoli e disegni di dettaglio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

### 9.2 Accorgimenti antisismici

Tenendo presente che un sistema di fissaggio per condutture in genere consiste sostanzialmente di tre componenti principali:

- ❑ il collegamento delle condutture - staffe;
- ❑ la tipologia delle staffe di sostegno, che devono essere in grado di sopportare le forze e trasmetterle fra condutture e strutture edili;
- ❑ l'ancoraggio staffe-strutture edili, che costituisce l'elemento più critico ed essenziale per fornire la rigidità e la funzionalità del sistema di protezione;

Si ritiene che gli usuali sistemi di fissaggio che si adottano per gli impianti (collari; sostegni ad U; mensole in profilato di acciaio; barre filettate per angolari, da fissare alle strutture edili con tasselli ad espansione o con apposite zanche, oppure da fissare ad elementi strutturali in acciaio mediante morsetti o cravatte), siano sostanzialmente rispondenti ai requisiti di base per una esecuzione antisismica.

Nelle varie sezioni del presente elaborato riguardanti le varie tipologie di componenti e/o macchinari sono in ogni caso fornite alcune indicazioni sugli accorgimenti da adottare per far fronte alle sollecitazioni sismiche.

Nel seguito vengono richiamate, integrandole, tali indicazioni, allo scopo di ottenere un elenco, esemplificativo e non esaustivo, di accorgimenti minimi di carattere generale cui l'Appaltatore è tenuto ad attenersi nell'esecuzione dei lavori.

### 9.3 Criteri generali

Nella installazione degli impianti saranno adottati, al minimo, i seguenti accorgimenti di carattere generale:

- ❑ ancorare l'impianto (componenti, condutture in genere, ecc.) esclusivamente alle strutture portanti dell'edificio preservandolo così da spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto;

- ❑ assorbire i movimenti relativi delle varie parti dell'impianto (tubazioni, condutture ed apparecchiature) causate da deformazioni e/o movimenti strutturali senza rottura delle connessioni;
- ❑ evitare di attraversare con condutture in genere, nei limiti del possibile, i giunti sismici predisposti nella struttura;
- ❑ evitare, in modo assoluto, di posizionare componenti, attrezzature e macchinari a cavallo di giunti sismici strutturali;
- ❑ usare sospensioni a "V" lungo i tratti orizzontali delle condutture in genere collegandosi unicamente ad un solo sistema strutturale;
- ❑ adottare per i macchinari particolari basamenti antivibranti ed antisismici;
- ❑ cercare, nei limiti del possibile, di collocare le eventuali apparecchiature posizionate sulla copertura lontano dal perimetro, oltre che ancorarle in modo efficace.
- ❑ Ove possibile, ancorare le apparecchiature al solaio di appoggio.



## **10 IDENTIFICAZIONE DELLE PARTI COMPONENTI GLI IMPIANTI MECCANICI**

### **10.1 Premessa**

Le parti componenti gli impianti meccanici devono essere identificabili. Le parti intese come valvolame tubazioni parti idrauliche in genere ed accessori, canali serrande, diffusori parti aerauliche ed accessori dovranno avere un'etichetta identificativa sia come parti sciolte che come elementi di un insieme. Tutti gli apparati con i diversi sottosistemi dovranno avere una targhetta identificativa.

### **10.2 Generalità**

Il presente capitolo completa le specifiche tecniche definendo i sistemi identificativi delle parti relative agli impianti meccanici.

### **10.3 Assicurazione qualità**

Il presente capitolo delle specifiche tecniche impianti meccanici è stato messo a punto con aziende specializzate nell'identificazione delle parti meccaniche per progetti dal livello qualitativo come il presente, con un minimo di 5 anni di attività affermata nel campo e con uomini di provata esperienza nel settore.

Il lavoro di identificazione sarà dunque eseguito nel rispetto delle prerogative in termini di assicurazione qualità richieste contrattualmente e dovute al cliente finale.

Il fornitore si dichiara esperto nella produzione e nella identificazione delle parti, avendo al proprio attivo almeno 10 anni di documentata esperienza di successo nel settore di competenza. Il fornitore garantisce di avere le capacità ed le risorse necessarie a rispondere ai requisiti contrattuali nel suo insieme ed in ogni sua singola parte garantendo ciascuna delle componenti dell'impianto scopo della propria fornitura.

Non sono ammesse correzioni e modifiche alle targhette identificative delle parti dopo l'installazione. Esse dovranno essere ben visibili e leggibili, prive di correzioni.

Le targhe di identificazione non dovranno presentare difetti o segni dovuti alla eventuale sostituzione che, come indicato, non è ammessa.

### **10.4 Prescrizioni**

- ☐ La fornitura in tutte le sue parti deve sottostare alle prescrizioni contrattuali;
- ☐ Verranno indicate tutte le informazioni circa la pulizia delle parti: devono essere descritte le procedure per la pulizia e la detersione delle parti.
- ☐ Materiali pericolosi: non devono essere fornite parti contenenti materiali classificati pericolosi o nocivi per la salute quali amianto od oli contenenti PCB (policlorobifenili) od altri materiali nocivi. Prima della fornitura e dell'installazione verranno comunque dichiarati tutti i prodotti che possano avere impatto sulla salute delle persone o sull'ambiente, sottoponendone la richiesta di autorizzazione all'impiego.
- ☐ Il fornitore deve certificare per iscritto prima del completamento dell'installazione che i prodotti, i materiali installati ed il processo produttivo non comportano l'uso di amianto o di policlorobifenili.
- ☐ Il fornitore sottometterà per approvazione i disegni costruttivi delle parti e le tabelle dei dati tecnici se richiesto, prima della fornitura.
- ☐ E' richiesta l'approvazione dei campioni di tutte le targhette identificative dei prodotti insieme alle schede tecniche caratterizzanti i prodotti. Le prime verranno restituite una volta approvate mentre le schede tecniche potranno essere revisionate o rigettate in funzione della rispondenza ai dettami delle specifiche tecniche.

- ❑ E' richiesta l'approvazione della nomenclatura per valvole, sistemi assemblati, tubazioni etc. per i quali potrà essere richiesta revisione.
- ❑ E' altresì richiesta l'approvazione della schede tecniche e dei manuali operativi e della manutenzione per valvole, sistemi assemblati, tubazioni etc. per i quali potrà essere richiesta revisione.

## **10.5 Garanzie**

In accordo con il periodo di garanzia contrattuale resta inteso che verranno riparate o sostituite le parti con componenti difettose ed i lavori non a regola d'arte verranno rieseguiti gratuitamente durante il periodo di garanzia.

## **10.6 Normazione**

Le targhette e tutti sistemi identificativi dovranno rispondere alle normative di riferimento in vigore nel paese di realizzazione(per l'Italia UNI 5634 1997 ed emendamenti relativi in materia).

## **10.7 Materiali non autorizzati**

I materiali costituenti le parti fornite ed il processo produttivo delle parti stesse non potranno contenere amianto, od oli contenenti PCB (policlorobifenili) od altri materiali nocivi alla salute.

## **10.8 Marchio di fabbrica; targhetta di identificazione**

La targhetta identificativa dovrà essere completa del nome del costruttore o del marchio di fabbrica. Essi saranno affissi in modo permanente su ogni singola parte. Non sono ammesse targhette identificative arrecanti il nome dell'Appaltatore o del distributore di prodotti.

Verranno specificate sulla targhetta identificativa della parte: modello, taglia, potenza, caratteristiche elettriche, numero di serie, ecc.

Le targhette dovranno essere pulite, leggibili e bene in vista.

## **10.9 Caratteristiche della targhetta di identificazione della parte**

- ❑ Le targhette saranno in alluminio con spessore minimo di 1 mm; avranno altezza minima di 2,5 cm sino a 15 cm presenteranno lo sfondo nero laminato plastificato con iscrizione in rilievo di colore bianco carattere tipo Arial font, giustezza minima 8mm ;
- ❑ La targhetta di identificazione sarà applicata su ogni singola parte anche all'interno di sistemi assemblati;
- ❑ La targhetta deve essere applicata su ogni terminale, apparato o ricambio, attrezzatura dedicata ecc.
- ❑ Le targhette saranno utilizzate anche per riportare notazioni su istruzioni inerenti al progetto ed alla conduzione e saranno indicate nei disegni as-built.

## **10.10 Identificazione delle tubazioni**

- ❑ E' necessario identificare con un simbolo ed un colore ciascuna linea di tubazione. Dopo che il tubo è stato pitturato, identificare il tipo di servizio del tubo con bande colorate applicate sulla tubazione unite a lettere e frecce che indicano la direzione del flusso. Altresì verranno apposte targhette indicative sulle connessioni alle pompe, ai gruppi frigoriferi, alle caldaie od altri equipaggiamenti, indicanti gli ingressi, le uscite, le ispezioni, apponendoli in prossimità delle valvole ad una distanza massima tra di esse pari a 5m. Le scritte saranno leggibili facilmente da un operatore in posizione eretta.

- ❑ Targhette di identificazione in plastica: saranno del tipo autoadesivo con materiali e colorazione e tipologia di scritta (carattere e dimensione) da sottoporre ad approvazione. Non sono ammesse scritte a mano e con penne o similari.
- ❑ Le identificazioni dovranno essere comunque conformi alla UNI 5634 1997, norma riguardante i sistemi che devono essere usati per l'identificazione di tubazioni e canalizzazioni non interrate contenenti fluidi (liquidi e/o gas) di diversa natura, con particolare riferimento ai problemi di sicurezza.
- ❑ Tubazioni posate in tunnel o cavedi: verranno identificate con nastro di plastica di colore brillante, larghezza minima 17cm, spessore minimo 4 mm.

### **10.11 Tabelle delle intercettazioni e delle attrezzature**

Dovrà essere fornita una tabella riportante l'elenco delle linee di tubazioni e canali indicante: la numerazione, il tipo di servizio, con la posizione indicata delle targhette identificative delle tubazioni, dei canali e delle componenti principali costituenti l'impianto. L'elenco riporterà la simbologia e la codifica dei colori impiegati. Verrà redatta inoltre una pianta chiave le valvole e le linee principali di tubazioni, lo stesso per sistemi di canali e serrande. Questa pianta verrà riprodotta ed esposta in ogni locale tecnico.

Sarà inoltre fornito un elenco dell'attrezzature di pronto intervento indicante l'ubicazione delle stesse, l'area servita, con il numero dell'attrezzatura. L'elenco verrà riprodotto ed esposto in ogni locale tecnico.

### **10.12 Controlli**

E' richiesta la fornitura di targhette di identificazione in plastica che indichino lo stato degli organi di intercettazione e degli azionamenti manuali.

## 11 PROVVEDIMENTI CONTRO LA TRASMISSIONE DELLE VIBRAZIONI

La valutazione del livello di trasmissibilità massima accettabile verso le strutture con cui le attrezzature vengono in contatto, è approfondita nella documentazione tecnica a cura del Consulente Acustico di Progetto.

A completamento delle indicazioni contenute nella documentazione acustica del Consulente Acustico incaricato, nel seguito si riportano alcune prescrizioni di carattere generale.

Ove le prescrizioni contenute nella documentazione del Consulente Acustico di Progetto fossero maggiormente restrittive rispetto alle indicazioni di seguito riportate, devono essere considerate valide le prime.

Apparecchiatura	Tipologia	Localizzazione	Tipo di sistema antivibrante
Unità motocondensanti esterne per sistemi ad espansione diretta		Tutte	Molle con limitatori degli spostamenti, applicate al telaio dell'apparecchiatura
Ventilconvettori, recuperatori calore e unità di ventilazione installate sospese a soffitto (in controsoffitti o in vista)		Tutte	Tamponi in gomma

- ☐ Le parti in movimento delle macchine devono essere equilibrate staticamente e dinamicamente.
- ☐ Tutte le macchine rotanti o comunque fonti di possibili vibrazioni devono essere posate su supporti antivibranti opportunamente dimensionati a cura del produttore ed in accordo le specifiche del Consulente Acustico di Progetto.
- ☐ I sistemi antivibranti devono essere forniti ed installati completi di tutti gli elementi necessari alla realizzazione (profilati ausiliari, bulloni di fissaggio, tirafondi, ecc.) comprese eventuali piastre o profilati di ripartizione dei carichi puntuali.
- ☐ La Ditta Appaltatrice è tenuta a fornire, entro i termini contrattuali, i disegni dei basamenti delle apparecchiature di sua fornitura ed a fornire tutti i dispositivi antivibranti.
- ☐ La Ditta Appaltatrice è altresì tenuta a verificare che i basamenti siano realizzati in accordo con quanto previsto nei disegni costruttivi.
- ☐ In ogni caso, deve essere assicurato un grado di isolamento non inferiore al 90%.
- ☐ La scelta del tipo di antivibrante deve essere fatta considerando le condizioni di carico, la temperatura di esercizio e la presenza di sostanze aggressive.
- ☐ Non è ammesso l'uso di sughero o feltri, in sostituzione degli elastomeri.
- ☐ Le molle non guidate elicoidali soggette a compressione devono avere diametri di spira abbastanza ampi per non piegarsi lateralmente sotto il carico (nel caso in cui gli ingombri non permettano ampi diametri fare ricorso a guide stabilizzatrici).
- ☐ Per apparecchiature che possono avere variazioni di peso rilevanti tra funzionamento e stand-by (quali per esempio boilers, gruppi frigoriferi, torri evaporative) devono essere previste delle molle con dei blocchi di fine corsa che impediscano movimenti eccessivi allo scarico.
- ☐ Quando necessario devono essere previsti dei reggispinta per oscillazioni trasversali.
- ☐ Le apparecchiature quali pompe, ventilatori e gruppi frigoriferi devono essere sempre corredate di giunti elastici al fine di evitare le trasmissioni di vibrazioni ai canali ed alle tubazioni.

- ❑ I canali e le tubazioni devono essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue, provenienti dalla macchina o dovute alla circolazione dei fluidi.

## 12 LIMITAZIONE DELLA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI

Gli impianti devono essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli prescritti dalla normativa vigente.

La verifica del rispetto dei livelli massimi ammissibili indicati nella normativa vigente, è analizzata nella documentazione tecnica a cura del Consulente Acustico di Progetto.

A completamento delle indicazioni contenute nella documentazione acustica del Consulente Acustico di Progetto, nel seguito riportiamo, a scopo puramente indicativo, alcuni criteri di carattere generale considerati nella progettazione degli impianti meccanici.

Ove le prescrizioni contenute nella documentazione del Consulente Acustico di Progetto fossero maggiormente restrittive rispetto alle indicazioni di seguito riportate, devono essere considerate valide le prime.

- ❑ Le apparecchiature devono essere di ottima qualità con adeguato isolamento acustico per basse frequenze. I costruttori devono dettagliare le caratteristiche acustiche relative in termini di pressione e/o potenza sonora per bande di ottava da 63 a 8000 Hz.
- ❑ Non devono essere utilizzati motori con velocità di rotazione superiore a 1500 RPM salvo esplicita autorizzazione.
- ❑ Quando necessario, devono essere previsti silenziatori o altri dispositivi di attenuazione acustica.
- ❑ Per evitare i rumori derivanti dalle dilatazioni delle tubazioni devono prevedersi dispositivi di dilatazione con supporti che consentano tutti i possibili spostamenti.
- ❑ Gli attraversamenti di solette e pareti devono essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, prevedendo ad esempio guaine adeguate.
- ❑ Le tubazioni devono essere fissate in modo da evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura, a tal fine devono essere previsti idonei collari dotati di guaina in neoprene.
- ❑ Per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari devono essere previsti di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni.
- ❑ Tutti i punti di contatto degli apparecchi sanitari con la struttura devono essere muniti di antivibranti.
- ❑ Al fine di attenuare il rumore dovuto all'impatto dell'acqua nelle tubazioni di scarico e nelle colonne, gli innesti sui collettori suborizzontali non devono avere un angolo superiore a 67°.

La Ditta Appaltatrice dovrà includere nella sua quotazione tutti gli accorgimenti atti ad impedire che negli ambienti occupati vengano superati i livelli sonori prescritti dal Consulente Acustico di Progetto.

Gli accorgimenti che la Ditta Appaltatrice dovrà quotare, potranno interessare:

- ❑ le fonti di rumore, prevedendo apparecchiature sufficientemente silenziose, sia rispetto al rumore irraggiato in ambiente esterno, sia rispetto al rumore immesso nella rete di distribuzione;
- ❑ l'isolamento acustico delle fonti di rumore, con cuffie afoniche e trattamenti acustici in genere;
- ❑ l'attenuazione acustica del rumore immesso nella rete di distribuzione, ottenuta dai componenti dell'impianto (silenziatori, canali flessibili silenziati, cross-talk, plenum silenziati)
- ❑ l'ottimizzazione del rumore generato dai diffusori (scelta di elementi con basso rumore autogenerato)
- ❑ la progettazione dei basamenti con soluzioni il più possibile performanti
- ❑ Le prove ed i collaudi da effettuare per il controllo del livello sonoro devono essere effettuate in accordo con la metodologia descritta nella norma UNI 8199:2016 e/o nella norma UNI EN ISO 16032:2005, e comunque in accordo con le indicazioni fornite dal Consulente Acustico

## 13 PROVE E VERIFICHE IN CORSO D'OPERA E FINALI - IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Le prove e le verifiche sottoelencate devono essere eseguite a cura della Ditta che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni "come costruito".

Le prove e le verifiche devono essere pianificate dall'Appaltatore; deve essere emesso da parte dell'Appaltatore un Piano di Controllo Qualità che deve essere approvato dalla Direzione Lavori prima dell'avviamento delle attività di cantiere.

Il Collaudatore controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con la Ditta.

Il Collaudatore eseguirà anche in corso d'opera, e/o sede di collaudo provvisorio la verifica quantitativa e qualitativa delle installazioni per accertarne, in linea di principio, le conformità con le caratteristiche fondamentali indicate dal capitolato.

### 13.1 Generalità

Le prove e le verifiche sia in corso d'opera sia finali relative agli impianti di riscaldamento e climatizzazione devono essere eseguite in conformità alle Norme UNI EN 12599 "Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria"; e UNI 11169 "Impianti di climatizzazione degli edifici - Impianti aeraulici ai fini di benessere - Procedure per il collaudo" e UNI 5364 "Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo".

I risultati dei collaudi devono essere riportati su moduli approvati dalla Direzione Lavori.

In tali moduli devono essere almeno riportati: la data di effettuazione, le persone presenti, le grandezze misurate, i valori rilevati, i valori di progetto o limite, gli strumenti utilizzati.

I moduli devono essere firmati dall'operatore che ha effettuato le prove e controfirmati dalla Direzione Lavori.

Per tutte le misurazioni devono essere utilizzati strumenti con taratura in grado di garantire la riferibilità a campioni riconosciuti nazionali od internazionali. L'Appaltatore è tenuto a presentare i certificati di taratura della strumentazione utilizzata.

### 13.2 Controllo preliminare

Il controllo preliminare ha lo scopo di assicurare che l'impianto è stato installato per intero e conformemente alle regole dell'arte e alle prescrizioni di capitolato.

Sono inclusi i seguenti controlli:

- ☐ confronto della fornitura con le specifiche, con riferimento a quantità e tipi e, se necessario, alle caratteristiche tecniche ed alle parti di ricambio;
- ☐ controllo della conformità alle regole e norme tecniche;
- ☐ controllo dell'accessibilità del sistema ai fini del funzionamento, della pulizia e della manutenzione;
- ☐ controllo della pulizia del sistema, come nella ENV 12097;
- ☐ controllo della disponibilità di tutti i documenti necessari per il funzionamento.

Una descrizione delle operazioni da eseguire in sede di controllo di completezza è illustrata dell'appendice A della norma UNI EN 12599.

La documentazione di tali verifiche deve essere raccolta dall'appaltatore in apposite schede di controllo; i modelli di tali schede devono essere contenuti nel Piano di Controllo Qualità.

### 13.3 Controlli funzionali

Scopo dei controlli funzionali è di verificare la capacità operativa dell'impianto conformemente alle specifiche di progetto. Le prove devono stabilire che i componenti del sistema (ad esempio :filtri, ventilatori, scambiatori di calore, refrigeratori, umidificatori siano stati correttamente installati e siano efficienti.

È necessario che i lavori di installazione siano completati e che siano state completate tutte le operazioni di taratura e bilanciatura indicate nelle specifiche tecniche dei componenti e delle reti di distribuzione.

Per tutti i diversi tipi di apparecchiature installate devono essere effettuati controlli funzionali.

La documentazione di tali verifiche deve essere raccolta dall'appaltatore in apposite schede di controllo; i modelli di tali schede devono essere contenuti nel Piano di Controllo Qualità; sempre nel piano di controllo qualità deve essere definito l'elenco dei controlli e l'estensione degli stessi.

Indicazioni per la redazione dell'elenco e l'estensione dei controlli sono contenute nelle appendici B e C della norma UNI EN 12599.

### 13.4 Prove e verifiche in corso d'opera

Sono le prove e verifiche da effettuare su materiali e parti di impianto non più accessibili una volta completati i lavori senza interventi di carattere distruttivo.

#### 13.4.1 Prove idrauliche e prove di tenuta

Le prove idrauliche e le prove di tenuta devono essere effettuate come previsto nelle specifiche relative alle tubazioni.

#### 13.4.2 Prove di circolazione dei fluidi

Le prove riguardano la circolazione dei diversi fluidi, nonché dell'aria percorrente i vari circuiti ed attraversante le diverse bocchette.

- Le prove devono accertare:
  - la perfetta tenuta delle tubazioni e dei canali ed il mantenimento dell'assetto regolare anche a seguito delle massime variazioni di temperatura e di pressione;
  - l'alimentazione di tutti gli apparecchi e di tutte le bocche di immissione con le portate, temperature e pressioni di calcolo;
  - la possibilità di vuotare tutte le tubazioni e di sfogare l'aria dai punti più alti;
  - lo stato di pulizia dei tubi e dei canali;
  - la corretta taratura degli organi scelti per equilibrare i diversi circuiti;
  - l'appropriata taratura ed il regolare funzionamento delle apparecchiature di regolazione automatica.

### 13.5 Misurazioni funzionali

Lo scopo delle misurazioni funzionali è di avere la garanzia che il sistema raggiunga le condizioni di progetto con le tarature definite.

La documentazione di tali verifiche deve essere raccolta dall'appaltatore in apposite schede di collaudo; i modelli di tali schede devono essere contenuti nel Piano di Controllo Qualità; sempre nel piano di controllo qualità deve essere definito l'elenco dei controlli e l'estensione degli stessi; per la definizione dell'estensione dei controlli si deve fare riferimento all'appendice D della norma UNI EN 12599.



L'Incertezza massima ammessa per i parametri di misura è indicata nella tabella seguente

Parametri Incertezza*)	
Portata d'aria in ogni singolo ambiente	±15%
Portata d'aria per ogni impianto	±15%
Temperatura dell'aria di mandata	±2 °C
Umidità relativa [RH]	±15% RH
Velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone	±0,05 m/s
Temperatura dell'aria nella zona occupata dalle persone	±1,5 °C
Livello di pressione sonora ponderato A nell'ambiente	±3 dBA

\*) I valori indicati comprendono sia le tolleranze ammesse in sede di progetto sia gli errori di misura.

□ Le misure riguardano:

- misure di temperatura dell'aria ambiente ed esterna;
- misure di umidità relativa dell'aria ambiente ed esterna;
- misure di velocità dell'aria ambiente;
- misure di portata dell'aria immessa in ambiente;
- misure di livello di pressione sonora in ambiente;
- prestazioni delle apparecchiature.

### 13.5.1 Misure di temperatura

Le misure di temperatura devono essere eseguite con strumenti aventi una sensibilità tale da consentire di apprezzare variazioni di temperatura di 0,25°C e la possibilità di registrazione giornaliera e settimanale.

□ Le misure riguardano:

- temperatura esterna;
- temperatura interna;
- temperatura dei fluidi.

### 13.5.2 Misure di temperatura esterna

Nelle prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna, salvo esplicita diversa indicazione, si intende la registrazione delle temperature esterne a partire dalle 24 ore precedenti le rilevazioni delle temperature interne.

Le misure vanno effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dalla parete esterna dell'edificio.

Nelle prove relative al funzionamento estivo, salvo esplicita diversa indicazione, si registrano le temperature all'ombra, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna, che sono effettuate dopo che l'impianto ha raggiunto le condizioni di regime, durante le ore più calde del giorno, dalle ore 12 alle ore 16.

Nel caso in cui durante le misure di collaudo non si verificassero all'esterno le condizioni termoigrometriche previste in contratto, devono essere seguite le prescrizioni dettagliate nei paragrafi 3.2.2.1., 3.2.2.2., 3.2.3. delle già citate norme UNI 5104.

### **13.5.3 Misure di temperatura interna**

La temperatura interna deve essere misurata nella parte centrale degli ambienti ad una altezza di 1,50 m dal pavimento ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante.

In presenza di superfici di elevata dimensione e temperatura sensibilmente inferiore alla temperatura dell'aria (pannelli radianti ovvero superfici vetrate di grande dimensione) deve essere effettuata una valutazione della temperatura operative e delle temperature medie radianti per verificare eventuali situazioni di disagio termico locale; tali misure devono essere effettuate con classe di campionamento A.

Deve essere verificata la differenza verticale di temperatura dell'aria tra testa e caviglie con classe di campionamento A.

La misura istantanea della temperatura deve essere effettuata con una classe di campionamento C, la registrazione di temperatura per 24 ore deve essere effettuata con una classe di campionamento A.

### **13.6 Misure di portata**

Le misure di portata devono accertare che le portate di aria di un dato ambiente siano quelle corrispondenti a valori prefissati o garantiti.

In particolare deve essere verificato che la portata di aria esterna di ventilazione non sia inferiore ai limiti stabiliti.

La misurazione può essere effettuata in uno dei seguenti modi:

- ☐ in una sezione retta di un canale;
- ☐ con un dispositivo di strozzamento;
- ☐ in una sezione retta di una camera o di un dispositivo;
- ☐ ai terminali

Per le metodologie di misura riferirsi all'appendice E della norma UNI EN 12599.

In aggiunta alle metodologie indicate, per i terminali è ammesso l'utilizzo di misuratori "a tramoggia" (Alnor Balometer).

### **13.7 Misure di livello di rumore**

#### **13.7.1 Strumentazione, modalità e criteri di misura**

I fonometri devono avere caratteristiche conformi a quelle indicate per i "fonometri di precisione" dall'"International Electrotechnical Commission" (I.E.C.), standard 651 tipo 1, oppure dall' "American National Standard Institute" (A.N.S.I.), S1.4-1971 tipo 1.

Il fonometro deve essere dotato di batteria di filtri a bande di ottava di frequenze centrali :

31,5 / 63 / 125 / 250 / 500 / 1.000 / 2.000 / 4.000 / 8.000 Hz

Il fonometro deve essere tarato all'inizio ed al termine di ogni serie di rilievi.

### **13.7.2 Modalità generali di misura del rumore interno**

Le misure devono essere effettuate in base a quanto indicato nella norma UNI 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione". Per ridurre od evitare i disturbi dovuti alle onde stazionarie è opportuno eseguire almeno 3 rilievi ruotando il microfono su quarti di circonferenza di raggio 0,5 m nei due sensi.

- Le eventuali misurazioni del rumore di fondo devono essere effettuate, in accordo con le definizioni e prescrizioni riportate nella norma citata, con le seguenti modalità operative:
  - utilizzo di un fonometro con curva di ponderazione A e costante di tempo "fast"
  - rilevazione e registrazione, con utilizzo di un cronometro o contasecondi, del livello sonoro ponderato ogni 10 secondi per un totale di 12 rilevazioni
  - il livello del rumore di fondo è quello superato o eguagliato nel 90% delle rilevazioni.

### **13.7.3 Modalità generali di misura del rumore verso l'esterno**

Le misure devono essere effettuate in accordo con il DPCM 1 Marzo 1991.

## **13.8 Prestazioni delle apparecchiature**

Le verifiche delle prestazioni delle apparecchiature comprendono le prove e le misure prescritte nelle specifiche tecniche relative.

Per le metodologie di misura riferirsi alle appendici E ed F della norma UNI EN 12599.

## **14 MANUALE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE**

### **14.1 Manuale di Esercizio e Manutenzione**

La Ditta Installatrice dovrà produrre il Manuale di Esercizio e Manutenzione degli Impianti da sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori, entro i termini stabiliti nella parte generale normativa.

La documentazione sarà presentata in due copie.

Una copia sarà restituita con commenti e l'Installatore meccanico è tenuto ad effettuare le correzioni richieste entro 14 giorni dal ricevimento della documentazione.

L'Installatore meccanico consegnerà quindi due copie finali corrette alla Direzione Lavori.

Il manuale di esercizio e manutenzione deve essere suddiviso in sezioni, con una sequenza logica tra di esse.

Il contenuto di ogni sezione deve essere illustrato in un indice generale.

Il manuale di esercizio e manutenzione deve essere raccolto in uno o più raccoglitori di formato opportuno e di solida costruzione.

Il manuale deve comprendere almeno le seguenti parti :

#### **14.1.1 Introduzione**

Conterrà l'oggetto della descrizione, una lista delle abbreviazioni e l'elenco dei disegni.

Dovrà inoltre contenere una serie di indirizzi e numeri telefonici utili per l'esercizio dell'impianto (personale per riparazioni urgenti, centri di assistenza di apparecchiature, ecc.).

#### **14.1.2 Descrizione Generale degli Impianti**

Conterrà una descrizione dettagliata degli impianti e degli schemi di principio per illustrare il funzionamento.

La descrizione sarà scritta in modo tale da essere facilmente comprensibile anche per personale "non tecnico".

#### **14.1.3 Dati di progetto e di riferimento**

Conterrà i dati di progetto per le temperature ed umidità relative negli ambienti, ed i dati tecnici principali di progetto (carichi termici, potenze termiche e frigorifere installate, portate aria, ecc.).

#### **14.1.4 Tabelle dati tecnici apparecchiature**

Conterrà le condizioni di progetto di tutte le apparecchiature (portate, temperature, potenze termiche ed elettriche, prevalenze, rendimenti, ecc.).

In testa alla sezione deve essere inserito un indice del contenuto.

Qualora vengano utilizzati diagrammi estratti da cataloghi tecnici per definire le condizioni di progetto, deve essere sempre chiaramente individuato il punto di progetto e la sigla della apparecchiature.

#### **14.1.5 Procedure generali di gestione e note sulla manutenzione, incluso le modalità di funzionamento e taratura dei sistemi di regolazione automatica**

Conterrà le indicazioni relative alle tecniche di misura ed agli strumenti da impiegare per verificare periodicamente le prestazioni degli impianti.

Conterrà inoltre le prescrizioni generali di sicurezza, indicazioni relative alla manutenzione preventiva ed alla registrazione dei dati delle apparecchiature.

#### **14.1.6 Procedure particolari di esercizio e manutenzione, per le varie apparecchiature**

Conterrà le istruzioni per le normali operazioni di gestione dell'impianto, quali l'avviamento, le ispezioni periodiche, il controllo e la sostituzione di cinghie o guarnizioni, la pulizia e la sostituzione di filtri, lubrificazioni, ecc.

In particolare devono essere indicate le operazioni di controllo e manutenzione degli impianti ai sensi delle Norme UNI 8065-UNI 9317-UNI 8364, del DM 443/90 e del DPR 412/93.

#### **14.1.7 Procedure di emergenza**

Conterrà le istruzioni per l'arresto immediato in emergenza dell'impianto, e le istruzioni di Pronto Soccorso in caso di incidente.

#### **14.1.8 Lista di individuazione delle cause più comuni di malfunzionamento**

Conterrà una guida generale per la individuazione delle situazioni di guasto o malfunzionamento dell'impianto, oltre alle schede di diagnosi delle singole apparecchiature, come suggerito dalle case costruttrici.

#### **14.1.9 Tabella delle operazioni di manutenzione periodica**

Dovrà essere predisposta una tabella che indichi su base annuale le operazioni di manutenzione periodica richieste e la loro frequenza.

Dovrà inoltre essere fornita un modulo base per la registrazione degli interventi di manutenzione, con indicazione della operazione effettuata, data, firma dell'operatore, azioni intraprese, note.

#### **14.1.10 Verbali di collaudo e risultati delle prove**

Conterrà l'archivio delle registrazioni relative alle operazioni di collaudo.

#### **14.1.11 Lista delle parti di ricambio**

Conterrà l'elenco delle parti di ricambio, e la lista dei ricambi da tenere a magazzino consigliati dai costruttori delle apparecchiature.

#### **14.1.12 Certificati di collaudo, di omologazione o di conformità**

Conterrà tutti i certificati di collaudo, di omologazione o di conformità prescritti nelle specifiche tecniche.

#### **14.1.13 Tabella valvole e diagrammi valvole di taratura**

Conterrà la scheda delle valvole impiegate e i diagrammi delle valvole di taratura.

#### **14.1.14 Documentazioni tecniche ed illustrative dei costruttori**

Conterrà le copie dei cataloghi tecnici delle apparecchiature presenti nell'impianto.

In testa alla sezione deve essere inserito un indice del contenuto.

Si ogni catalogo tecnico deve essere chiaramente indicata la sigla delle apparecchiature, come utilizzato nella documentazione come costruito.

#### **14.1.15 Disegni "Come Costruito"**

Conterrà l'archivio dei disegni "come costruito"

### **14.2 Disegni "Come Costruito"**

L'installatore meccanico dovrà produrre i disegni "come costruito" relativi alle opere realizzate.

I disegni saranno consegnati in due copie, entro i termini stabiliti nella parte generale normativa

Una copia sarà restituita con commenti e l'Installatore meccanico è tenuto ad effettuare le correzioni richieste entro 14 giorni dal ricevimento.

L'Installatore meccanico consegnerà quindi due tre copie finali corrette alla Direzione Lavori, di cui una riproducibile.

I disegni conterranno, nella scala richiesta dalla Direzione Lavori, le esatte localizzazioni e identificazioni di apparecchiature e componenti (incluso valvolame, dilatatori, punti fissi, punti scorrevoli, scarichi, sfiati, strumentazione, valvole di regolazione e sensori, serrande, diffusori, griglie, batterie da canale, supporti, staffaggi, ecc.)

I disegni conterranno inoltre le planimetrie e dettagli dei percorsi dei cavi di strumentazione.

Faranno parte dei disegni "come costruito" anche gli schemi funzionali e di distribuzione (quando necessari) e gli schemi elettrici e di regolazione automatica.