FUTURA

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU · Ministero dell'Istruzione e del Merito · Italiadomani

Comune di
Piombino Dese
Provincia di Padova

REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO COMUNALE INSERITO NEL NUOVO POLO D'INFANZIA DEL COMUNE DI PIOMBINO DESE (PD)

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA Next Generation EU- PNRR

FASE DI PROGETTO:

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

fase	area	elaborato	n. elaborato	revisione	scala
PF	IO	RE	11	00	-----

CODICE ALLEGATO:

C.U.P.: B45E22000320006 (asilo nido)
C.U.P.: B42C22000220006 (scuola infanzia)

DESCRIZIONE ALLEGATO:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI

LOCALIZZAZIONE INTERVENTO:

Comune di PIOMBINO DESE,
Località RONCHI (PD) - Via Ronchi Sinistra n. 7
codice meccanografico istituto: PDIC86300R
codice meccanografico PES: PDAA86301N

Catastalmente censito:
C.T. Foglio 31 Mappale 279, 572, 1048, 1049
C.F. Foglio 31 Mappale 279 sub.4-6
Foglio 31 Mappale 572 sub.2

R.U.P. : **ing. ENRICO SARTOREL**

COMMITTENTE:

COMUNE DI PIOMBINO DESE
Area III^ - Servizi Tecnici

Piazza A. Palladio n. 1 - 35017 - Piombino Dese (PD)
p.iva: 00648560282 - c.f.: 80009710288

STUDI PROGETTAZIONE

Capogruppo Mandataria:

desARCHI
DAL CORSO & SCAPIN architetti

Dal Corso e Scapin architetti
Via Montesanto n. 9/A
30036 S. Maria di Sala (VE)
P.IVA 02606610273

ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI VENEZIA
SEZIONE A ARCHITETTO
FIDENZIO DAL CORSO N° 1297

STAFF DI PROGETTAZIONE

ARCHITETTONICO-STRUTTURALE e COORD. SICUR. IN PROGETTAZIONE: Arch. Fidenzio Dal Corso, Arch. Alessandro Dal Corso

STRUTTURE: Ing. Otello Bergamo

IMPIANTI: Ing. Boscolo, Ing. Guida

COLLABORATORI:
Arch. Chiara Scapin
Arch. Federica Bellardita
Ing. Michele Granziero
Arch. Nicolò Baldan
Geom. Chiara Da Lio
Arch. Fabio Camberini
Arch. Lorenzo Marconi
Ing. Valerio Bagagli
Ing. Luca Lanatà
Dott. Ing. Mattia Giannetti
Ing. Marco di Russo
Arch. Giovanni Biscarini
Arch. Lorenzo Povelato
Ing. Chiara Maria Ciatto
Arch. Luigi Passerello
Ing. Rolando Di Lorenzo
Dott. Ing. Davide Stefani
Arch. Erica Agnese Corvino
Ing. Giuseppe Versace
Ing. Angela Pisciotta
Ing. Enrica Pirronello
Arch. Valerio Bazzano
p.i. Marco Zucchetto
Luca Bragato
p.i.Riccardo Candiani
Ing. Massimo Simeone

rev.	descrizione	data	redatto	controllato
00	Prima emissione progetto di fattibilità tecnico economica	Marzo 2023	F.D.C.	F.D.C.

file: PF_IO_RE_11_00 - Capitolato speciale d'appalto - Impianti Meccanici ed Elettrici | data emissione: Marzo 2023

Ai termini di legge il presente elaborato non può essere riprodotto e comunicato a terzi senza espressa e preventiva autorizzazione del titolare

Copyright© by DAL CORSO & SCAPIN architetti

COMUNE DI PIOMBINO DESE
Piazza A. Palladio 1
35017 - Piombino Dese (PD)

LAVORI DI: REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO COMUNALE INSERITO NEL NUOVO POLO D'INFANZIA DEL COMUNE DI PIOMBINO DESE – PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA Next Generation EU- PNRR

C.U.P.: B45E22000320006 (asilo nido)

C.U.P.: B42C22000220006 (scuola infanzia)

R.U.P.: ing. ENRICO SARTOREL

COMMITTENTE: COMUNE DI PIOMBINO DESE - AREA III^ – Servizi Tecnici
Piazza A. Palladio n°1 - 35017– Piombino Dese (PD)
p.iva: 00648560282 - c.f.: 80009710288

PROGETTISTA: DAL CORSO & SCAPIN ARCHITETTI arch. FIDENZIO DAL CORSO
Via Montesanto n°9/A – 30036 SANTA MARIA DI SALA (VE)
P.Iva 02606610273

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI

Sommario

1. INTRODUZIONE IMPIANTI MECCANICI 6

1.3.1 Generalità 7

1.3.2 Verifiche e prove preliminari 7

1.3.3 Tempi e metodi di esecuzione 8

1.4.1 Collaudo funzionale definitivo 8

2. OPERE ACCESSORIE AGLI IMPIANTI 9

2.1.1 Opere in ferro, alluminio e ghisa - Norme generali e particolari 9

2.1.2 Attraversamenti di compartimenti antincendio 9

2.1.3 Mensolame e staffaggio antisismico per impianti 10

2.1.4 Progettazione ecocompatibile 11

3. TUBAZIONI ED ISOLAMENTI PER APPARECCHIATURE MECCANICHE 11

3.1.1 Segnalazione delle condotte 11

3.2.1 Materiali 12

3.2.2 Posa in opera 12

3.2.3 Staffaggi e supporti 12

3.2.4 Accessori, finitura, protezioni. 13

3.2.5 Compensatori di dilatazione 13

3.3.1 Materiali 14

3.3.2 Posa in opera, staffaggi, ecc. 14

3.3.3 Accessori, finitura, protezione 14

3.3.4 Tubazioni in rame 14

3.4.1 Tubazioni per posa esterna 15

3.4.2 Tubazioni per posa interna 16

3.4.3 Tubazioni in polietilene reticolato multistrato Mplex per reti di distribuzione primarie impianto sanitario e primarie / secondarie per il riscaldamento 16

3.4.4 Tubazioni in polietilene reticolato Vplex per la distribuzione secondarie impianto sanitario 17

3.4.5 Tubi di PVC rigido non plastificato 17

3.5.1 Caratteristiche generali 17

3.5.2 Tubazioni 17

3.5.3 Materiali isolanti 18

3.5.4 Spessori dell'isolamento tubazioni convoglianti fluidi caldi. 18

3.5.5 Tecnologie di posa. 18

3.5.6 Finitura isolamento in lamierino di alluminio per tubazioni e serbatoi 19

3.5.7 Isolamento per valvole, pompe etc. in alluminio 19

4. IMPIANTISTICA TERMOIDRAULICA 19

4.2.1 Alimentazione dell'acqua 20

4.2.2 Distribuzione dell'acqua fredda 20

4.3.1 Generalità 21
4.3.2 Installazione 21
4.3.3 Esercizio 22
4.3.4 Pompe per installazione diretta sulle tubazioni 22
4.4.1 Generalità 22
4.4.2 Valvole di intercettazione e di ritegno 23
4.4.3 Valvole di sicurezza 24
4.4.4 Accessori vari 24
5. IMPIANTISTICA DI CONDIZIONAMENTO 26
5.1.1 Raffreddamento del gruppo frigorifero 26
5.2.1 Fornitura e posa in opera di nuovi dispositivi 27
5.3.1 Fornitura e posa in opera di nuovi dispositivi 27
5.4.1 Materiali 28
5.4.2 Acciaio zincato 28
5.4.3 Finiture speciale dell'acciaio zincato 29
5.4.4 Acciaio inossidabile 29
5.4.5 Finiture superficiali dell'acciaio inossidabile 30
5.4.6 Acciaio verniciato e preverniciato 30
5.4.7 Zinco Alluminio 30
5.4.8 Alluminio 30
5.4.9 Spessori 31
5.4.10 Condotte Rettangolari 31
5.4.11 Condotte Circolari 31
5.4.12 Determinazione del peso della condotta 32
5.4.13 Rinforzi 32
5.4.14 Giunzioni longitudinali 32
5.4.15 Giunzioni trasversali 33
5.4.16 Sezione circolare 34
5.4.17 Sezione rettangolare 34
5.4.18 Staffaggi 34
5.4.19 Fissaggio alla struttura dell'edificio 34
5.5.1 Materiali, struttura ed accorgimento costruttivi 36
5.5.2 Rinforzi 36
5.5.3 Flangiatura 36
5.5.4 Staffaggio 36
5.5.5 Ispezione 37
5.5.6 Collegamenti alle UTA/CTA/Roof-Top/Pompe di calore 37

5.6.1 Bocchette di mandata aria 37
5.6.2 Diffusore di mandata 37
5.6.3 Griglia di ripresa in alluminio o acciaio 37
5.6.4 Griglia di transito in alluminio e/o acciaio 38
5.7.1 Unità esterna....38
5.7.2 Unità interna 38
5.7.3 Tubazioni in rame per impianti ad espansione diretta 38
5.8.1 Unità esterne condensate ad aria....39
5.8.2 Caratteristiche principali dell'impianto elettrico 40
5.8.3 Unità interne 40
5.8.4 Tubazioni in rame....41
5.8.5 Giunti e collettori 42
5.8.6 Coibentazione Tubazioni....42
5.8.7 Cavo trasmissione dati 42
5.8.8 Comando locale a filo....42
5.8.9 Comando centralizzato "Intelligent Touch Manager" 43
5.8.10 Tubazioni di scarico della condensa....43
5.8.11 Avvertenze per la corretta installazione di sistemi ad espansione diretta tipo VRV 44
5.8.12 Tubazioni frigorifere e saldature....44
5.8.13 Operazioni di pressatura del circuito frigorifero....44
5.8.14 Operazioni di collaudo e primo avviamento....45
6. IMPIANTISTICA ANTINCENDIO 46
6.1 ESTINTORI 46
6.2 IDRANTI 46
7. FOGNATURE 46
7.1 FOGNATURE....46
7.1.1 Prescrizioni di categoria 46
7.1.2 Obbligo della manutenzione delle opere durante il periodo di garanzia-collaudo 47
7.1.3 Difetti di costruzione ed esecuzione dei lavori d'ufficio 47
7.2 FORNITURE ENORMATIVE....47
7.2.1 Generalita'....47
7.2.2 Manufatti prefabbricati 47
7.2.3 Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD e HDPE) 48
7.2.4 Tubazioni in PVC rigido (policloruro di vinile non plastificato)....48
7.2.5 Metalli, profilati, trafilati, tubi, lamiere, lastre 49
7.2.5.1. Metalli ferrosi....49
7.2.5.2. Metalli non ferrosi 49
1. INTRODUZIONE IMPIANTI ELETTRICI 50

2. OPERE MURARIE E MEZZI D'OPERA 54
3. IMPIANTI ELETTRICI 56
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEI LAVORI – IMPIANTO TRASMISSIONE DATI 85

1. INTRODUZIONE IMPIANTI MECCANICI

Questo documento è parte integrante del Capitolato Speciale di Appalto delle lavorazioni e si pone l'obiettivo di definire le linee generali di modalità di realizzazione e di posa in opera delle lavorazioni descritte negli altri documenti di progetto, in particolare nelle relazioni tecniche e nelle tavole grafiche di progetto relativamente agli impianti tecnologici.
In questo documento troveranno posto descrizioni di opere e lavorazioni che non necessariamente sono indicate nei documenti di progetto, la cui verifica sarà cura ed onere a carico dell'Appaltatore. In ogni caso tali descrizioni saranno adattate anche per quelle lavorazioni non descritte nei documenti di progetto ma che si rendessero necessarie in fase di esecuzione di cantiere.

1.1 OBBLIGHI DI CARATTERE GENERALE

Si intendono a carico dell'Appaltatore con gestione a proprio rischio, l'organizzazione della mano d'opera, dei materiali e dei mezzi d'opera necessari. L'Appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, alla fornitura dei materiali e delle attrezzature in buono stato di conservazione, uso e misura necessaria alla rapida e corretta esecuzione dei lavori.
L'Appaltatore dovrà in particolare provvedere, intendendosi tutto ciò compreso nell'importo di appalto:
alla redazione del progetto costruttivo delle opere descritte da presentare prima dell'intervento per approvazione del Committente, comprensivo di:

- relazione tecnica di intervento e computo metrico delle opere;
  - planimetrie di dettaglio e generali dell'intervento;
  - schemi impianti elettrici;
  - schemi impianti meccanici;
- al trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie all'esecuzione dei lavori affidati;
- alla richiesta di eventuale occupazione del suolo pubblico al fine di posizionare i mezzi necessari per il tiro in copertura dei materiali previsti;
- alla fornitura dei materiali e dell'attrezzatura necessaria alla esecuzione dei lavori;
- alla prestazione di tutta la mano d'opera, specializzata e non, necessaria per l'esecuzione dei lavori e in numero sufficiente per rispettare i termini di consegna dell'opera;
- all'appressamento di tutte le misure antinfortunistiche previste dalla normativa vigente;
- allo scarico in cantiere, alla sistemazione e alla distribuzione nei posti di lavoro di tutti i materiali;
- alla pulizia del cantiere, e cioè al ricarico ed allontanamento di tutti i materiali di risulta e di rifiuto ovvero allo smaltimento in discariche autorizzate ovvero allo smaltimento secondo le normative vigenti in materia, allo sgombero delle attrezzature e delle aree occupate salvo diversa indicazione della Committenza;
- alla piena cooperazione con chi presente in cantiere, e soprattutto con chi preposto a gestire le azioni di coordinamento del personale e dei lavori come previsto dalle normative vigenti in materia di sicurezza ed igiene del lavoro ed in particolare al T.U. 81/2008;
- al rispetto degli orari di lavoro durante i quali sarà possibile l'accesso al cantiere, tale orario sarà definito dall'Impresa Appaltante tenuto conto dei Regolamenti Comunali vigenti, della stagione e di ogni eventuale altra limitazione presente;
- ai maggiori oneri derivanti da lavorazioni che si rendessero necessarie in regime notturno e/o festivo;
- alla necessità di porre in opera eventuali lavorazioni di natura provvisionale anche se non dovessero essere più recuperabili all'interno del cantiere;
- ai maggiori oneri derivanti dalla necessità di apprestare aree di cantiere mobili e/o temporanee, limitate alla sola lavorazione notturna e/o festiva, vista l'esigenza di garantire nelle ore successive alla sospensione delle operazioni il ripristino del funzionamento di tutta l'impiantistica;
- alla certificazione di essere in possesso dei requisiti minimi di perizia tecnica ed organizzativa per poter condurre le operazioni di manutenzione preventiva, correttiva e funzionale. Tale certificazione sarà assoggettata ad approvazione da parte della Committente e/o della Direzione Lavori, le quali potranno riservarsi, se del caso, anche dei sopralluoghi presso la sede dell'Appaltatore e/o di altri luoghi nei quali vengono svolti analoghi servizi a verifica e conferma della certificazione portata;
- ai maggiori oneri derivanti dal rifacimento di calcoli di dimensionamento;

- ogni altro onere non esplicitamente escluso.

1.2 SOPRALLUOGHI E DISEGNI DI MONTAGGIO

L'Appaltatore si impegna ad eseguire a mezzo di personale qualificato i necessari sopralluoghi sul sito ove si devono svolgere i lavori in Appalto, così da verificare, con piena e completa assunzione di responsabilità, che il progetto fornito dal S.A. sia realmente eseguibile. APP, sulla scorta degli elaborati di progetto allegati e delle informazioni assunte in proprio presso i progettisti del S.A. e presso i luoghi ove si devono svolgere i lavori, potrà proporre ad approvazione del S.A. e D.L. eventuali soluzioni progettuali alternative a quelle di partenza.
Con le scadenze programmate, APP dovrà sottoporre all'approvazione del S.A. i disegni particolareggiati di montaggio e, nel caso, soluzioni alternative a quelle prospettate dagli elaborati di progetto; APP non potrà dare inizio ad alcun lavoro ne' potrà procedere all'acquisto delle apparecchiature e dei materiali costituenti l'impianto, senza l'approvazione dei disegni costruttivi da parte del S.A. e della D.L..

1.3 COLLAUDI FUNZIONALI PROVVISORI

1.3.1 Generalità

A discrezione della Committente e della Direzione Lavori saranno eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune.
Dovranno inoltre essere sottoposti a prova di tenuta tutte le parti di impianto che dovessero essere poi chiuse e rese non più accessibili. La prova di tenuta sarà eseguita in rispetto alle norme di riferimento in materia e dovrà esserne rilasciato apposito verbale di collaudo, sia che questo risulti obbligatorio per norma (impianti antincendio) che no.

1.3.2 Verifiche e prove preliminari

Le verifiche e le prove preliminari devono essere effettuate durante l'esecuzione delle opere e completate prima dell'esecuzione del collaudo finale ovvero prima della comunicazione di ultimazione lavori, e sono schematicamente elencate:

- Prove meccaniche
  - avviamento apparecchiature;
  - prove di rumorosità;
- Prove elettriche
  - prove di funzionamento;
  - prove strumentali di coordinamento e intervento dei dispositivi di protezione;
  - prove di assorbimento;
- Prove idrauliche
  - prove di circolazione;
  - prove di portata;
  - prove di tenuta;
- Controlli di funzionamento apparecchiature pompe di circolazione;
  - organi di regolazione e tarature;
  - organi di regolazione e controllo;
- Taratura impianti

- bilanciamento circuiti di distribuzione;
- impostazione orari di avviamento caldaia ed elettropompe;
- taratura dispositivi di sicurezza.

1.3.3 Tempi e metodi di esecuzione

I tempi e i metodi di esecuzione delle prove di collaudo funzionale provvisorio dovranno essere comunicati con almeno due settimane di anticipo al Committente; i risultati ottenuti dovranno essere tempestivamente comunicati onde procedere ai collaudi finali.
Il Committente, ove trovasse da eccepire in ordine ai risultati perché non conformi ai dati tecnici di progetto e/o alle prescrizioni di capitolato, non daranno la loro approvazione all'esecuzione del collaudo funzionale definitivo, e quindi non emetteranno il verbale di ultimazione lavori finché da parte dell'Appaltatore non siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni ritenute necessarie dal Committente.
L'Appaltatore si obbliga ad eseguire tutti i lavori necessari ai fini dell'esecuzione del collaudo funzionale definitivo, dando comunicazione scritta al Committente dell'avvenuta esecuzione degli interventi.

1.4 COLLAUDO FUNZIONALE DEFINITIVO E COLLAUDO PRESTAZIONALE

1.4.1 *Collaudo funzionale definitivo*

Il collaudo funzionale definitivo delle opere appaltate dovrà risultare da apposito verbale sottoscritto in contraddittorio tra le parti. Lo stesso dovrà intervenire su richiesta dell'Impresa entro il termine di giorni quindici dalla constatazione di avvenuto adempimento di tutti gli obblighi, le modifiche, integrazioni, riparazioni e sostituzioni individuate in occasione del collaudo funzionale provvisorio e avverrà seguendo le norme UNI – CEI e tutte quelle stabilite in accordo il Committente in fase di contratto o durante l'esecuzione dei lavori.
Il collaudo funzionale definitivo per gli impianti di riscaldamento/condizionamento sarà fatto su n°2 fasi successive: una nel periodo invernale ed una nel periodo estivo con tempistiche definite dalla Direzione dei Lavori.
L'Appaltatore, oltre ad essere responsabile della perfetta manutenzione delle opere fino al collaudo funzionale definitivo, salvo i danni eventuali ed il normale deperimento dovuto a colpa ad uso di terzi, sarà poi tenuto ad eseguire i lavori di riparazione e modificazione che in sede di collaudo saranno giudicati necessari da parte del Committente.

1.5 DOCUMENTAZIONE DELL'APPALTATORE

L'appaltatore al completamento delle opere e prima di avviare le operazioni di collaudo dovrà consegnare:

- quattro copie della dichiarazione di conformità rilasciata ai sensi dell'art 7, comma 1 del D.M.37/08, nel rispetto delle norme di cui all'art. 6, su modello conforme all'Allegato I e Allegato II del D.M. 37/08 stesso;
- quattro copie su supporto cartaceo ed una su supporto magnetico, di tutti i disegni esecutivi e gli schemi definitivi degli impianti, aggiornati e rispecchianti l'esatta ubicazione di ogni componente degli impianti e riportanti comunque tutte le variazioni apportate, durante l'esecuzione delle opere, rispetto ai disegni originali;
- i certificati di verifica e collaudo delle macchine e delle apparecchiature utilizzate nella realizzazione degli impianti, per i quali tali certificati siano richiesti dalle vigenti Norme di legge;
- quattro copie di tutti gli elaborati tecnici di calcolo e descrittivi completamente conformi alle opere così come realmente eseguite ad alle apparecchiature fornite, limitatamente alle porzioni di impianto soggette a variazione rispetto alle condizioni di progetto;
- i libretti con le norme d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate;
- quattro copie del manuale operativo di conduzione e manutenzione degli impianti e delle apparecchiature installate, contenente almeno le seguenti indicazioni:
- descrizione sintetica del funzionamento dei singoli impianti e delle apparecchiature

- un elenco delle principali apparecchiature di regolazione con i dati di taratura e messa a punto finale dei vari dispositivi;
- la descrizione delle operazioni da compiersi in fase di avviamento iniziale e di quelle da effettuarsi ad ogni cambio di stagione;
- la descrizione delle operazioni di ordinaria manutenzione e la frequenza degli interventi;
- copia di tutta la specifica documentazione rilasciata per le apparecchiature più importanti delle Ditte costruttrici;
- l'elenco delle parti di ricambio consigliate per il funzionamento degli impianti;
- quattro copie dei valori rilevati per le grandezze oggetto di misurazione, di cui allo specifico capitolo.
- L'Appaltatore accompagnerà questi documenti con lettera, una copia della quale sarà sottoscritta dalla S.A. per accettazione. Il visto della D.L. non esonera comunque APP da alcuna responsabilità civile o penale.
- S.A. prenderà in consegna gli impianti solo dopo l'ultimazione e non appena APP avrà ottemperato ai punti di cui sopra. In caso di ritardo nel fornire quanto sopra, S.A. si riserva la facoltà, una volta ultimati i lavori, di imporre ad APP la messa in funzione degli impianti, rimanendo però la Ditta appaltatrice unica responsabile e con la totale conduzione e manutenzione, ordinaria e straordinaria, completamente a proprio carico, fino all'espletamento di quanto esposto ai punti di cui sopra, in altre parole, fino a quando S.A. potrà prendere in consegna gli impianti.
- Restano esclusi dagli oneri a carico di APP, in tale periodo, i soli consumi d'energia e combustibile. La garanzia annuale sui lavori decorrerà, a partire, dalla data di collaudo.

1.6 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Il presente documento e più in generale il progetto esecutivo oggetto di progettazione per l'intervento di costruzione di una nuova palestra nel Comune di Gemona del Friuli, sono redatti in conformità all'allegato 2 del D.M. 11 gennaio 2017 che integra il D.M. 24 dicembre 2015 per quanto riguarda i Criteri Ambientali Minimi (CAM). Si rimanda alla relazione tecnica specifica che sarà allegata al progetto.

2. OPERE ACCESSORIE AGLI IMPIANTI

2.1.1 Opere in ferro, alluminio e ghisa - Norme generali e particolari

Nelle opere in ferro, questo deve essere lavorato con regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà l'Appaltatore per approvazione da parte della D.L., con particolare attenzione nelle saldature. I fori, i tagli, le chiodature, ribattiture, ecc., dovranno essere perfette, senza sbavature, ed i tagli dovranno essere limati. Saranno rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezioni nel materiale e nella lavorazione.
Di ogni opera in ferro dovrà essere fornito alla D.L. un campione per l'approvazione almeno un mese prima dell'inizio della sua lavorazione. Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con due mani di minio per le opere in ferro da installarsi al chiuso, o zincata a caldo per le opere in ferro da installarsi in esterno.
Nel caso sia richiesta la zincatura per immersione a caldo, questa dovrà essere eseguita nel rispetto delle specifiche norme UNI 5745; inoltre il manufatto non dovrà all'esame visivo presentare colature, gocce e parti scoperte. La carpenteria zincata per immersione a caldo dovrà essere montata mediante giunzioni di tipo imbullonato, evitando accuratamente saldature in opera.
L'Appaltatore sarà, in ogni caso, obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che derivassero dall'inesatta esecuzione di tali opere.

2.1.2 Attraversamenti di compartimenti antincendio

Nel caso in cui alcune condutture lasciano una zona definita compartimento antincendio per un'altra e nel fare questo attraversano muri, soffitti o pavimenti, tali attraversamenti devono essere protetti mediante apposite barriere tagliafiamma idonee al grado REI ivi prescritto. Occorre quindi otturare il foro di passaggio nel muro rimasto libero e l'interno della conduttura stessa.

Il ripristino delle compartimentazioni EI (e comunque fino a EI120 se non diversamente indicato nella Pratica di Prevenzione Incendi), da attraversamento impianti deve essere eseguito con la fornitura e posa in opera di protezioni passive contro il fuoco. In diverse soluzioni e tipologie in funzione delle caratteristiche fisico/geometriche sia dell'attraversamento impiantistico che della struttura di separazione. Principali tipologie:

- per tubazioni combustibili (PVC, PVC-U, PE, PE-X, PP, PP-R, ABS, SAN+PVC, etc.) protezione con collare tagliafuoco comprensivo di: collare tagliafuoco in materiale intumescente esternamente protetto, ganci con viti e tasselli metallici di fissaggio alla struttura interessata, sigillante perimetrale foro/tubazione;
- per tubazioni incombustibili non isolate o isolate con lana minerale (Acciaio, Inox, Rame)
- protezione con sigillante acrilico antifuoco in perfetta finitura del foro;
- per tubazioni incombustibili non isolate o isolate con guaina elastomerica (Acciaio, Inox, Rame)
- protezione con benda antifuoco e sigillante acrilico in perfetta finitura del foro;
- per attraversamenti con cavi canaline elettriche protezione con cuscinetti in tessuto ignifugo contenenti vermiculite ad alta stabilità termica, in combinazione con materiali intumescenti;
- per attraversamenti (misti) con cavi e fasci di cavi, condutture elettriche, tubazioni metalliche (Acciaio, Inox, Rame), tubazioni Plastiche (PVC-U, PE), multistrato (alluminio composito), fasci di tubi clima split, fori senza attraversamenti protezione con schiuma antifuoco a base di grafite;
- per attraversamenti misti prevalentemente di natura elettrica su aperture di medie e grandi dimensioni protezione con malta antifuoco a base di perlite (solo su pareti strutturali) La posa dovrà rispettare tutte le prescrizioni dettate dal costruttore del materiale. Non è necessario otturare l'interno del tubo protettivo elettrico se questo è conforme alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma della norma CEI 23-35 o 23-39, ha un diametro interno non superiore a 30 mm e grado di protezione almeno IP33, inclusa la sua estremità se penetra in ambiente chiuso.

Oltre alla fornitura, con il completamento delle opere sarà compreso l'onere per la fornitura di tutte le certificazioni e dichiarazioni richieste dalla normativa antincendio vigente nei modelli previsti dai Vigili del Fuoco. Necessario: benestare Tecnico Europeo ETA, marcatura CE, certificazione VOC.

2.1.3 Mensolame e staffaggio antisismico per impianti

Il mensolame e staffaggi in profilati metallici zincati a caldo e/o ottenuti con lamiera zincata Sendzmir piegata a freddo (con eventuali preformature, nervature, asole, etc.), dovranno essere di tipo antisismico in accordo alle NTC 2018 e certificati tali come sistema nel suo complesso.
Compresi nella fornitura saranno: barre filettate, sostegni a collare, slitte di scorrimento assiale, sistemi di contenimento assiale dello scorrimento (slitte torsionali o rulli troncoconici), punti fissi, eventuale ripresa di verniciatura e/o zincatura (previa pulizia e degrassaggio delle superfici di posa), sfridi di lavorazione, materiale vari di installazione, tasselli meccanici o chimici per fissaggio a parete/soffitto, elettrodi di saldatura, staffe di ancoraggio, uso di mezzi meccanici a qualsivoglia altezza e condizione d'uso, rimozione del materiale di risulta con trasporto a discarica e relativa indennità ed ogni altro onere e provvista necessari a rendere, in opera, il sistema di fissaggio perfettamente adeguato e realizzato a regola d'arte.
Per la posa di apparecchiature (fancoils, ventilatori, pompe, etc.) si rimanda alle indicazioni di posa del costruttore.
In particolare gli staffaggi antisismici dovranno presentare almeno le seguenti caratteristiche
tasselli meccanici/chimici di tipo antisismico con adeguamento puntuale del tipo di tassello alla struttura di posa;

- chiodo filettato a "prigioniero" per fissaggio su strutture metalliche (certificato antisismico tipo Hilti X-BT o equivalente);

- canali a binario singolo o doppio; selle per posa tubazioni a pavimento; castelli per posa tubazioni in quota;
- eventuali sistemi di irrigidimento a controvento (tipo "sway brace") sia in senso trasversale che longitudinale al percorso delle tubazioni;
- pendinature tubazioni con eventuale sistema di blocco dei movimenti in altezza (surge restraint), etc.;
- staffe a trapezio aggiorate per irrigidimento contro le oscillazioni sismiche (verificate in assenza di controventature).

Per ogni distinta tipologia di staffaggio/sostegno la ditta appaltatrice dovrà fornire alla DL: distinta materiali, specifica di calcolo con esplicitazione dei carichi e delle condizioni geometriche di posa e vincolo considerate, comportamento statico ed al sisma, tipologia di tasselli ed ancoranti utilizzati in riferimento alla struttura di posa ed agli sforzi agenti. Il tutto su documenti formalmente validi, organizzati e validamente vidimati.

2.1.4 Progettazione ecocompatibile

Il regolamento UE 1253/2014 ErP 2016/2018 ErP (progettazione ecocompatibile) deve essere garantita sui prodotti da costruzione quali:

- caldaie a gas e combustibili liquidi per il riscaldamento e produzione di ACS fino a 400kW; PdC per il riscaldamento e produzione di ACS fino a 400kW;
- sistemi integrati con caldaia e pompa di calore fino a 400kW;
- scaldacqua e serbatoi per ACS fino a 2.000lt;
- per limiti dimensionali inferiori ai 70kW e 500lt. è obbligatoria l'etichettatura energetica (ELD).

I valori di ErP si riferiscono ad i valori minimi di rendimento in riscaldamento, efficienza stagionale, rendimenti minimi per il sanitario, emissioni inquinanti massime e rumorosità massima.
Regolamento UE 641/2009 e 622/2012 prevede che i sistemi di climatizzazione siano equipaggiati con circolatori ad alta efficienza.
Da settembre 2019 ci sarà poi il "taglio" delle classi con minor efficienza e l'etichettatura da A+++ a D.

3. TUBAZIONI ED ISOLAMENTI PER APPARECCHIATURE MECCANICHE

3.1 GENERALITÀ SULLE TUBAZIONI

La verifica e la posa in opera delle tubazioni saranno conformi al Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni).
A tale scopo l'Impresa, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, affinché gli incaricati dell'Amministrazione appaltante possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura. Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori le caratteristiche, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali i giunti speciali.
All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale; data di fabbricazione; diametro interno o nominale; pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

3.1.1 *Segnalazione delle condotte*

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione, indicante la presenza della condotta sottostante.
Il nastro dovrà essere steso ad una distanza compresa fra 40 e 50 cm dalla generatrice superiore del tubo per profondità comprese fra 60 e 110 cm. mentre, per profondità inferiori della tubazione, la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la D.L., in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

3.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO

3.2.1 Materiali

Le tubazioni dovranno essere realizzate in acciaio nero in esecuzione senza saldatura od in esecuzione saldata (Sistema Fretz-Moon) nella serie UNI 3824 oppure UNI 4992.
Le giunzioni saranno con saldature; dove specificatamente richiesto saranno usati giunzioni con flange.
Tutti i raccordi dovranno essere di spessore identico a quello dei tubi. Le saldature saranno eseguite con metodo ad arco o ossiacetilenico.
La raccorderia sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a "V".
Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15x. Per quanto riguarda le curve non é ammesso di piegare direttamente il tubo.
I raccordi di riduzione nelle tubazioni orizzontali saranno di tipo eccentrico per mantenere il fondo dei due tubi continui allo stesso livello.

3.2.2 Posa in opera

Le tubazioni dovranno essere collegate ben diritte a squadra.
Dovranno essere previsti punti di dilatazione (preferibile l'autocompenso) e punti fissi in relazione al percorso, alla lunghezza dei vari tratti ed alle escursioni di temperature.
Nel montaggio si dovranno realizzare le opportune pendenze. Tutte le colonne verticali dovranno essere fissate in modo da evitare carichi di punta o torsioni.
Le tubazioni collegate a tutte le apparecchiature dovranno essere supportate in modo da evitare sforzi eccessivi, deformazioni nel collegamento e consentire la rimozione delle apparecchiature in modo agevole e senza richiedere supporti provvisori ad avvenuto smontaggio.
Negli attraversamenti di strutture, si dovranno predisporre spezzoni di tubo zincato o acciaio verniciati atti a consentire all'interno di essi il libero passaggio delle tubazioni ivi compreso il rivestimento isolante previsto; per finitura saranno installate rosette in acciaio cromato. Tale finitura non necessaria nei locali tecnici.

3.2.3 Staffaggi e supporti

Tutti gli staffaggi, i sostegni e gli ancoraggi dovranno essere eseguiti in profilati di acciaio fissati saldamente alle strutture senza arrecare danno a queste ultime.
Tutte le staffe saranno verniciate con antiruggine e una seconda mano a finire di colore diverso.

I supporti scorrevoli saranno del tipo a rulli con perni in acciaio inox e boccale autolubrificanti; per diametri inferiori a 1"1/2 sarà ammesso l'appoggio senza rullo.
Le tubazioni avranno un opportuno distanziatore, che potrà essere del tipo a T o a scarpa, saldato al tubo. Per le tubazioni coibentate i supporti saranno come riportato nella specifica "Isolamento coibente tubazioni".
Le guide saranno come i supporti scorrevoli ed inoltre dovranno impedire i movimenti laterali delle tubazioni consentendo solo lo spostamento assiale.
La sospensione delle tubazioni potrà essere effettuata anche con collari pensili regolabili tipo Flamco. Per ancoraggi multipli si dovrà impiegare l'apposito profilato Flamco (qualora impiegato).
I punti fissi dovranno essere realizzati con profilati in ferro saldati ai tubi e rigidamente collegati ad una struttura fissa.
I supporti e gli ancoraggi dovranno essere disposti ad un interasse non superiore a quello indicato nella tabella seguente:

DN	Interasse max [m]
[m]	

15	1,5
20,25	2
32,40	2,5
50	3
65,80	3,5
100	4
125	4,5
150	5
200	5,5

Supporti dovranno essere previsti in prossimità di valvole cambiamenti di direzione od altri apparecchi che possono dar luogo a flessioni.
Nell'installazione di compensatori di dilatazione i supporti saranno come raccomandati dal fabbricante.
Nelle installazioni in cui il peso delle tubazioni dopo le eventuali dilatazioni termiche non debba gravare sulle apparecchiature si dovranno impiegare supporti a molla a carico costante oppure variabile secondo le necessità del caso, in modo da scaricare il peso sulle strutture in qualunque condizione di esercizio.

3.2.4 Accessori, finitura, protezioni.

Tutti i punti alti delle reti di distribuzione dovranno essere dotati di barilotti di sfogo d'aria realizzati con tubo d'acciaio, con fondi bombati, tubo di sfogo e rubinetto a maschio o a sfera riportato a circa 1,6m dal pavimento.
Tutti i punti bassi dovranno essere dotati di dispositivi di scarico e spurgo.

Le tubazioni di spurgo e sfogo dovranno avere scarico visibile ed essere convogliate entro ghiotta di raccolta e quindi portate allo scarico più vicino.
Nei casi in cui non sia ammesso (per estetica) avere tubazioni in vista saranno incassati entro le strutture ed in prossimità dei rubinetti e collettori di raccolta sarà installata una cassetta di contenimento dotata di pannello asportabile per l'ispezione.
Sotto ogni valvola od accessorio che possa dare origine a gocciolamenti dannosi alle strutture sarà installata una bacinella di protezione con scarico simile a quello previsto per gli sfiati.
Tutte le tubazioni e staffaggi dovranno essere spazzolate e verniciate con due mani di antiruggine di diverso colore dopo che stata completata la loro installazione.
Per le tubazioni in vista e non coibentate sarà prevista una terza mano di colore conforme alla Norma UNI 5634 - 65P per l'identificazione della natura del fluido convogliato.
Sulle tubazioni coibentate dovranno essere installate fasce colorate (al massimo ogni 6 m) e frecce direzionali per l'identificazione del fluido come detto sopra.
Una o più pannelli riportati i colori con l'indicazione dei corrispondenti fluidi dovrà essere installata nelle centrali e nei punti in cui può essere necessario o richiesto dalla D.L.
Nei collegamenti tra tubazioni di materiale diverso dovranno essere impiegati dei giunti dielettrici per prevenire la corrosione galvanica.
Il costo degli staffaggi, pezzi speciali ed accessori (sfiati, scarichi, ecc.) e della verniciatura delle tubazioni e dei supporti sarà compreso nel costo unitario della tubazione in opera.

3.2.5 Compensatori di dilatazione

Nelle distribuzioni e nel collegamento dei tubi ai supporti ed ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni delle tubazioni.
Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in tal senso.

Ove necessario, saranno installati dei compensatori di dilatazione lineare, di tipo assiale, plurilamellari in acciaio inox AISI 3041, con estremità flangiate
Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rullini di scorrimento delle tubazioni. I giunti saranno completi di controflange, guarnizioni e bulloni.

3.3 TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO

3.3.1 Materiali

Le tubazioni saranno in acciaio zincato senza saldatura longitudinale (Mannesmann) UNI 3824 (tubi gas serie normale-diametri espressi in pollici) fino a 4" compreso, UNI 4992 (tubi lisci commerciali diametri espressi in mm) zincati a bagno dopo la formatura per diametri superiori. Per i primi si useranno raccordi in ghisa malleabile (zincati) del tipo a vite e manicotto.
La tenuta sarà realizzata con canapa e mastice di manganese, oppure preferibilmente con nastro di PTFE.
Per i collegamenti che debbono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o valvole di regolazione-tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi, con tenuta a guarnizione O.R. o sistema analogo. Per i secondi si potranno prefabbricare dei tratti mediante giunzioni e raccorderia a saldare (ovviamente prima della zincatura), come descritto riguardo alle tubazioni nere.
Le estremità dei tratti così eseguiti verranno flangiati. I vari tratti verranno quindi fatti zincare a bagno internamente ed esternamente. La giunzione fra i vari tratti prefabbricati avverrà per flangiatura, con bulloni pure zincati.
E' assolutamente vietata qualsiasi saldatura su tubazioni zincate.

3.3.2 Posa in opera, staffaggi, ecc.

Per l'installazione delle tubazioni in acciaio zincato valgono le prescrizioni elencate nel paragrafo "Tubazioni acciaio nero".

3.3.3 Accessori, finitura, protezione

Alla sommità di tutte le colonne saranno previsti ammortizzatori colpo d'ariete intercettabili e rigenerabili.
Le tubazioni installate non in vista e non coibentate saranno protette mediante fasciatura con benda catramata.
Nei collegamenti fra tubazioni di materiale diverso dovranno essere impiegati dei giunti dielettrici per prevenire la corrosione galvanica.
Sulle tubazioni, coibentate e non, dovranno essere applicate fasce colorate e frecce direzionali.

3.3.4 Tubazioni in rame

Tutte le tubazioni in rame dovranno essere di tipo pesante (spessore minimo mm. 1): ogni singolo collegamento collettore/radiatore, o collettore con qualsiasi corpo scaldante e comunque qualsiasi collegamento sia che passi all'esterno che dentro il massetto, dovrà essere realizzato senza alcuna connessione o giunzione intermedia (non sono ammesse saldature di tubazioni di rame ricotto in rotoli).
Nella stesura delle tubazioni si dovranno seguire percorsi che si prestino ad assorbire le dilatazioni e contrazioni dovute a salti di temperatura ai quali le tubazioni andranno soggette. I giunti delle tubazioni ai collettori ed ai corpi scaldanti dovranno essere a perfetta tenuta ed eseguiti secondo le migliori regole d'arte.
La curvatura dei tubi potrà essere fatta manualmente o con macchine piegatrici. Le curve strette dovranno avere raggio di curvatura pari a tre volte il diametro esterno del tubo per diametri fino a 14 mm.; oltre tale valore il raggio minimo di curvatura dovrà essere pari a 5 volte il diametro esterno del tubo. Per la curvatura dovranno essere impiegati il curvatubi da banco (per diametri oltre 6 mm.) ed il curvatubi manuale (che può essere impiegato per tubi di diametro esterno non superiore a 6 mm.); per diametri di oltre 16 mm. deve essere impiegato il curvatubi da banco con mandrino interno.
Per il taglio dei tubi di rame si deve usare idoneo tagliatubi per eliminare la formazione di bave, non alterare le sezioni dei tubi ed eseguire un taglio perfettamente perpendicolare all'asse del tubo stesso. Nel caso si rendesse necessario serrare il tubo in rame in morsa, esso dovrà essere avvolto in un foglio di carta di piombo o serrato in morse di legno.
Dopo il taglio é necessario procedere alla calibratura dei diametri esterni ed interni utilizzando idoneo dispositivo. La pulitura meccanica dovrà essere eseguita utilizzando carta smerigliata tipo 00 e non paglietta di ferro.
Nell'eseguire la pulitura meccanica occorre evitare di asportare troppo materiale creando giochi eccessivi tra le parti da congiungere.
I tubi incruditi andranno riscaldati ad una temperatura di 600°C prima della piegatura. Il fissaggio dovrà essere eseguito con supporti in rame. Le saldature verranno effettuate con fili saldanti in leghe di rame, zinco e argento. I raccordi potranno essere filettati, misti (nel caso di collegamenti con tubazioni di acciaio o altri materiali) o saldati. Nel caso di saldature, queste dovranno essere eseguite in modo capillare, dopo il riscaldamento del raccordo e la spalmatura del decapante e risultare perfettamente uniformi.
Le tubazioni di rame dovranno rispondere alla norma UNI 6507 e 6507 FA-1-90; il minimo diametro esterno ammissibile sarà 10 mm.

3.4 TUBI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI, Istituto Italiano dei Plastici e Circolare Ministero Sanità.
Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovranno essere leggibili: nome del produttore, sigla IIP, diametro, spessore, SDR, tipo di Polietilene, data di produzione, norma di riferimento; inoltre il tubo PE dovrà avere minimo n. 4 linee coestruse (azzurre per tubo acqua e gialle per tubo gas) lungo la generatrice. Il colorante utilizzato per la coestrusione deve essere dello stesso coumpound utilizzato per il tubo.

3.4.1 Tubazioni per posa esterna

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni del pr EN 1555-5 e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520;
saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521;
raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736), aventi caratteristiche idonee all'impiego. Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.
Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.
Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate

esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo. Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..
I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito. Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.
Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.
A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento. La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti. Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.
Alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo si procederà solo con adeguati mezzi d'opera per evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e della D.L.. Eventuali variazioni potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento e preventivamente autorizzate dalla D.L.. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovrà preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della D.L..

3.4.2 Tubazioni per posa interna

Le tubazioni in polietilene per posa interna si suddividono in:
tubazioni in polietilene reticolato multistrato Mplex ad alta pressione per la posa incassata per la formazione delle reti di distribuzione primarie impianto sanitario e primarie / secondarie per il riscaldamento;
tubazioni in polietilene reticolato Vplex ad alta pressione (PEX) del tipo "sfilabile" per la posa incassata in guaina corrugata per la formazione delle reti di distribuzione secondarie impianto sanitario (collettori – rubinetterie).

3.4.3Tubazioni in polietilene reticolato multistrato Mplex per reti di distribuzione primarie impianto sanitario e primarie / secondarie per il riscaldamento

Le tubazioni in polietilene reticolato multistrato Mplex per la formazione delle reti di distribuzione primarie impianto sanitario e primarie / secondarie per il riscaldamento sono formate da:

- strato interno di polietilene reticolato PE-Xb;
- strato adesivo interno;
- strato intermedio in lega di alluminio saldato testa-testa longitudinalmente che garantisce la totale impermeabilità all'ossigeno e alla luce e conferisce eccezionale resistenza meccanica e flessibilità durante la posa;
- strato adesivo esterno;
- strato esterno di polietilene reticolato PE-Xb.

L'accoppiamento tra polietilene reticolato e alluminio garantisce una ottima flessibilità in fase di piegatura (anche manuale). Il tubo può essere piegato manualmente fino al diametro 32 mm e meccanicamente per i diametri più grandi, con raggi di curvatura fino a 2,5 volte il suo diametro.
Caratteristiche tecniche:

- temperatura minima di impiego -60°C;
- temperatura operativa 0-80°C;
- temperatura massima di esercizio +95°C/+100°C secondo EN ISO 21003-1;
- pressione massima di esercizio 10bar secondo EN ISO 21003-1;
- conducibilità termica 0,42÷0,52 W/m·K pari a circa 900 volte inferiore a quella del rame, aspetto, questo, estremamente importante per assicurare ridotte perdite di temperatura;

- comportamento al fuoco B-s2,d0 (abbinato a guaine protettive) C-s2,d0 (tubo nudo) secondo EN13501-1 (LNE P126686).

3.4.4 Tubazioni in polietilene reticolato Vplex per la distribuzione secondarie impianto sanitario

Le tubazioni in polietilene tubazioni in polietilene reticolato ad alta pressione (PEX) del tipo "sfilabile" per la formazione delle reti di distribuzione secondarie sanitario (collettori-rubinetterie), ad alta densità, fornite nei diametri risultanti da calcolo.
Dette tubazioni dovranno essere corredate di certificato comprovante le seguenti caratteristiche:

- superamento della prova di invecchiamento per una durata di 170 ore ad una temperatura di 95°C ed a una tensione di prova di 46 kg/cmq secondo EN ISO 15875;
- densità non inferiore a 0,9381 kg/cm;
- barriera antiossigeno;
- certificato di atossicità secondo la G.U. n. 104 del 20/04/1973;
- la data di confezionamento delle tubazioni non dovrà essere superiore ad 1 anno.

3.4.5 Tubi di PVC rigido non plastificato

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN, e contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI.
Prima di procedere alla posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.
I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo avere un contatto continuo con il letto stesso.
I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il progettista lo riterrà opportuno. In questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione ad intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

3.5 RIVESTIMENTO ISOLANTE

3.5.1 Caratteristiche generali

Tutti i materiali isolanti utilizzati devono essere dotati di certificato di prova riferito alla reazione al fuoco in classe 1, rilasciato da C.S.E. del Ministero dell'Interno o da altro laboratorio legalmente riconosciuto dal Ministero stesso.
La fornitura deve essere comprensiva di qualsiasi materiale di consumo (mastice, nastri, autoadesivi, ecc.), necessario per la perfetta posa del materiale isolante.

3.5.2 Tubazioni

L'isolamento di tubazioni, serbatoi, collettori, ecc. deve essere eseguito dopo il buon esito della prova idrica e su autorizzazione della D.L..
Le tubazioni nere devono essere isolate dopo aver preparato la superficie di appoggio con spazzolatura e coloritura con due mani di vernice antiruggine resistente alla temperatura d'esercizio.

3.5.3 Materiali isolanti

Se non diversamente specificato, gli isolanti termici da utilizzare per le tubazioni sono essenzialmente i seguenti:

- coppelle in fibra lunga di vetro trattate con resine termoindurenti, densità minima 60 Kg/m3
- coppelle in polistirene espanso sinterizzato, densità minima 35 Kg/m3;
- coppelle in polistirolo espanso, densità minima 25 Kg/m3;
- coppelle in sughero, densità minima 100 Kg/m3;
- materassini in fibra lunga di vetro con o senza supporto, densità minima 30 Kg/m3;
- fibra di vetro sciolta, densità minima 100 Kg/m3;
- guaine o lastre a cellule chiuse, densità minima 40 Kg/m3.

3.5.4 Spessori dell'isolamento tubazioni convoglianti fluidi caldi.

Gli spessori dell'isolamento per le tubazioni convoglianti fluidi caldi, con esclusione dell'eventuale impermeabilizzazione e protezione esterna, devono essere almeno quelli previsti dal D.P.R. 412/03 e comunque si trovano indicate nelle tavole di progetto.

3.5.5 Tecnologie di posa.

La posa delle coppelle va eseguita in ogni caso a giunti sfalsati. Sulle tubazioni convoglianti acqua calda o vapore le coppelle vanno legate con filo di ferro zincato. Sulle tubazioni convoglianti acqua fredda o refrigerata le coppelle vanno legate con filo di ferro zincato ed i giunti stuccati con mastice di emulsione bituminosa.
Le guaine isolanti vanno poste in opera, dove possibile, infilandole sulla tubazione dalla estremità libera e facendole quindi scorrere sul tubo stesso. Nel caso in cui tale posa in opera non sia possibile, si devono tagliare le guaine longitudinalmente, applicarle sulle tubazioni e saldare i due bordi. A giunzioni effettuate (sia trasversali che longitudinali) deve essere applicato sulle stesse del nastro adesivo.
I collanti, i nastri adesivi e qualsiasi altro materiale accessorio devono essere quelli raccomandati o quelli forniti dalla medesima casa costruttrice del materiale isolante.
Il rivestimento protettivo esterno deve essere adeguato al tipo di posa per conferire all'insieme dell'isolamento la necessaria robustezza meccanica.
Se è richiesta la protezione con lamierino metallico (rame, acciaio inossidabile, alluminio) questo deve avere lo spessore minimo di 0,6 mm ed essere bordato, e debitamente calandrato e sagomato in modo da ben adattarsi alle superfici sottostanti. Tutte le connessioni longitudinali vanno sovrapposte e graffate a maschio e femmina e fissate con viti autofilettanti in acciaio inossidabile. Connessione trasversali sovrapposte di almeno 25 mm. pure fissate con viti autofilettanti in acciaio inossidabile. Ove si presentino attacchi e sporgenze il rivestimento in lamierino va tagliato a sagoma e l'attacco protetto da mascherina metallica. Il rivestimento con lamierino deve essere reso impermeabile inserendo nelle giunzioni longitudinali e trasversali, delle paste adesive del tipo permanentemente elastico (per es.: sigillante siliconico).
Se la protezione finale è in PVC, questa deve essere realizzata mediante posa, al di sopra dell'isolante termico, di un foglio autoavvolgente in PVC avente lo spessore minimo di mm 0,35, fissato con chiodi in plastica. le testate vanno protette con mascherine di alluminio.
L'impermeabilizzazione della protezione esterna va eseguita con paste adesive di tipo permanentemente elastico come detto.
Il rivestimento isolante e l'eventuale barriera al vapore devono essere continui e cioè senza interruzioni in corrispondenza degli appoggi, tramite interposizione di materiale avente funzione di taglio termico, quali:

- poliuretano ad alta densità;
- vetro cellulare espanso;
- doghe di legno duro trattato con olio di antracene.
- Tale accorgimento deve essere adottato anche per passaggi attraverso pareti, solette, ecc.

Per piccoli diametri e per brevi tratte (es.: collegamenti terminali di ventilconvettori e relativo valvolame) è consentito l'uso di nastro anticondensa. L'isolamento termico deve essere eseguito curando anche l'aspetto estetico, ossia realizzando una buona cilindratura esterna, curando particolarmente la finitura dei pezzi speciali delle testate e simili.

Inoltre ogni 10 m devono essere dipinte delle frecce, lunghe 30 cm indicanti il senso di percorrenza del fluido. L'identificazione di più circuiti utilizzanti fluido ad eguali condizioni deve essere fatta con i relativi colori e con l'aggiunta di un numero romano. Le tabelle dell'identificazione devono essere messe sotto vetro nelle centrali.
Devono essere effettuati eventuali ritocchi a fine lavori, per consegnare gli impianti in perfetto stato.

3.5.6 Finitura isolamento in lamierino di alluminio per tubazioni e serbatoi

La finitura in gusci di alluminio spessore 6/10 mm sarà, ove richiesto, sia per tubazioni, serbatoi e per canalizzazioni. Il lamierino di alluminio, eseguito per le tubazioni sarà a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice. Il fissaggio lungo la generatrice avverrà previa ribordatura e sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in materiale inattaccabile agli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti. I pezzi speciali quali curve, T, etc. Saranno pure in lamierino eventualmente realizzati a settori. Anche per i serbatoi, scambiatori etc. Il lamierino potrà essere a settori, fissati con viti autofilettanti-rivetti (almeno per quanto riguarda i fondi). La finitura in alluminio per i fondi sferici dei serbatoi dovrà essere effettuata a spicchi e non in un unico pezzo tipo cappello cinese. In ogni caso, per tubazioni convoglianti acqua fredda o refrigerata, i collarini di tenuta dovranno essere installati dopo aver accuratamente sigillato tutta la testata dell'isolamento con la barriera al vapore o con apposito sigillante. Per le finiture di tubazioni, serbatoi etc. Correnti all'esterno dovrà essere eseguita la sigillatura dei gusci mediante mastice a base di siliconi onde evitare infiltrazioni di acqua. La manovra delle apparecchiature (es. valvole) non dovrà danneggiare in alcun modo la finitura in alluminio.

3.5.7 Isolamento per valvole, pompe etc. in alluminio

Ove necessario e/o richiesto (ad esempio per tubazioni di acqua refrigerata, oppure per tubazioni poste all'esterno o in altri casi) dovranno essere isolati corpi pompa, valvole, compensatori di dilatazione, filtri a Y e simili. Il materiale usato sarà lo stesso di quello delle tubazioni rispettive. La finitura esterna dell'isolamento sarà sempre in alluminio. Rimarranno fuori dal guscio i dadi dell'eventuale premistoppa (o i tappi dei filtri ad Y). In ogni caso l'isolamento (e la relativa finitura) di valvolame, filtri, etc., dovrà essere realizzato, ove sussistano i pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanici di tutti i punti ove ciò sia necessario. Per la finitura esterna dell'isolamento delle apparecchiature soggette ad ispezione come le valvole, pompe, filtri etc. Si dovrà installare una scatola di alluminio incernierata e con chiusure a leva, facilmente smontabile senza danneggiare la parte rimanente della coibentazione.
Le cerniere e la chiusura dovranno essere in materiale anticorrosivo. La manovra delle apparecchiature (es. valvole) non dovrà danneggiare in alcun modo la finitura in alluminio.

4. IMPIANTISTICA TERMOIDRAULICA

4.1 GENERALITÀ DI POSA IN OPERA APPARECCHI TERMOIDRAULICI

Sul corpo dell'apparecchio, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:

- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica
- Diametro nominale (DN)
- Pressione nominale (PN)
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

- Altre indicazioni supplementari previste dai disciplinari specifici delle diverse apparecchiature.

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla D.L. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla direzione lavori; dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione di contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano.

Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla D.L..
La D.L. si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni.
L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

4.2 ALIMENTAZIONE E DISTRIBUZIONE DI ACQUA FREDDA

4.2.1 Alimentazione dell'acqua

L'alimentazione dell'acqua necessaria al fabbisogno dell'edificio sarà derivata direttamente dall'acquedotto cittadino, a valle del contatore.
La Committenza preciserà, in mancanza di acquedotto cittadino, o in presenza di acquedotto con pressione e portata molto variabili o insufficienti, se l'alimentazione dovrà avvenire attraverso serbatoi di accumulo per acqua potabile o pozzo.
Nel caso di alimentazione da serbatoi di accumulo, questi dovranno avere i requisiti richiesti nelle Norma UNI 9182; nel caso di alimentazione da pozzo, questo, oltre a contenere acqua ritenuta potabile dalle Autorità competenti, dovrà avere i requisiti richiesti nelle Norma UNI 9182.

4.2.2 Distribuzione dell'acqua fredda

Dovrà essere adottata una distribuzione dell'acqua in grado di:

- garantire l'osservanza delle norme di igiene;
- assicurare la pressione e la portata di progetto alle utenze;
- limitare la produzione di rumori e vibrazioni.

La distribuzione dell'acqua deve essere realizzata con materiali e componenti idonei e deve avere le parti non in vista facilmente accessibili per la manutenzione.
Le tubazioni costituenti la rete di distribuzione dell'acqua fredda dovranno essere coibentate con materiale isolante, in modo da evitare il fenomeno della condensa superficiale.
È necessario evitare il ritorno di eventuali acque contaminate sia nell'acquedotto che nella distribuzione di acqua potabile, mediante disconnettore idraulico.
Ogni distribuzione di acqua potabile, prima di essere utilizzata, dovrà essere pulita e disinfettata come indicato nelle Norma UNI 9182.
Le colonne montanti della rete di distribuzione saranno munite di un organo di intercettazione, con rubinetto di scarico alla base e ammortizzatore di colpo d'ariete in sommità.
Su ogni conduttura di collegamento di una colonna con gli apparecchi sanitari, da essa serviti in uno stesso ambiente, sarà installato un organo di intercettazione.
Dovranno comunque essere osservati i criteri riportati nel D.M.L.P. 12 dicembre 1985.

4.3 5.3 ELETTROPOMPE

4.3.1 Generalità

Le pompe centrifughe, direttamente accoppiate al motore elettrico, saranno dei seguenti tipi secondo l'installazione e la destinazione rilevabile dagli schemi allegati e saranno adatte al tipo di fluido che devono convogliare. Le pompe dovranno avere un grado di efficienza almeno a pari IE3 secondo quanto stabilito dalla Legislazione Vigente.
Le elettropompe, oltre ad avere prevalenza e portata adeguate alla rete servita e comunque indicata nelle tavole di progetto, dovranno corrispondere ai seguenti requisiti qualità e caratteristiche:

- funzionare senza vibrazioni e con la massima silenziosità; pertanto i giunti di accoppiamento dovranno assorbire le vibrazioni del motore ed i cuscinetti dovranno consentire un movimento
- dolce e silenzioso, così da evitare vibrazioni e rumori ripercuotibili nell'edificio attraverso le tubazioni;
- i motori elettrici dovranno essere conformi alle norme CEI;
- il collegamento alle tubazioni dovrà essere effettuato con flangie o con bocchettoni UNI 5211-70, in modo da poter agevolmente rimuovere le pompe;
- gli organi di tenuta dovranno assicurare l'assoluta assenza di perdite d'acqua e sgocciolamenti;
- la lubrificazione dovrà essere continua ed efficiente, dovrà essere assolutamente impedita la mescolanza dell'acqua con il lubrificante;
- ciascuna elettropompa dovrà essere protetta da un salvamotore;
- la pompa dovrà lavorare in zona di elevato rendimento: a tal fine l'appaltatore dovrà produrre il diagramma portata - prevalenza della elettropompa impiegata, con l'indicazione della caratteristica idraulica dell'impianto.
- Ogni pompa dovrà essere dotata di:
- valvole di intercettazione, sia sulla bocca premente che aspirante, dello stesso diametro della tubazione;
- valvola di ritegno di tipo silenzioso dello stesso diametro della tubazione principale;
- antivibranti in gomma sia sulla mandata che sull'aspirazione.
- un manometro con prese sia sull'aspirazione che sulla mandata, rubinetti intercettazione e flangia di prova; le prese dovranno essere: a monte, fra valvola e pompa e a valle fra pompa e valvola di ritegno;
- raccordi fra le bocche delle pompe e le tubazioni principali eseguiti esclusivamente mediante tronchetti conici di lunghezza pari a circa cinque volte la differenza fra i due diametri. Eventuali gomiti dovranno essere realizzati con curve di ampio raggio.

4.3.2 Installazione

Le fondazioni per le pompe ad asse orizzontale saranno, salvo diversa prescrizione, di calcestruzzo; l'altezza da terra dei piani di posa dei gruppi elettropompa ed il distanziamento tra gruppi affiancati dovranno essere tali da consentire gli interventi di manutenzione.
Per evitare la trasmissione di vibrazioni ove necessario il basamento di appoggio in calcestruzzo dovrà essere di tipo galleggiante, cioè staccato dalle strutture adiacenti mediante interposizione di strato di materiale antivibrante o sospensioni elastiche.
Le tubazioni di collegamento alle pompe dovranno essere supportate indipendentemente in modo da non creare con il peso e/o con le dilatazioni, sforzi o momenti dannosi.
Inoltre dovrà essere possibile la rimozione delle pompe senza che sia necessario installare supporti provvisori ad avvenuto smontaggio.
I raccordi fra le bocche delle pompe e le tubazioni dovranno essere eseguiti esclusivamente mediante tronchetti conici di lunghezza pari a circa cinque volte la differenza fra i due diametri; eventuali gomiti dovranno essere realizzati con curve ad ampio raggio.
Per le pompe in-line si dovrà porre cura nell'installazione in modo da non far gravare le tubazioni con il peso della pompa stessa.

4.3.3 Esercizio

Per ogni gruppo di pompaggio, le due pompe (di esercizio e di riserva) dovranno alternarsi nel funzionamento in modo manuale. Durante il funzionamento dovrà essere evitata nel modo più assoluto la cavitazione, su richiesta dovrà essere fornito il calcolo dell'NPSH.

4.3.4 Pompe per installazione diretta sulle tubazioni

A) - tipo monoblocco
Il gruppo sarà in esecuzione monoblocco in cui tutte le parti ruotanti sono lubrificate dal fluido vettore stesso.
Salvo diverse indicazioni, il corpo sarà in ghisa grigia, l'albero in acciaio inox, girante in materiale sintetico; ove richiesto le giranti saranno in acciaio inox.
Le pompe avranno gli attacchi a flangia e saranno complete di controflange PN 10.
Nell'esecuzione gemellare le due giranti saranno montate in un solo corpo, separate da una valvola a clapet; le due pompe dovranno poter funzionare sia singolarmente che contemporaneamente.
Il gruppo gemellare dovrà essere fornito di un coperchio per permettere l'esercizio anche senza uno dei due motori.
Salvo diversa indicazione i motori saranno a velocità variabile a quattro poli con alimentazione trifase. Ogni pompa avrà la sua riserva di uguali caratteristiche (escluso che per i gruppi gemellari).

B) - tipo con motore esterno
Il corpo pompe sarà monostadio accoppiato direttamente ad un motore elettrico tramite flangiatura. pompe e motore saranno accoppiati direttamente con unico albero.
La tenuta sarà meccanica, esente da manutenzione i cuscinetti saranno autolubrificati esenti da manutenzione.
Il corpo e la girante saranno in ghisa; dove espressamente richiesto la girante sarà in acciaio inox. Bocche aspirante e premente flangiate PN 10 complete di controflange e bulloni.
Salvo diverse indicazioni, il motore sarà in corto circuito trifase 380/3/50 a 4 poli ventilato esternamente, classe protezione IP44. (Per installazioni all'esterno classe IP 55). I motori dovranno avere il marchio IMQ.

4.4 VALVOLAME ED ACCESSORI VARI

4.4.1 Generalità

Tutte le valvole (d'intercettazione, di regolazione, di ritegno e di sicurezza), le saracinesche, i rubinetti, i giunti antivibranti, i giunti di dilatazione, etc. saranno adatti alle pressioni e temperature d'esercizio e in ogni caso non sarà ammesso l'impiego di valvolame con pressione nominale inferiore a PFA 10 e temperatura max d'esercizio inferiore a 110 °C. La flangiatura dovrà corrispondere ad una pressione nominale non inferiore a quella della valvola. Tutto il valvolame, le flange, le filettature, il materiale di costruzione dovrà corrispondere alle norme UNI applicabili. Tutto il valvolame dovrà essere marchiato sul corpo e la marchiatura dovrà riportare almeno il nome del costruttore, il diametro nominale (DN), la pressione nominale (PFA), e il materiale di costruzione (es. GG25, GGG40, etc.). Le valvole a flusso avviato dovranno riportare anche una freccia indicativa del verso del flusso. Tutto il valvolame flangiato dovrà essere completo di controflange, bulloni e guarnizioni (comprese nel prezzo unitario). Le valvole saranno in ogni caso del tipo con attacchi flangiati per diametri nominali superiori a DN 50 (a meno d'esplicite indicazioni diverse riportate sui documenti di progetto); per diametri inferiori o uguali potranno essere impiegate

valvole con attacchi filettati. Nel caso una valvola con attacchi filettati sia utilizzata per intercettare un'apparecchiatura, il collegamento dovrà avvenire mediante giunti a tre pezzi per consentire lo smontaggio. In ogni caso (sia per valvolame flangiato che filettato), se il diametro della valvola differisce da quello delle tubazioni o delle apparecchiature, a cui la stessa è collegata, saranno utilizzati tronchetti conici di raccordo con conicità non superiore a 15 gradi.

4.4.2 Valvole di intercettazione e di ritegno

Per tutti i circuiti cui sarà prevista, oltre alla possibilità di intercettazione, anche la necessità di effettuare una regolazione della portata, saranno installate valvole di regolazione. Nei circuiti che trasportano acqua surriscaldata potranno essere impiegate soltanto valvole a flusso avviato con corpo in ghisa o in acciaio al carbonio. Nei circuiti che trasportano acqua calda fino a 100 °C e acqua fredda (riscaldamento, raffrescamento, acqua potabile, acqua calda sanitaria, etc.) le valvole a sfera di valvola a chiusura rapida potranno essere impiegate solo per diametri fino a DN 50, per diametri superiori dovranno essere impiegate valvole a farfalla o a saracinesca.
Per quanto riguarda saracinesche, valvole d'intercettazione, di regolazione e di ritegno a seconda di quanto necessario dovrà venire utilizzato uno dei tipi indicati in seguito.
Valvole d'intercettazione a flusso avviato per fluidi con temperatura fino a 100 °C con corpo in ghisa Meehanite GG25, asta in acciaio inossidabile, tappo rivestito in gomma idonea per temperature fino a 120°C, tenuta sull'asta con O-Ring esente da manutenzione e volantino di comando.
Valvole a farfalla esenti da manutenzione in esecuzione wafer monoflangia con farfalla bidirezionale per temperature fino a 120 °C - PFA 16, corpo in ghisa GG25, albero in acciaio inox, disco in ghisa GG25 rivestito in PVDF e tenuta in EPDM vulcanizzato, con pressione differenziale di tenuta pari al 100% (16 ate).
Saracinesche a corpo piatto per fluidi con temperatura fino a 100 °C con corpo in ghisa Meehanite GG25, asta in acciaio inossidabile, cuneo in ghisa, tenuta con O-Ring esente da manutenzione e volantino di comando.
Valvole a sfera a passaggio totale per pressioni nominali fino a PFA 10 con corpo in ottone cromato sfera d'acciaio inox guarnizioni in teflon (PTFE) leva in acciaio o in duralluminio plastificato.
Valvole a sfera a passaggio totale per pressioni nominali fino a PFA 40 con corpo d'acciaio al carbonio, sfera d'acciaio inox AISI 304 guarnizioni in teflon (PTFE) leva in acciaio.
Valvole d'intercettazione a flusso avviato per fluidi con temperatura superiore a 100 °C con corpo in ghisa Meehanite GG25 (per temperature max 300 °C) o ghisa sferoidale GGG40 o acciaio al carbonio, asta in acciaio inossidabile, sede e otturatore in acciaio inox al Cr, tenuta con soffietto metallico in acciaio inox X10 Cr Ni Ti 18.9 oppure AISI 304 e volantino di comando.
Valvole di regolazione/taratura a flusso avviato corrispondenti alle valvole d'intercettazione a flusso avviato precedentemente indicate, rispettivamente per i fluidi con temperatura fino a 100
°C e per quelli a temperatura superiore, ma complete di indicatore di apertura con scala graduata, dispositivo di bloccaggio della posizione di taratura, attacchi per il manometro di controllo con rubinetti di fermo.
le valvole di regolazione/taratura devono essere accompagnate da diagramma o tabella, forniti dal costruttore che, per ogni posizione, indichino la caratteristica portata - perdita di carico.
in posizione di totale apertura le valvole di regolazione non dovranno introdurre perdite di carico superiori al 5% della prevalenza della pompa del circuito in cui sono inserite.
le caratteristiche di regolazione delle valvole a flusso avviato saranno lineari.
Valvole di ritegno a flusso avviato a tappo per fluidi con temperatura fino a 100 °C con corpo in ghisa Meehanite GG25 e tappo rivestito di gomma idonea per temperature fino a 120 °C. Le valvole di ritegno saranno idonee per la posizione di montaggio (orizzontale o verticale).
Valvole di ritegno a clapet per fluidi con temperatura fino a 100 °C con corpo in ghisa, clapet con guarnizione di gomma idonea per temperature fino a 120 °C e sede di tenuta sul corpo con anello di bronzo. Le valvole di ritegno saranno idonee per la posizione di montaggio (orizzontale o verticale).
Valvole di ritegno a disco per installazione in qualunque posizione con molla di contrasto, tenuta morbida in EPDM per temperature fino a 150°C PFA 16, interposta a flange.
Valvole di ritegno a flusso avviato a tappo per fluidi con temperatura superiore a 100 °C con corpo in ghisa Meehanite GG25 (per temperatura max 300 °C) o ghisa sferoidale GGG40 o acciaio al carbonio, sede e tappo otturatore in acciaio inox al Cr. Le valvole di ritegno saranno idonee per la posizione di montaggio (orizzontale o verticale).

4.4.3 Valvole di sicurezza

Tutte le valvole di sicurezza saranno qualificate, tarate e dimensionate secondo le norme I.S.P.E.S.L. Le valvole di sicurezza saranno idonee per la temperatura, pressione e tipo di fluido per cui vengono impiegate. Oltre a quanto previsto per il valvolame in genere, tutte le valvole di sicurezza saranno marcate con la pressione di taratura, la sovrapressione di scarico nominale e la portata di scarico nominale.
Tutte le valvole di sicurezza saranno accompagnate da certificato di taratura al banco sottoscritto da tecnico INAIL.
Le sedi delle valvole saranno a perfetta tenuta fino a pressioni molto prossime a quelle di apertura; gli scarichi dovranno essere ben visibili e collegati mediante imbuto di raccolta e tubazioni in acciaio all'impianto di scarico dello stesso diametro della valvola.
Nei circuiti d'acqua surriscaldata e vapore, saranno impiegate valvole di sicurezza a molla o a contrappeso con otturatore sollevabile a leva. Le valvole avranno corpo in ghisa o in acciaio al carbonio e sede ed otturatore d'acciaio inossidabile. L'apertura completa della valvola, e quindi la capacità di scarico nominale, dovrà essere assicurata con una sovrapressione non superiore al 5% rispetto alla pressione di taratura.
Nei circuiti che trasportano acqua calda fino a 100 °C e acqua fredda (riscaldamento, raffrescamento, acqua potabile, acqua calda sanitaria, etc.) le valvole di sicurezza saranno del tipo a molla con corpo in ghisa o in ottone e otturatore in ottone. L'apertura completa della valvola, e quindi la capacità di scarico nominale, dovrà essere assicurata con una sovrapressione non superiore al 10% rispetto alla pressione di taratura.

4.4.4 Accessori vari

Dove necessario, anche se non espressamente indicato nei disegni di progetto, saranno installati rubinetti di scarico di tipo e diametro adeguati, rubinetti e barilotti di sfiato, filtri ad y etc.
i barilotti anticolpo d'ariete saranno costituiti da un tubo d'acciaio zincato ø 2", con attacchi ø ½" filettati, da installarsi al termine delle diramazioni principali i barilotti di sfiato aria devono essere in tubo nero trafilato ø 2", lunghezza 30 cm con attacco ø 3/8", completi di valvolina di sfiato automatico.

4.5 SERBATOIO INERZIALE

I serbatoi inerziali monoblocco saranno del tipo preassiemato e preisolato, realizzato in acciaio al carbonio verniciato esternamente con coibentazione 20mm. in elastomero espanso a cellula chiusa anticondensa e rivestimento esterno in PVC, con setti divisori che permettono di evitare flussi preferenziali all'interno del serbatoio, adatto al contenimento di acqua calda o refrigerata, pronto per l'installazione, completo di attacchi, rubinetto di scarico, termometro ad immersione, valvola automatica di sfiato. Il serbatoio dovrà essere del tipo adatto per una temperatura di utilizzo da -10 a +60°C ad una pressione fino a 6 bar.
Per costruzione la presenza di un sistema interno per il convogliamento dei flussi permette di:

- ridurre i tempi di messa a regime dell'impianto grazie al convogliamento diretto della mandata del circuito primario verso la mandata dell'impianto;
- creare successivamente un accumulo di acqua a bassa temperatura sfruttando la differenza di portata tra il circuito primario (refrigeratore) e secondario (impianto).

4.6 VASI DI ESPANSIONE

I vasi di espansione vengono utilizzati su impianti sanitari e di riscaldamento:

- vaso d'espansione saldato, per impianti di riscaldamento, certificato CE. Membrana a diaframma. Pmax d'esercizio: 6 bar. Campo di temperatura sistema: -10÷120°C. Campo di temperatura membrana: -10÷70°C. Max. percentuale di glicole: 50%. Conforme a norma EN 13831;

- vaso d’espansione saldato, per impianti sanitari, certificato CE. Membrana a vescica (sostituibile per volumi da 60 a 500 l). Pmax di esercizio: 10 bar. Campo di temperatura sistema: -10÷70°C. Campo di temperatura membrana: -10÷70°C. Conforme a norma EN 13831. Conforme al D.M. 6
- Aprile 2004, n°174.

I vasi di espansione devono essere del tipo omologato e ne deve essere fatta denuncia qualora l'impianto sia soggetto a Pratica INAIL secondo la Circolare del 28/02/2011 e la raccolta R-edizione 2009.

4.7 SISTEMI DI TRATTAMENTO ACQUA

All'ingresso dell'acqua dall'acquedotto Pubblico sarà previsto un sistema di trattamento dell'acqua solitamente costituito da diversi elementi:
addolcitore volumetrico automatico statico conforme al D.M. 25 del 2012: Bombola a pressione in PE rivestito in fibra di vetro e resina epossidica conforme alla Direttiva Europea 97/23/EC per recipienti a pressione (PED) e al D.M. n.174 del 06/04/2004 per materiali idonei al contatto con acque potabili. L'addolcitore dovrà avere timer programmatore per la gestione della partenza e del ciclo di rigenerazione Resine scambiatrici di ioni di qualità alimentare, cabinatura resistente in materiale plastico, valvola per la salamoia, tubo aspirante. Pressione minima di funzionamento 1,4 bar fino ad una max di 6 bar.
sistema di dosaggio polifosfati per acqua sanitaria:

- contatore orizzontale a tamburo estraibile, orologeria sigillata a trascinamento magnetico, a lettura diretta sui rulli numeratori, completo di emettitore di impulsi. Usato come comando volumetrico diretto per pompe dosatrici a dosaggio proporzionale;
- pompa dosatrice ad installazione orizzontale completa di display realizzata in polietilene o PVDF. Adatta al funzionamento con prodotti molto aggressivi. Completa di valvola montata sulla testa della pompa per facilitare l'innesco anche in presenza di liquido da dosare particolarmente denso e, di sonda di controllo livello serbatoio per impedirne il funzionamento in caso di livello basso;
- lancia di iniezione per l'immissione degli additivi estraibile e pulibile;
- serbatoio in polietilene semitrasparente;
- sonda di livello minimo per serbatoio.
- sistema di dosaggio antilegionella per ACS per acqua sanitaria:
- contatore orizzontale a tamburo estraibile, orologeria sigillata a trascinamento magnetico, a lettura diretta sui rulli numeratori, completo di emettitore di impulsi;
- pompa dosatrice ad installazione orizzontale completa di display realizzata in polietilene o PVDF. Completa di valvola montata sulla testa della pompa per facilitare l'innesco anche in presenza di liquido da dosare particolarmente denso e, di sonda di controllo livello serbatoio per impedirne il funzionamento in caso di livello basso;
- lancia di iniezione per l'immissione degli additivi estraibile e pulibile;
- serbatoio in polietilene semitrasparente.
- sistema di dosaggio prodotti filmanti per impianti a circuito chiuso e sistema di carico automatico:
- pompa dosatrice ad installazione verticale, il dosaggio si ottiene dal movimento di un magnete, azionato da un comando esterno, che comprime una membrana, che sarà successivamente riportata in posizione da una molla a tazza alla fine dell'azione di dosaggio;
- serbatoio da 50 l di polietilene con base sagomata per il fissaggio della pompa dosatrice completo di filtro in aspirazione e coperchio realizzazione conforme al DM 174 del
- 06/04/2004;
- iniettore per l'immissione degli additivi al centro della zona turbolenta del flusso per una più rapida miscelazione;
- inibitore di corrosione per circuiti di riscaldamento e di raffreddamento chiusi con componenti in rame ed alluminio;
- kit di analisi ipt molibdeno per verificare la presenza di acidità, alcalinità anidride carbonica, anioni forti, calcio, cloruri, durezza e solfito presente nei circuiti chiusi;
- sistema di carico automatico impianto di riscaldamento collegato al circuito chiuso direttamente dalla linea dell'acqua potabile come previsto dalla norma EN1717.

5. IMPIANTISTICA DI CONDIZIONAMENTO

5.1 GRUPPI FRIGORIFERI/POMPE DI CALORE

Possono essere del tipo:

- che forniscono all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria;
- che prevedono l'espansione nella batterie di raffreddamento del fluido frigorigeno (batterie ad espansione diretta).

I gruppi frigoriferi possono essere:

- azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici) e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei cosiddetti gruppi frigoriferi;
- ad assorbimento (di regola al bromuro di litio) nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso la potenza frigorifera resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve e essere compatibile con quella sicuramente disponibile.
Salvo il caso di piccole potenze (5 kW) la potenza frigorifera deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.
Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 l (e pertanto provviste di certificato di conformità) ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento) ed altresì di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:

- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi “ad assorbimento” a bromuro di litio l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

5.1.1 *Raffreddamento del gruppo frigorifero*

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del « condensatore » nei gruppi azionati meccanicamente, del « condensatore » e «dell'assorbitore » nei gruppi di assorbimento.
Si deve impiegare a tale scopo acqua fredda, proveniente dal pozzo che emunge dalla falda, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette « torri di raffreddamento ».
Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo). Occorre in oggi caso assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.
L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi, mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e ad eventuali trattamenti onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.
È necessario in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.

Deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante.

5.2 RECUPERATORI DI CALORE

5.2.1 *Fornitura e posa in opera di nuovi dispositivi*

La fornitura dei nuovi recuperatori di calore dovrà essere conforme a quanto indicato nei documenti di progetto in relazione al loro utilizzo ed impiego, alle sezioni di trattamento dell'aria richieste ed alle caratteristiche tecniche definite.
Per quanto riguarda la posa in opera dei recuperatori di calore si raccomanda di curare con particolare attenzione l'interposizione di opportuni materiali e/o dispositivi antivibranti, atti a ridurre la trasmissione del rumore per vibrazione alla struttura dell'edificio e/o alle parti impiantistiche che sono collegate al recuperatore stesso.
Tutte le parti impiantistiche di collegamento del recuperatore (canalizzazioni aria, tubazioni idriche e canalizzazioni elettriche) non dovranno essere per nessun motivo staffate sul recuperatore stesso, ma dovranno essere collegate ad essa solamente mediante l'interposizione di materiale antivibrante.
Prima della posa in opera si dovrà curare la perfetta planarità del recuperatore stesso, in maniera tale da evitare pericolose contropendenze che possano compromettere il corretto scarico della condensa e/o dell'acqua di umidificazione.
Ogni sezione del recuperatore dovrà comunque essere sempre ispezionabile per operazioni di manutenzione e/o pulizia, pertanto la posa in opera sarà effettuata in maniera tale da garantire sempre questa condizione.
Fino alla sua attivazione il recuperatore dovrà essere protetto dalla polvere, pertanto in fase di interruzione delle lavorazioni si dovrà garantire la chiusura anche temporanea (mediante fogli in polietilene e/o altro materiale) delle teste. Ad ogni modo all'attivazione dell'impianto la concentrazione di particolato depositato sulle superfici a contatto con il recuperatore non potrà superare il valore di 0,1 gr/mq., mentre successivamente alla riattivazione tale valore non dovrà mai essere superiore a 1 gr/mq. misurato secondo gli standard NADCA.

5.3 CENTRALI DI TRATTAMENTO DELL'ARIA

5.3.1 *Fornitura e posa in opera di nuovi dispositivi*

La fornitura delle centrali di trattamento dell'aria dovrà essere conforme a quanto indicato nei documenti di progetto in relazione al loro utilizzo ed impiego, alle sezioni di trattamento dell'aria richieste ed alle caratteristiche tecniche definite.
Per quanto riguarda la posa in opera delle CTA si raccomanda di curare particolare attenzione all'interposizione di opportuni materiali e/o dispositivi antivibranti, atti a ridurre la trasmissione del rumore per vibrazione alla struttura dell'edificio e/o alle parti impiantistiche che sono collegate alla CTA stessa.
Tutte le parti impiantistiche di collegamento della CTA (canalizzazioni aria, tubazioni idriche e canalizzazioni elettriche) non dovranno essere per nessun motivo staffate sulla CTA stessa, ma dovranno essere collegate ad essa solamente mediante l'interposizione di materiale antivibrante.
Prima della posa in opera si dovrà curare la perfetta planarità del basamento di appoggio della macchina stessa, in maniera tale da evitare pericolose contropendenze che possano compromettere il corretto scarico della condensa e/o dell'acqua di umidificazione.
Ogni sezione della CTA dovrà comunque essere sempre ispezionabile per operazioni di manutenzione e/o pulizia, pertanto la posa in opera sarà effettuata in maniera tale da garantire sempre questa condizione.

Fino alla sua attivazione la CTA dovrà essere protetta dalla polvere, pertanto in fase di interruzione delle lavorazioni si dovrà garantire la chiusura anche temporanea (mediante fogli in polietilene e/o altro materiale) delle teste. Ad ogni modo all'attivazione dell'impianto la concentrazione di particolato depositato sulle superfici a contatto con l'aria di trattamento non potrà superare il valore di 0,1 gr/mq, mentre successivamente alla riattivazione tale valore non dovrà mai essere superiore a 1 gr/mq misurato secondo gli standard NADCA.

5.4 CANALIZZAZIONI DI DISTRIBUZIONE ARIA IN LAMIERA DI ACCIAIO

5.4.1 Materiali

Per la costruzione delle condotte in lamiera possono essere impiegati materiali di diverso tipo:

- acciaio zincato;
- acciaio inossidabile ;
- acciaio verniciato e preverniciata;
- zinco – alluminio;
- alluminio.

Comune a tutti questi tipi è il termine "lamiera", che identifica l'impiego di nastri laminati di spessore inferiore a 3 mm., ottenuti con processi di lavorazione caratteristici di ogni materiale e normalmente commercializzati sotto forma di rotoli (coils) oppure fogli (lamiere piane). La larghezza dei rotoli è, generalmente, di 1500 mm, mentre i fogli hanno dimensioni variabili ma sempre soggette alla larghezza commerciale dei rotoli da cui sono ricavati. Di seguito si darà una descrizione sintetica di ciascuno dei materiali, evidenziandone le caratteristiche principali e gli impieghi tipici.

5.4.2 Acciaio zincato

E' il materiale più comunemente usato. Si ricava da lastre di acciaio laminate a caldo o a freddo, zincate con procedimento per immersione continua a caldo. La protezione contro la corrosione, garantita dal rivestimento continuo di zinco, è direttamente proporzionale alla massa dello stesso. La denominazione "Sendzimir" indica il processo di zincatura normalmente impiegato per garantire una particolare aderenza acciaio/zinco nella fase di zincatura delle lamiere. In base alla tabella. UNI 5753, lo zinco deve essere di prima fusione del tipo ZN A 98,25 UNI 2013. Per l'identificazione dello zinco, occorre riferirsi alla norma UNI 4179.
La quantità di zinco presente complessivamente su entrambe le facce della lamiera è espressa in grammi al metro quadro (g/m2). Questa quantità può variare a seconda delle esigenze di impiego delle condotte nei vari settori di applicazione (civile, industriale, navale, ecc.).
TIPO DI RIVESTIMENTO DI ZINCO: MINIMI CONSIGLIATI DA IMPIEGARE NELLA COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE

TIPO DI RIVESTIMENTO DI ZINCO: MINIMI CONSIGLIATI DA IMPIEGARE NELLA COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE	
Z 200	Impiego civile e industriale, suggerito da EURONORM 147/79
Z 275	Impiego industriale in presenza di elementi aggressivi
Z 275	Impiego navale

Per la produzione standardizzata delle condotte sono solitamente utilizzati i parametri della tabella riportata qui sopra.
La norma UNI 5753 indica il tipo di materiale denominato FeP02G la lamiera di acciaio adatta per tutte le operazioni di piegatura e profilatura necessarie nella costruzione delle condotte. La tabella successiva, estratta dalla UNI 5753, mette in evidenza il grado di formabilità dell'acciaio in relazione alle aggraffature ("lock seams") che sono normalmente impiegate nella costruzione delle condotte.

QUALITA' DI ACCIAIO	*FORMABILITA' PER AGGRAFFATURE TIPO*

	"Lock seams" *		"Snap lock seams" **	
	Per spessori		Per spessori	
	Fino a 1,5	Oltre 1,5 fino a 2	Fino a 0,9	Oltre 0,9 fino a 1,25
FeP02G	Soddisfacente	Sconsigliato	Soddisfacente	Sconsigliato
FeP03G	Soddisfacente	Soddisfacente	Soddisfacente	Soddisfacente
* Generalmente i "Lock seams" possono essere ottenuti con la classe FeP01G fino a 0,9 mm di spessore ** La massa massima nominale dello zinco (considerate entrambe le facce del prodotto) non deve superare 275 g/m				

5.4.3 Finiture speciale dell'acciaio zincato

In accordo con la norma UNI 5753 vengono definiti i diversi tipi di finitura superficiale delle lamiere di acciaio zincato, ripresi anche dal documento di lavoro CEN n° 6:

- stellatura normale (N): questo tipo di finitura presenta una lucentezza metallica. E' quello normalmente impiegato per la costruzione delle condotte, ed è il risultato della crescita spontanea dei cristalli di zinco durante la normale solidificazione.
- stellatura ridotta (M): questa finitura, anch'essa normalmente impiegata nella costruzione delle condotte, ha come caratteristica quella di presentare una certa difformità dell'aspetto superficiale all'interno di uno stesso rotolo o in una stessa lamiera piana. Tale finitura si ottiene riducendo la normale cristallizzazione dello zinco durante la solidificazione. Nonostante un aspetto estetico diverso, le caratteristiche tecnico-funzionali di questa lamiera non sono difformi da quelle della lamiera con finitura di tipo (N).
- rivestimento normale in lega ferro/zinco (R): il rivestimento non presenta alcuno stellatura ed appare di color grigio opaco. E' una finitura scarsamente richiesta e quindi poco impiegata dai costruttori di condotte. Diversamente dal materiale con finitura di tipo (N) o (M), quello di tipo (R) non è contraddistinto dalle sigle Z200, Z275 o Z350, ma dalle sigle F100 o F180. Esso non è ritenuto adatto per le operazioni di profilatura riportate nella tabella estratta dalla UNI 5753.

5.4.4 Acciaio inossidabile

E' un materiale che presenta alta resistenza alla corrosione unita a un basso costo di manutenzione. Viene utilizzato nella costruzione delle condotte destinate ad impieghi per i quali esso deve mantenere intatte nel tempo le proprie caratteristiche, oppure garantire un alto grado di igiene, ovvero ancora laddove l'utilizzo avviene in ambienti aggressivi e/o tossici (industrie chimiche, applicazioni nucleari e marine, esposizione agli agenti atmosferici). Il suo uso può essere richiesto anche per particolari esigenze estetiche.
L'acciaio inossidabile attualmente in commercio è una buona combinazione tra formabilità e saldabilità. La sua resistenza alla corrosione dipende dalla percentuale di cromo che contiene (in nessun caso inferiore al 9%).
Per la costruzione delle condotte vengono utilizzati due tipo di acciaio inossidabile: serie ferritica 400 (magnetica) e serie austenitica 300 (non magnetica). Quest'ultima contiene, in aggiunta al cromo, una percentuale variabile di nichel che ne aumenta la resistenza alla corrosione.

Anche gli acciai inossidabili possono essere classificati con le seguenti sigle convenzionali, che permettono di distinguerle in base alle loro caratteristiche:

- Tipo 409: contiene l'11,5% di cromo e lo 0,3% di titanio. E' un acciaio inox ferritico che presenta buone caratteristiche di formatura e un costo contenuto, ma minore resistenza alla corrosione rispetto agli acciai medi. Non richiede trattamenti dopo la saldatura e può essere lavorato con metodi tradizionali.
- Tipo 304: contiene il 18% di cromo e il 9% di nichel. E' un acciaio inox austenitico, comunemente denominato "18/8", anche se le percentuali di cromo e nichel attualmente utilizzate possono anche essere diverse. E' saldabile e ha buona lavorabilità e discreta resistenza alla corrosione che ne consiglia l'uso in ambienti moderatamente aggressivi.
- Tipo 316: contiene il 17% di cormo, l'11% di nichel e il 2,5% di molibdeno. E' un acciaio inox austenitico, con elevata resistenza alla corrosione, che lo rende adatto per l'impiego in ambienti particolarmente aggressivi. E' saldabile, ma presenta notevoli difficoltà nella profilatura tipo "Pittsburg" e "Snap-Lock" e nella realizzazione dei giunti trasversali a flangia profilata riportata.

5.4.5 Finiture superficiali dell'acciaio inossidabile

Esiste in commercio un'ampia gamma di finiture superficiali, da quella opaca fino a quella lucida con massima brillantezza:
Finiture opache: contraddistinte dalle sigle 2°, 2B e 2D, in ordine decrescente di brillantezza e uniformità superficiale;
Finiture lucide: contraddistinte dalle sigle 4 e 8, in ordine crescente di lucidità e brillantezza.

5.4.6 Acciaio verniciato e preverniciato

La verniciatura dell'acciaio zincato è realizzabile adottando adeguati procedimenti di trattamento primario, diversi da quelli realizzati sugli acciai non rivestiti con zinco. A questo scopo possono essere impiegate vernici da applicare come base al prodotto finito indicate come "wash-primer". In alternativa, si va sempre più diffondendo l'impiego di lamiere con rivestimento a conversione chimica (tipi al cromato, al fosfato e all'ossido), comunemente definite come "lamiere preverniciata". In questo caso, si ha il vantaggio di poter disporre di rivestimento superficiale su entrambi i lati. Ciò ne consente l'utilizzo in ambienti particolarmente aggressivi (esposizione agli agenti atmosferici, presenza di gas o vapori reagenti con lo zinco). Le lamiere preverniciata sono protette superficialmente con uno spessore totale di circa 25 micron, secondo il seguente ciclo:
zincatura;

- fosfatazione sui due lati;
- "primer back coat" sul lato non in vista;
- verniciatura a fuoco, nel lato in vista.
- Le lamiere preverniciata possono essere anche protette superficialmente all'origine da un film autoadesivo in polietilene che ne previene il danneggiamento nelle fasi di produzione e trasporto delle condotte.

5.4.7 Zinco Alluminio

E' una lamiera di acciaio che si differenzia da quelle finora trattate perché rivestita superficialmente con una lega composta da: 55% di alluminio, 43,4% di zinco e 1,6% di silicio. Queste percentuali sono calcolate sul peso complessivo del materiale, che può variare da 150 a 185 g/m2.
Indipendentemente dalle caratteristiche del rivestimento, la resistenza meccanica di questo materiale deve corrispondere a quella della lamiera di acciaio zincato (di norma 200 N/mm2).

5.4.8 Alluminio

In alcun casi particolari, le condotte possono essere costruite con lamiere di alluminio di qualsiasi lega tra quelle disponibili in commercio. E' opportuno però scegliere il tipo di lega che meglio si presta alla lavorazione richiesta. Le leghe convenzionalmente indicate con le sigle 1200, 3303 e 5251 sono facilmente formabili e forniscono un'eccellente resistenza agli agenti atmosferici; tra queste, la lega 5251 è la più resistente all'atmosfera marina.
Ciascuna di queste leghe può essere prodotta in due diversi stadi di durezza, convenzionalmente denominati "cotto" e "crudo". E' bene scegliere il grado di durezza in base alle necessità di formatura; ad esempio, le tempere di maggior durezza (alluminio crudo) possono comportare problemi di rottura della lamiera durante le operazioni di profilatura. Per questo motivo, la lega 6082-TF, ad alta durezza, non è consigliata per operazioni di profilatura tipo "Pittsburgh".

All'interno di una rete di condotte in lamiera di alluminio è bene utilizzare accessori (rivetti, bulloni, ecc.) omogenei o di altro materiale compatibile (acciaio inossidabile). Anche le lamiere di alluminio possono essere protette superficialmente da un film autoadesivo in polietilene che ne previene il danneggiamento nelle fasi di produzione e trasporto delle condotte.

5.4.9 Spessori

Rigidezza e stabilità delle condotte sono requisiti fondamentali per la realizzazione di una rete aeraulica. Per questo, lo spessore delle lamiere da impiegarsi nella costruzione, al pari di altri accorgimenti (rinforzi, tipo di aggraffature e di giunzione tra i vari elementi), deve essere dimensionato in funzione delle caratteristiche di velocità o pressione alle quali il sistema aeraulici è sottoposto.

5.4.10 Condotte Rettangolari

Dal documento di lavoro CEN n° 50 del 01/91 si ricava il seguente orientamento sulle caratteristiche dimensionali richieste nella costruzione delle condotte rettangolari, al fine di assicurare la riduzione delle deformazioni dei piani per ragioni funzionali ed estetiche: la deformazione massima ammessa sui lati delle condotte sottoposte a una pressione di 1 kPa non deve superare il 2% della lunghezza del lato in questione, e comunque non deve essere maggiore di 20 mm (cfr. Eurovent 2/2).
Al momento il CEN non prescrive, in funzione di queste esigenze, lo spessore minimo da impiegarsi nella costruzione delle condotte rettangolari. L'ASAPIA suggerisce l'applicazione dei dati riportati nella tabella degli spessori indicata nelle tavole di progetto, frutto dell'integrazione delle norme esistenti (ISO, DIN, SMACNA, ecc.) con i sistemi costruttivi attualmente impiegati e le esperienze pratiche dei produttori di condotte associati.
La tabella in oggetto si riferisce alle condotte rettangolari di classe tenuta "A". Per la costruzione delle condotte di classe tenuta "B", si suggerisce l'utilizzo di lamiere con uno spessore maggiorato di 0,2 mm rispetto a quello indicato per la classe "A" , a parità di dimensione del lato maggiore.

Gli spessori indicati in tabella nella colonna relativa alla lamiera zincata sono utilizzabili anche per l'impiego di materiali diversi come: acciaio inossidabile, acciaio preverniciata, zinco-alluminio. L'emissione di una chiara normativa CEN al riguardo, e/o la definizione di parametri di prova che potranno essere oggetto di specifiche certificazioni da parte dei costruttori di condotte, consentiranno di aggiornare la tabella della pagina precedente, per raggiungere un obiettivo comune a costruttori e committenti: correlare l'affidabilità meccanica del prodotto a criteri che non facciano riferimento esclusivamente al peso del materiale.

5.4.11 Condotte Circolari

Spostando l'analisi sulle condotte a sezione circolare, è stato effettuato lo stesso tipo di integrazione tra norme esistenti e indicazioni tratte dall'esperienza dei costruttori associati, ottenendo i risultati mostrati nella tabella successiva. Nel campo delle sezioni circolari si hanno più elementi tendenti alla
standardizzazione costruttiva:

Diametro [mm]	Spessore nominale [mm]
da 63 a 80	0,4
da 100 a 250	0,6
da 500 a 500	0,8
da 560 a 900	1,0
oltre 1000	1,2

5.4.12 Determinazione del peso della condotta

La scelta degli spessori delle lamiere da impiegare è la condizione fondamentale per ottenere il peso complessivo della rete di condotte, sistema fin qui usato, almeno in Italia, per determinare il costo globale della stessa. Da questo punto di vista, è opportuno precisare che il peso delle lamiere calcolato in Kg per metro quadrato e indicato nella tabella si riferisce alla sola lamiera impiegata per la costruzione delle condotte. Per ottenere il peso del manufatto completo occorrerà aggiungere i pesi relativi a profili, flange, sostegni, sormonti per aggraffature, deflettori, ecc., secondo le tabelle forniti dai produttori di condotte.

5.4.13 Rinforzi

Per aumentare la resistenza meccanica dei piani delle condotte rettangolari, ferme restando le indicazioni date nel paragrafo precedente riguardo agli incrementi di spessore delle lamiere in funzione dell'aumento di dimensione del lato maggiore della condotta, occorre che essi siano adeguatamente rinforzati. Nel caso di condotte appartenenti a una rete aeraulici soggetta a bassa o media pressione è sufficiente utilizzare sistemi di rinforzo esterno realizzati direttamente sulla lamiera. Nel caso, invece, di condotte per impianti nei quali è richiesta una resistenza meccanica più elevata (nei limiti comunque imposti dalla struttura di queste condotte) è necessario aggiungere rinforzi all'interno.

Qui di seguito si elencano i due sistemi di rinforzo esterno ammessi:

- Nervatura trasversale "z": è il sistema di irrigidimento dei piani delle condotte oggi maggiormente utilizzato. Può essere realizzata anche sui pezzi speciali, creando così uniformità nel sistema di fabbricazione di tutti i componenti, con garanzie di affidabilità meccanica e risultato estetico non trascurabile nelle esecuzioni a vista delle reti aerauliche. È superflua nelle condotte di piccole dimensioni, ma indispensabile quando il lato maggiore supera i 400 mm.;
- Nervatura diagonale "Croce di S. Andrea": è il sistema di rinforzo dei piani delle condotte che risulta ormai superato dalle nuove tecniche e attrezzature di cui dispongono i costruttori, anche perché la buona tecnica di esecuzione di tale sistema presupporrebbe la necessità di stabilire con precisione in fase di costruzione e di montaggio il tipo di pressione cui la condotta verrà assoggettata;

Rinforzi interni: è il sistema che si adotta nei casi in cui è richiesta una resistenza meccanica più elevata. Questo sistema di rinforzi può essere applicato anche in fase di montaggio in sito. In funzione della dimensione della condotta e della tipologia dell'impianto, sono normalmente applicati da un minimo di tre a un massimo di sei rinforzi. Il rinforzo può essere costituito da una barra metallica in acciaio trafilato e verniciato. In sintonia con i metodi di costruzione adottati dai produttori europei di condotte per l'applicazione dei rinforzi si sconsiglia l'uso di saldature, mentre è preferibile un fissaggio con viti e bulloni.

5.4.14 Giunzioni longitudinali

La corretta esecuzione dell'aggraffatura longitudinale è uno dei fattori di primaria importanza di cui tener conto nella fase di costruzione delle condotte. Esiste una vasta gamma di giunzioni longitudinali che va dalla saldatura (d'angolo, testa a testa o per punti) fino alla giunzione ottenuta con la profilatura delle lamiere. Di seguito si prenderanno in esame soltanto le giunzioni per profilatura, poiché sono quelle comunemente utilizzate nella lavorazione delle lamiere zincate.
Tra i sistemi di giunzione longitudinali ottenibili mediante profilatura ne esistono alcuni tipici delle condotte a sezione circolare, già trattati in precedenza (aggraffatura spiroidale o aggraffatura longitudinale rettilinea conseguente alla calandratura).
In questo paragrafo si tratterà solo dei sistemi di giunzione longitudinale più usati per la costruzione delle condotte rettangolari.
Il criterio di scelta del tipo di giunzione longitudinale è funzione delle caratteristiche della lamiera da impiegare, della classe di tenuta richiesta e dei criteri di standardizzazione perseguiti dai produttori. Le giunzioni di qualsiasi tipo, comunque, vanno realizzate tenendo conto delle caratteristiche tipiche delle stesse e dei limiti d'impiego in conformità agli spessori da utilizzare, o per rendere omogenea l'esecuzione di raccordi e tronchi rettilinei.

Comune a tutti i sistemi di aggraffatura qui presentati è la possibilità di scelta del numero di giunzioni longitudinali da utilizzare nella costruzione dei tronchi rettilinei, mentre nella realizzazione dei raccordi è necessario ricorrere sempre a quattro aggraffature d'angolo.
Tali esigenze costruttive si ripercuotono sul risultato globale del manufatto, anche per ciò che si riferisce alle garanzie richieste per le diverse classi di tenuta. È ormai appurato che una componente fondamentale tra quelle che determinano le perdite per fughe d'aria nelle condotte è il sistema di profilatura longitudinale delle stesse, che dipende in primo luogo dal tipo di aggraffatura impiegata e, in secondo luogo, dai metri lineari di aggraffatura realizzati per metro quadrato di superficie della condotta. È infatti dimostrato che, misurando le perdite per fughe d'aria in metri lineari di giunzione, e dividendole poi per i metri quadrati di lamiera che compongono la condotta, piccole sezioni trasversali presentano un rapporto metri lineari di giunzione / metri quadrati di condotta più sfavorevole rispetto a condotte di sezione maggiore. Analogamente, i raccordi (che richiedono quattro aggraffature d'angolo) hanno un rapporto ancora più sfavorevole.
Queste notevoli differenze rendono l'aggraffatura longitudinale delle condotte un elemento rilevante nell'attribuire ogni rete aeraulica a una certa classe di tenuta.
L'importanza del criterio di misurazione illustrato è confermata dall'orientamento espresso dai documenti di lavoro CEN, nei quali si considera ormai superato il criterio di misurazione che prevedeva il calcolo della percentuale d'aria dispersa sul volume globale del flusso d'aria immesso in una rete aeraulica e che considerava accettabile una perdita d'aria del 5%. Infatti, il limite di questo criterio consisteva nel fatto che la percentuale di perdita ammessa per fughe d'aria non era correlata alla maggiore o minore dimensione e lunghezza della rete aeraulica, ma soltanto alla portata iniziale ad essa attribuita.
Si può ricorrere a ulteriori interventi per migliorare la tenuta delle condotte, se richiesti da particolari esigenze. Essi consistono nell'applicazione di sigillanti contemporaneamente o successivamente alle operazioni di profilatura. Ciò comporta, ovviamente, un aumento del costo di produzione.
I sistemi di aggraffatura longitudinale comunemente impiegati per la formatura delle condotte rettangolari sono:
aggraffatura button punch snap lock (giunzione a scatto): è il sistema di aggraffatura più utilizzato in Italia nella costruzione delle condotte, siano esse rettilinee o pezzi speciali, perché consente di assemblare i singoli piani delle stesse con la semplice pressione dei lembi. Ciò consente il risparmio di volume nel trasporto del materiale pre-formato in officina e da assemblare in cantiere senza impiego di attrezzature speciali. È utilizzabile per la costruzione di condotte con spessore delle lamiere fino a 10/10 mm (rif. SMACNA ed. 1985, pagg. 1-39). Il sistema non è raccomandato per condotte in alluminio o altri materiali molto malleabili, mentre è compatibile con l'applicazione in officina di coibentazioni interne e/o esterne alle condotte.

- aggraffatura pittsburg (giunzione tasca e piega): questo sistema è compatibile sia per le condotte rettilinee che per i pezzi speciali. È impiegabile per la costruzione di condotte con spessori delle lamiere fino a 12/10 mm. Anche in questo caso è possibile l'applicazione in officina di coibentazioni interne o esterne alle condotte.
- aggraffatura double corner seam (giunzione doppia ad angolo) : impiegabile solo nella costruzione delle condotte rettilinee non coibentate internamente. È utilizzata da alcuni costruttori perché, oltre ad abbreviare le operazioni di profilatura, riduce il livello sonoro in fase di assemblaggio dei piani delle condotte. Può essere impiegata per la costruzione di condotte con spessore max. 10/10 mm.

5.4.15 Giunzioni trasversali

Un altro elemento di fondamentale importanza nella costruzione delle condotte è il sistema adottato per la connessione dei singoli componenti, siano essi rettilinei o raccordi. Esistono vari tipi di giunzione trasversale applicabili nell'esecuzione standard delle condotte circolari e rettangolari. La scelta di un tipo piuttosto che un altro dipende essenzialmente dal grado di affidabilità di ciascun sistema in rapporto a questi elementi:
resistenza meccanica; tenuta alle fughe d'aria; classi di pressione; caratteristiche dei materiali; interasse degli staffaggi.
Non esistono regole che indirizzino la scelta in modo univoco, se non quelle determinate di volta in volta dalle condizioni di oggetto e di impiego, affidate all'esperienza del progettista e del costruttore. Si riportano di seguito le rappresentazioni tipiche dei sistemi di giunzione trasversale maggiormente impiegati, facendo presente che essi sono validi in applicazioni normali, senza particolari sollecitazioni dovute a pressione, peso proprio delle condotte, temperatura, spinta del vento, ecc. In questi casi, sono necessarie prove statiche specifiche.

5.4.16 Sezione circolare

Le condotte ad aggraffatura spiroidale vengono preferibilmente congiunte a innesto fino a un diametro nominale di 800 mm. In caso di diametri nominali maggiori vengono preferibilmente impiegati connettori a flangia, flangie piatte o profili flangiati e anello elastico.

5.4.17 Sezione rettangolare

Tra i sistemi di giunzione trasversale utilizzati per congiungere tra loro i singoli elementi di condotte, siano essi rettilinei o raccordi, i più comuni sono:

- giunzione a flangia in profilato zincato: la flangia in profilato zincato va assicurata alla parete della condotta mediante fissaggio meccanico ottenuto con puntatura elettrica, rivettatura con rivetti ciechi o punzonatura. È prescritto l'impiego di morsetti di serraglio delle flange che vanno posti su tutti i lati delle condotte a intervalli di 400 mm. In sintonia con i metodi di costruzione adottati dai costruttori europei, è consigliato realizzare il fissaggio meccanico delle flange scegliendo tra i sistemi sopraindicati la rivettatura o la punzonatura;
- giunzione a flangia "MABAG" : questo sistema di giunzione è ricavato direttamente dalla sagomatura della condotta, fissando ai bordi della stesa degli angolari di lamiera prestampata. È prescritto l'impiego di un profilo di serraggio per assicurare l'aderenza dei lembi della giunzione. Questo sistema è ancora poco diffuso in Italia, anche se le caratteristiche di tenuta meccanica lo propongono come valida alternativa al tipo di giunzione "a flangia riportata";
- giunzione a baionetta: questo sistema è impiegabile per la costruzione di condotte di piccole dimensioni. La giunzione a baionetta viene realizzata direttamente sui bordi della condotta, con piegatura a 180° e inserimento di un profilo scorrevole per tutta la lunghezza del perimetro. Non avendo grande affidabilità dal punto di vista meccanico, questo sistema richiede opportuni accorgimenti per quanto riguarda la tenuta e la ripartizione dello staffaggio.
- Poiché le giunzioni trasversali rappresentano una sensibile causa di perdita per fughe d'aria, è consigliabile in ogni caso ricorrere all'applicazione di sigillanti e di guarnizioni di tenuta nella fase di assemblaggio dei singoli elementi.

5.4.18 Staffaggi

La cura nella costruzione delle condotte è il presupposto per una corretta interpretazione e applicazione delle condizioni poste nel progetto di una rete aeraulica; tuttavia, i risultati di buona esecuzione possono essere vanificati da una non corretta realizzazione del sistema di staffaggio che comunque devono essere realizzati secondo le NTC2018. Il rischio è reale, perché frequentemente viene attribuita poca importanza a questa fase, e questo perché l'ideazione del sistema di staffaggio viene normalmente lasciata all'esperienza e alla responsabilità del costruttore e/o dell'installatore.
È perciò utile ricordare che esistono anche in questo campo alcune "regole dell'arte" da rispettare per la corretta esecuzione del sistema di staffaggio, che andrebbero pertanto definite nella fase di progettazione della rete.
La scelta tra i possibili metodi di staffaggio dipende dalle condizioni oggettive poste dalla struttura architettonica (caratteristiche dell'edificio, spazi disponibili, percorso delle condotte, aspetto estetico, ecc.) Inoltre, le tecniche impiegate sono diverse a seconda del tipo di condotte da installare: per questi motivi, sarebbe troppo dispersivo affrontare nei dettagli tutte le soluzioni possibili. Quindi l'analisi si limiterà agli elementi di staffaggio che costituiscono i casi tipici di impiego.
Qualunque sia la configurazione, è consigliato interporre fra le parti rigide (strutture, sostegni e piani delle condotte) strati di materiale elastico.

5.4.19 Fissaggio alla struttura dell'edificio

I componenti utilizzati per il fissaggio devono avere le stesse caratteristiche di robustezza dei sostegni delle condotte ad essi ancorate. Per garantire l'affidabilità dell'aggancio a una struttura in cemento, in laterizio alveolare o in carpenteria metallica si ricorrerà, di volta in volta, all'utilizzo di tasselli ad espansione (da pieno o da vuoto), muratura di inserti metallici oppure "cravatte" o "morsetti", questi ultimi in alternativa alla saldatura che è sempre sconsigliata.

Qualunque sia il tipo di sospensione o sostegno scelto, esso dovrà essere di tipo metallico, zincato per immersione a caldo, zincato a freddo o protetto con altri trattamenti anticorrosivi.
Per il posizionamento a soffitto delle condotte circolari, l'esecuzione può essere fatta in due modi a seconda del peso delle stesse. Per pesi ridotti, le condotte vengono normalmente sostenute per mezzo di una sottile lamiera zincata flessibile (reggetta metallica) della larghezza di circa 30 mm., solitamente preforata per consentire l'introduzione dei bulloni di fissaggio e di regolazione della quota di posa delle condotte. Tale reggetta metallica può quindi essere fissata al soffitto a mezzo di tasselli ad espansione o con un altro dei sistemi di fissaggio già citati. Per condotte di peso più consistente, viene di solito utilizzato un supporto di Fe piatto (di spessore 2-3 mm), con due fori laterali per l'aggancio delle sospensioni.
Per le condotte a sezione rettangolare di piccole dimensioni e peso si impiegano normalmente dei profili stampati (squadrette) di lamiera zincata fissate alla condotta mediante viti autofilettanti oppure rivetti.
Qualora le condotte devono essere installate in aderenza al soffitto, ma ad esso sospese, si ricorre all'impiego di tiranti di sostegno normalmente in barra zincata filettata per assicurare il collegamento tra soffitto e squadretta. Possono essere utilizzati anche altri materiali, come ad esempio le corde di acciaio.
In ogni caso questi tipi di sostegni vanno applicati in coppia ai lati della condotta. L'applicazione delle squadrette solo su un lato non è corretta.
Qualora le dimensioni delle condotte a sezione rettangolare e il loro peso siano rilevanti ai fini dello staffaggio, si ricorre all'impiego di una barra di sostegno trasversale (normalmente in profilato zincato preforato). Il dimensionamento di tale supporto sarà in funzione del peso e delle dimensioni della condotta. In ogni caso, non è accettabile la flessione dello stesso.
Nel caso particolare di condotte posizionate in prossimità di un pavimento, l'appoggio può essere costituito da piccoli muretti di mattoni di altezza limitata (cm. 10) sui quali va appoggiato, prima della messa in opera della condotta, un supporto anelastico con il compito di isolare la lamiera dal materiale cementizio. Qualora la condotta sia posizionata a una certa quota dal pavimento, si può optare per lo staffaggio con impiego di sostegni costituiti da profilati metallici con base di appoggio quadrata e in forma avvolgente la condotta.
Quando le condotte devono essere installate a parete il sistema di staffaggio può essere realizzato con impiego di angolari di ferro o in profilato zincato preforato (mensole) murati o fissati con tasselli.
Un altro sistema impiegato per questo tipo di esecuzione è quello costituito da un sostegno orizzontale in profilato tenuto in opera dalla parete laterale e da una sospensine affrancata al solaio con tondino di barra filettata o cavetto d'acciaio.
Si sono sin qui esposti alcuni modi per eseguire gli staffaggi. È difficile indicare le misure, anche per il fatto che queste sarebbero soggette alla variazione dei carichi che debbono sostenere: si possono però dare alcuni suggerimenti di come esse debbano adattarsi all'impianto di una rete aeraulica.
Tutti i sostegni, per svolgere al meglio la loro funzione, debbono rispettare le seguenti prescrizioni:

- essere posizionati ad angolo retto rispetto all'asse della condotta che devono sostenere;
- gli ancoraggi realizzati con la reggetta metallica devono interessare tutte le condotte e non una sola parte; in altre parole devono essere installati in coppi e posizionati uno opposto all'altro;
- installare sempre al centro di ogni curva uno o più sostegni;
- ad ogni cambio di direzione maggiore di 20° in senso orizzontale, occorre sostenere le condotte con uno o più agganci supplementari localizzati simmetricamente al centro della deviazione, al fine di evitare il sovraccarico di quelli ordinari;
- terminali di condotta o le derivazioni di essa vanno sempre sostenute con appendini supplementari;
- i montanti verticali delle condotte attraversanti i locali con altezza superiore a 4,5 m devono essere sostenuti con staffaggi intermedi oltre a quelli realizzati in prossimità dei solai di attraversamento ai piani;
- la spaziatura degli staffaggi per condotte rettilinee deve essere in rapporto alla sezione delle condotte e comunque sempre secondo le indicazioni contenute nel presente documento;
- occorre provvedere con supporti alternativi a sorreggere tutti gli apparecchi complementari allacciati alla condotta, siano essi cassette di miscela, umidificatori, batterie di post- riscaldamento o altro;
- è consigliabile, per limitare le vibrazioni e le rumorosità, separare sempre le condotte dai sostegni con strati di materiale anelastico.

5.5 CANALIZZAZIONI ARIA IN PANNELLI SANDWICH

5.5.1 Materiali, struttura ed accorgimento costruttivi

I canali di termoventilazione e condizionamento in alluminio preisolati saranno realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20,5 mm (se da interno) ovvero 30 mm (se da esterno);
- Alluminio esterno: spessore 0,08 mm (se da interno) ovvero 0,2 mm (se da esterno) goffrato protetto con lacca poliestere;
- Alluminio interno: spessore 0,08 mm goffrato protetto con lacca poliestere; Conduttività termica iniziale: 0,022 W/(m °C) a 10 °C;
- Componente isolante: poliuretano espanso mediante il solo impiego di acqua senza uso di gas serra (CFC, HCFC, HFC) e idrocarburi (HC);
- Densità isolante: 50-54 kg/m3 (se da interno) ovvero 46-50 kg/m3 (se da esterno);
- Espandente dell'isolante: ODP (ozone depletion potential) = 0 e GWP (global warming potential) = 0;
- Eco-sostenibilità: studio LCA (Life Cycle Assessment);
- % celle chiuse: > 95% secondo ISO 4590;
- Classe di rigidezza: R 200.000 secondo UNI EN 13403; Reazione al fuoco: classe 0-1 secondo D.M. 26/06/84;
- Tossicità ed opacità dei fumi di combustione: classe F1 secondo NF F 16-101; Tossicità dei fumi di combustione: FED e FEC < 0,3 secondo prEN 50399-2-1/1.
- I canali dovranno rispondere alle caratteristiche di comportamento al fuoco previste dal D.M. 31-03-03 e dalla norma ISO 9705 (Room corner test). I canali saranno costruiti in conformità alla norma UNI EN
- 13403.
- Tutte le curve ad angolo retto dovranno essere provviste di apposite alette direttrici; le curve di grandi dimensioni a raccordo circolare saranno dotate di deflettori come previsto dalla UNI EN 1505.
- I canali posti all'esterno dovranno essere dimensionati in modo da sopportare anche un carico di neve/vento secondo le tabelle del produttore.
- Qualora i canali attraversino il tetto saranno muniti nella parte terminale di curve a "collo d'oca" allo scopo di evitare l'ingresso di acqua e neve. Tutte le aperture dei canali verso l'esterno, espulsione, presa d'aria esterna ecc., saranno provvisti di apposita griglia antivolatile.

5.5.2 Rinforzi

Ove necessario, i canali saranno dotati di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la resistenza meccanica. Il calcolo dei suddetti rinforzi sarà effettuato utilizzando le tabelle del produttore. La deformazione massima dei lati del condotto non dovrà superare il 3% o comunque 30 mm come previsto dalla UNI EN 13403.

5.5.3 Flangiatura

Le giunzioni tra i singoli tronchi di canale saranno realizzate per mezzo di apposite flange del tipo "invisibile" con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13403. La lunghezza massima di ogni singolo tronco di canale sarà di
4 metri.

5.5.4 Staffaggio

Lo staffaggio dovrà essere dimensionato secondo le NTC2018 e comunque i canali saranno sostenuti da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il

lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro. Gli accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, batterie a canale, ecc., saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sui canali.
I canali posti all'esterno saranno staffati ogni 2 metri, sollevati da terra, con idonee controventature e, nei tratti orizzontali, dovranno essere installati con una pendenza sufficiente a drenare l'acqua.

5.5.5 Ispezione

I canali saranno dotati degli appositi punti di controllo per le sonde anemometriche e di portelli per l'ispezione e la pulizia distribuiti lungo il percorso come previsto dalla EN 12097 e dalle "Linee guida pubblicate in G.U. del 3/11/2006 relative alla manutenzione degli impianti aeraulici". I portelli potranno essere realizzati utilizzando lo stesso pannello sandwich che forma il canale, in combinazione con gli appositi profili. I portelli saranno dotati di guarnizione che assicuri la tenuta pneumatica richiesta.

5.5.6 Collegamenti alle UTA/CTA/Roof-Top/Pompe di calore

I collegamenti tra le unità di trattamento aria ed i canali saranno realizzati mediante appositi giunti antivibranti, allo scopo di isolarli dalle vibrazioni. I canali saranno supportati autonomamente per evitare che il peso del canale stesso venga trasferito sugli attacchi flessibili. Inoltre il collegamento con l'unità di trattamento aria renderà possibile la disgiunzione per la manutenzione dell'impianto. Qualora i giunti antivibranti siano posti all'esterno, questi saranno impenetrabili all'acqua.

5.6 DIFFUSORI E GRIGLIE

5.6.1 Bocchette di mandata aria

Sarà in alluminio estruso o acciaio verniciato o acciaio inox AISI 304 (secondo quanto richiesto), a due file di alette regolabili.
Qualora non diversamente specificato, la bocchetta sarà fornita completa di serranda di taratura ad alette controrotanti, manovrabile con apposita chiavetta.
Qualora la griglia debba essere montata direttamente a fianco del canale (anche trattandosi di un terminale) sarà collegata ad esso da un tronchetto in lamiera zincata (di lunghezza sufficiente a contenere griglia e serranda) con cornice piegata, cui andrà fissata con viti o nottolini la griglia, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

5.6.2 Diffusore di mandata

Diffusore di mandata e/o ripresa aria, quadrato o circolare, in alluminio o acciaio verniciato con smalto a scelta della D.L., del tipo ad alette radiali con deflettori interni in PVC, regolabili.
Il diffusore sarà montato con sistema a scomparsa, fissato a soffitto con cavi di acciaio e sarà completo di plenum coibentato e serranda di taratura.
Sarà allacciato ai canali in lamiera mediante canale flessibile isolato.

5.6.3 Griglia di ripresa in alluminio o acciaio

Sarà in alluminio estruso o acciaio verniciato a forno o acciaio inox AISI 304 (secondo quanto richiesto) ad un solo rango di alette fisse.
Qualora la griglia debba essere montata direttamente a fianco del canale (anche trattandosi di un terminale) sarà collegata ad esso da un tronchetto in lamiera zincata (di lunghezza sufficiente a contenere griglia e serranda) con cornice piegata, cui andrà fissata con viti o nottolini la griglia, previa inserzione di guarnizione di tenuta.
Qualora non sia diversamente specificato nei disegni o in altri elaborati di progetto, sarà completa di serranda di taratura, ad alette controrotanti, manovrabile con apposita chiavetta.
Qualora la griglia debba essere montata a muro, sarà provvista di contro telaio in lamiera zincata con zanche di bloccaggio; il fissaggio della griglia al contro telaio avverrà con clip o nottolini o viti (a scelta della D.L.).
Dietro la battuta della cornice sarà posta una guarnizione di tenuta.

5.6.4 Griglia di transito in alluminio e/o acciaio

Per dimensioni fino a 10 dmq, sarà in alluminio estruso, oppure in acciaio verniciato (secondo quanto richiesto) costituita da una intelaiatura con una serie di alette a labirinto, ripiegate cioè a dente di sega, completa di cornice su ambo le facce.
Se necessario, sarà completa di contro telaio da murare.
Per dimensioni superiori a 10 dmq, si potranno usare griglie identiche alle griglie di ripresa in acciaio o alluminio (secondo quanto richiesto) con cornice nello stesso materiale si ambo le facce, previa autorizzazione della D.L.
Le griglie di transito saranno complete di serranda di sovrappressione, con appositi levismi a contrappeso.

5.7 IMPIANTO AD ESPANSIONE DIRETTA

5.7.1 Unità esterna

L'unità motocondensante esterna sarà controllata da inverter, refrigerante R410A, a pompa di calore, possibilità di collegare un'unica unità interna.
L'unità esterna avrà una struttura in acciaio e mobile di copertura in lamiera di acciaio zincato con verniciatura a polveri per la protezione dagli agenti atmosferici, compressore ermetico azionato da inverter, batteria di scambio in rame ed alette in alluminio, circuito frigorifero in tubo di rame ricotto.
L'unità sarà fissata a parete mediante apposite staffe di sostegno con supporti antivibranti sugli appoggi.
Campo di funzionamento:

- in raffreddamento da –5°C BS a 46°C BS;
- in riscaldamento da –20°C BU a 15,5°C BU.

5.7.2 Unità interna

L'unità interna del tipo alta a parete avrà struttura in materiale plastico duro, batteria di scambio termico ad espansione diretta minimo a 3 ranghi ed alettatura in alluminio, bacinella di raccolta condensa, sezione filtrante con filtro rigenerabile mediante semplice lavaggio, ventilatore azionato da motore elettrico a più velocità, telecomando ad infrarossi per la gestione del funzionamento dell'unità.
Nel caso in cui l'unità si trovasse installata al di sotto della rete di raccolta delle condense dovrà essere dotata di idonea pompa di sollevamento per il rilancio della condensa stessa.

5.7.3 Tubazioni in rame per impianti ad espansione diretta

Le tubazioni dovranno essere del tipo SANCO secondo UNI EN 1057 dotate di marcatura, in barre o rotoli a spessore variabile in relazione all'aumentare del diametro esterno da lavorare con sistemi idonei, con tipo di giunzione adeguato e garantito per le pressioni di lavoro del gas frigorigeno, da definire in accordo con la casa fornitrice del sistema di condizionamento.
Tutte le distribuzioni prima della loro coibentazione e della richiusura di tracce o controsoffitti dovranno essere sottoposte a prove di pressatura e collaudo a cura della Ditta installatrice, che dovrà rilasciare di volta in volta verbale e certificazione di avvenuta prova con esito positivo. Il distanziamento degli staffaggi e appoggi tra di loro dovrà essere tale da assicurare una corretta posa delle tubazioni.
L'assorbimento, ove necessario, delle dilatazioni delle reti aventi sviluppo lineare diritto, in funzione delle sollecitazioni termiche inerenti la temperatura del fluido trasportato, dovrà essere effettuato tramite l'inserimento di opportuni dilatatori assiali plurilamellari a soffietto realizzati in acciaio inox 18/8, con giunti a saldare o a flangia. Particolare cura dovrà essere posta nella selezione di tali dilatatori, in ordine alla loro migliore condizione di assorbimento delle spinte meccaniche, in modo che gli stessi si trovino a lavorare nelle condizioni di massima sicurezza indicate dalla casa costruttrice. Per la ripartizione delle dilatazioni dovranno essere inseriti opportuni punti fissi ancorati alle strutture, in modo da garantire una ripartizione omogenea fra i vari elementi di assorbimento delle dilatazioni.
Le tubazioni in genere attraversanti strutture murarie, siano esse costituite da pavimenti, solai, pareti verticali o soffitti, dovranno essere protette da spezzoni di tubo di acciaio zincato o in PVC pesante atto a consentire il loro libero passaggio.

Durante la realizzazione dei circuiti tutte le tubazioni in corso di montaggio dovranno essere protette alle loro estremità, libere da opportuni tappi per evitare che si introduca al loro interno polvere e sporcizia.
Nei depositi di cantiere le barre di tubo in attesa di impiego devono essere protette dagli agenti atmosferici ad evitare processi di ossidazione. Le tubazioni una volta poste in opera e completato totalmente o parzialmente il circuito di competenza, dovranno essere provate per la loro tenuta. A posa ultimata delle tubazioni si procederà ad un accurato e prolungato lavaggio, mediante aria compressa a notevole pressione per asportare dalle reti tutta la sporcizia che può essersi introdotta, gli eventuali residui di trafilatura ed i residui interni determinati dalle lavorazioni. Il percorso delle tubazioni, sia in senso orizzontale che verticale, indicato sui disegni esecutivi, dovrà essere in linea generale rispettato, fatti salvi percorsi migliorativi rilevati in corso lavori o impedimenti strutturali. In caso di difformità necessarie per cause di forza maggiore o conseguenti a variazioni degli impianti, le modifiche da apportare ai percorsi delle tubazioni dovranno essere preventivamente sottoposte all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori.

5.8 IMPIANTO VRV

5.8.1 Unità esterne condensate ad aria

Le unità motocondensanti dovranno essere tutte controllate da inverter, il refrigerante utilizzato dovrà essere l'R410A o equivalente, si dovrà prevedere il funzionamento a pompa di calore, inoltre la struttura delle unità esterne dovrà prevedere la possibilità di installazione affiancata di più unità.
Le unità dovranno poter funzionare correttamente:

- in raffrescamento: quando la temperatura esterna sia anche molto elevata, fino a 40-45 °C;
- in riscaldamento (utilizzo in pompa di calore): quando la temperatura esterna sia anche molto bassa, fino a -10 °C.

Si dovrà prevedere la possibilità di funzionamento dell'impianto anche in caso di avaria di uno dei compressori delle singole unità motocondensanti esterne.
Dovrà inoltre essere previsto un apposito sistema di sbrinamento delle motocondensanti. Il processo di sbrinamento dovrà interessare alternativamente parti diverse della singola macchina, permettendo alla parte residua di continuare regolarmente a funzionare: il modulo interessato allo sbrinamento interromperà pertanto il proprio regolare ciclo, commutando il funzionamento (operando come condensatore anziché come evaporatore) e riscaldando la porzione di batteria che viene attraversata da gas caldo.
La struttura delle unità motocondensanti dovrà essere autoportante in acciaio, dotata di pannelli amovibili, con trattamento di galvanizzazione ad alta resistenza alla corrosione, griglie di protezione sulla aspirazione ed espulsione dell'aria di condensazione a profilo aerodinamico ottimizzato. L'eventuale utilizzo di basamenti particolari per l'installazione dovrà essere previsto e verificato in fase di progettazione e dovrà ritenersi compensato nel presente appalto. Sarà altresì ritenuto compensato nel prezzo "a corpo" offerto l'utilizzo di supporti antivibranti necessari per minimizzare la trasmissione di vibrazioni meccaniche e acustiche.
La batteria di scambio sarà costituita da tubi di rame e da un pacco di alette in alluminio sagomate ad alta efficienza con trattamento anticorrosivo; dovrà inoltre essere dotata di griglie di protezione laterali a maglia sufficientemente fitta da scongiurare l'ingresso di volatili o altri animali. Si dovrà prestare particolare attenzione all'ottenimento di un'alta efficienza di sottoraffreddamento (ad esempio mediante ottimizzazione della geometria utilizzata) anche con circuiti lunghi e alla possibilità di ridurre per quanto possibile la quantità di refrigerante utilizzata.
I ventilatori installati dovranno essere controllati da inverter, caratterizzati da funzionamento silenzioso, dotati di griglie di protezione antiturbolenza e azionati da motori elettrici brushless a corrente continua direttamente accoppiati. La curva caratteristica dovrà essere ottimizzata per il funzionamento a carico parziale. Inoltre il controllo della velocità dovrà garantire un flusso a pressione costante nello scambiatore.
I compressori inverter dovranno essere ottimizzati per l'utilizzo con il fluido refrigerante prescelto a superficie di compressione ridotta, con motore brushless a controllo digitale. Il raffreddamento potrà avvenire con gas compressi allo scopo di rendere superfluo l'uso di un separatore di liquido.
Potrà essere prevista la limitazione del carico elettrico di punta e l'avviamento in sequenza dei compressori.

Il campo di funzionamento dovrà essere almeno il seguente:

- in raffreddamento da –5 °C a 45 °C;
- in riscaldamento da -20 °C a 20 °C.

In considerazione della destinazione d'uso dell'edificio, particolare attenzione dovrà essere prestata al livello di pressione sonora che dovrà comunque non essere superiore ai limiti imposti dai regolamenti vigenti con possibilità di riduzione tramite impostazione dell'unità esterna.
Il circuito frigorifero potrà provvedere alla distribuzione del fluido a due tubi. Il controllo del refrigerante avverrà tramite valvola d'espansione elettronica, olio sintetico, con sistema di equalizzazione avanzato; comprendente il ricevitore di liquido, il filtro e il separatore d'olio.
Si potrà prevedere la funzione automatica per la carica del refrigerante che potrà provvedere autonomamente al calcolo del quantitativo di refrigerante necessario al corretto funzionamento e alla sua carica all'interno del circuito. Attraverso questa funzione si potrà provvedere automaticamente anche alla verifica periodica del contenuto di refrigerante nel circuito evidenziando eventuali anomalie.
Gli attacchi delle tubazioni del refrigerante dovranno essere del tipo "a saldare" e saranno situate in posizione facilmente accessibile.
Le unità dovranno essere dotate di sistemi di sicurezza e di controllo; in particolare di sensori di controllo per bassa e alta pressione, per la temperatura di aspirazione del refrigerante, la temperatura dell'olio, la temperatura dello scambiatore di calore e la temperatura esterna.
Dovranno inoltre essere presenti pressostati di sicurezza per l'alta e la bassa pressione (dotati di ripristino manuale tramite, ad esempio, telecomando).
Le unità saranno inoltre provviste di valvole di intercettazione per l'aspirazione, per i tubi del liquido e per gli attacchi di servizio.
Si dovrà prevedere la presenza di un microprocessore di sistema per il controllo e la regolazione dei cicli di funzionamento sia in riscaldamento che in raffreddamento e per gestire tutti i sensori, gli attuatori, i dispositivi di controllo e di sicurezza e gli azionamenti elettrici, nonché per l'attivazione automatica della funzione di sbrinamento degli scambiatori.
Dovrà essere previsto il collegamento al sistema di controllo tramite linea dati con funzione di autodiagnosi per le unità interne ed esterne. Il sistema di controllo dovrà consentire la visualizzazione e memorizzazione di tutti i parametri di processo e la stampa dei rapporti di manutenzione.
Dovrà inoltre essere attivo un sistema di controllo dei consumi.
L'impianto dovrà essere opportunamente dimensionato per sopperire ai dislivelli, alle distanze tra unità esterna e unità interne e alle distanze tra le stesse unità interne derivanti dalla conformazione dell'edificio.
Si intendono compresi nell'appalto tutti gli accessori standard: manuale di installazione, morsetti, tubi di collegamento, tamponi sigillanti, morsetti, fusibili, viti e quant'altro necessario per consegnare l'impianto perfettamente funzionante secondo la regola dell'arte.
Infine si dovrà garantire la rispondenza normativa e produrre le dichiarazioni di conformità alle Direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione), 98/37/EC (direttiva macchine) e alla Direttiva europea RoHS.

5.8.2 Caratteristiche principali dell'impianto elettrico

L'impianto elettrico dovrà essere indipendente rispetto agli impianti esistenti. Il calcolo dell'assorbimento elettrico del nuovo impianto dovrà essere eseguito in maniera puntuale e dettagliata in fase di progettazione in modo da poter richiedere eventuali aumenti della potenza fornita dall'Ente distributore in tempo utile per l'avvio dell'impianto stesso.
L'alimentazione elettrica principale del nuovo impianto dovrà pertanto essere disposta in modo da poter essere interrotta indipendentemente dall'alimentazione elettrica delle altre apparecchiature in generale e, in particolare, da qualsiasi sistema di illuminazione, di ventilazione, di allarme e da altre apparecchiature di sicurezza.
Relativamente ai collegamenti elettrici dell'unità attenersi scrupolosoamente alle indicazioni riportate nel manuale del fornitore in particolare per quanto riguarda i disturbi elettromagnetici per apparecchiature dotate di inverter.

5.8.3 Unità interne

Le unità interne dovranno essere del tipo a pavimento per sistema VRV IV ad R410A, costituite da:

- carrozzeria in lamiera d'acciaio zincato rivestita di materiale termoacustico di polistirene espanso, pannello decorativo di colore bianco di fornitura standard.
- valvola di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che dovrà consentire il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione;
- ventilatore tipo con motore elettrico direttamente accoppiato.
- scambiatore di calore costituito da tubi di rame internamente rigati ed alette in alluminio ad alta efficienza;
- termistori temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea del gas;
- filtro dell'aria a lunga durata, antimuffa;
- pompa di sollevamento della condensa, prevalenza fino a 500 mm ove necessaria; microprocessore per il controllo e la gestione completa di autodiagnosi; dispositivi di sicurezza: fusibili, fusibile del motore del ventilatore;
- alimentazione: 220 ~ 240 V monofase a 50 Hz.

5.8.4 Tubazioni in rame

Le tubazioni del circuito di distribuzione del fluido frigorigeno dovranno essere in rame disossidato fosforoso senza giunzioni, secondo le specifiche del fornitore delle apparecchiature di condizionamento.
Le tubazioni, in rame del tipo C1220, avranno le seguenti caratteristiche:

Diametro esterno 9,52 mm	Spessore 0,8 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 15,88 mm	Spessore 1,0 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 19,05 mm	Spessore 1,0 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 22,22 mm	Spessore 1,0 mm	In barre nudo
Diametro esterno 25,4 mm	Spessore 1,0 mm	In barre nudo
Diametro esterno 28,58 mm	Spessore 1,2 mm	In barre nudo
Diametro esterno 31,80 mm	Spessore 1,2 mm	In barre nudo
Diametro esterno 34,90 mm	Spessore 1,2 mm	In barre nudo
Diametro esterno 38,10 mm	Spessore 1,4 mm	In barre nudo
Diametro esterno 41,30 mm	Spessore 1,4 mm	In barre nudo

Tutte le tubazioni verranno fornite e poste in opera complete dei sostegni, ottenuti mediante staffe in profilato d'acciaio, e degli opportuni fissaggi. A tale scopo si raccomanda che, per mantenere il corretto allineamento delle tubazioni, il distanziamento degli staffaggi dovrà essere opportunamente determinato sulla base del diametro delle tubazioni stesse.
Le tubazioni dovranno sopportare le pressioni e temperature che si possono verificare in esercizio. Bisognerà inoltre tenere conto della necessità di evitare la formazione di coppie elettrolitiche all'interconnessione fra le tubazioni ed i componenti principali ed accessori, che possano provocare danni all'impianto. Le saldature dovranno essere effettuate in atmosfera di azoto.
Tutte le tubazioni saranno sottoposte ad una prova di pressione per verificare la buona esecuzione delle saldature secondo le specifiche fornite dalla ditta che fornirà le apparecchiature per il condizionamento. Inoltre, prima degli allacciamenti agli apparecchi, le tubazioni saranno convenientemente soffiate onde eliminare sporcizia e grasso.
Prima dell'accensione dei sistemi, la ditta esecutrice dei lavori dovrà eseguire le seguenti operazioni:

- "Lavaggio" della rete di distribuzione frigorifera con azoto secco;
- Prove di tenuta della rete di distribuzione frigorifera con azoto secco a pressione pari a quella di progettazione verificando che la pressione di carico non scenda per un periodo di almeno 24 ore;
- Depressurizzazione della rete di distribuzione frigorifera fino alle condizioni di vuoto (almeno – 755 mm Hg);

- Rabbocco del gas refrigerante e verifica della corretta quantità di refrigerante come da manuale di installazione della casa di fornitura delle apparecchiature per il condizionamento.

5.8.5 Giunti e collettori

Giunti e collettori tipo REFNET dovranno consentire il collegamento con le tubazioni principali di refrigerante.
Saranno realizzati in rame ricotto, di dimensioni adeguate alla derivazione. La coibentazione dei giunti e collettori sarà realizzata in guscio di poliuretano a cellule chiuse, con collante biadesivo a barriera vapore, e sarà di fornitura della casa costruttrice dei giunti stessi.
I giunti e i collettori dovranno essere forniti dalla stessa casa di produzione delle apparecchiature per il condizionamento, e dovranno essere dimensionati attenendosi specificatamente alle prescrizioni tecniche della casa suddetta.
I giunti avranno entrata variabile dal diametro 9,5 mm al diametro 28,58 mm e uscita variabile dal diametro 6,4 al diametro 28,58 mm.
Il collettore, del tipo a 13 attacchi, sarà provvisto di idonei riduttori di diametro.

5.8.6 Coibentazione Tubazioni

La coibentazione delle tubazioni dovrà essere realizzata con materiale isolante flessibile estruso a celle chiuse, a base di caucciù vinilico sintetico espanso, avente le seguenti caratteristiche tecniche:
conduttività termica utile a Tm = 0 °C: $\lambda \leq 0{,}040$ W/mK;

fattore di resistenza alla diffusione del vapore: $\mu \geq 5000$;

reazione al fuoco in Classe 1 con omologazione del Ministero dell'Interno;

marchio e/o dichiarazione di conformità (DM 26/06/84 art. 2.6-2.7).

Gli spessori della coibentazione dovranno rispettare le prescrizioni del DPR n. 412 del 26/08/1993 e comunque dovranno essere non inferiori a 10 mm. La coibentazione delle tubazioni percorse da fluido a bassa temperatura dovrà prevedere un'adeguata barriera al vapore.

5.8.7 Cavo trasmissione dati

Un cavo di trasmissione segnale cavo bus, del tipo schermato da 2x1,5 mmq collegherà tutte le unità esterne ed interne con i relativi comandi elettronici, così come indicato sullo schema della casa fornitrice delle apparecchiature di condizionamento. La linea bus è prevista nel capitolo Impianti elettrici.
I collegamenti di trasmissione segnale dovranno essere realizzati tenendo presente i seguenti limiti:

- lunghezza massima di un collegamento: 1000 m;
- lunghezza totale dei collegamenti: 2000 m;
- quantità massima di derivazioni: 16 (non saranno ammesse ulteriori sottoderivazioni a valle della prima.

La linea di trasmissione dati dovrà essere mantenuta separata dalla linea di alimentazione e non deve venire a contatto con le linee frigorifere.

5.8.8 Comando locale a filo

Dovrà essere del tipo con display a cristalli liquidi e sportello per l'accesso ai pulsanti, dovrà essere collegato all'unità controllata con cavo bifilare fino ad una distanza di 500 m, dovrà permettere il controllo fino a 16 unità interne, con funzione di autodiagnosi e monitoraggio del sistema VRV (idoneo ad individuare malfunzionamenti su un massimo di 80 codici), dotato di termostato interno, colore bianco.
Indicazioni a display: modalità di funzionamento, funzionamento del recuperatore di calore (VAM), controllo della commutazione raffreddamento/riscaldamento, indicazione di controllo centralizzato, indicazione di controllo di gruppo,

temperatura impostata, direzione del flusso d'aria, velocità del ventilatore, pulizia filtri, sbrinamento/avviamento in riscaldamento, ispezione/prova, possibilità di programmazione per ogni giorno della settimana, possibilità di programmare 5 azioni (start/stop e settaggio della temperatura) per ogni giorno della settimana per un totale di 35 programmazioni, possibilità di attivare /disattivare il timer di programmazione, anomalie in essere, tra cui:

- per le unità interne: autodiagnosi componenti elettronici, avaria ventilatore, malfunzionamento sensori di controllo delle unità stesse, allarme mancanza refrigerante, mancanza rete, errore di collegamento tra le unità interne coi propri comandi;
- per le unità esterne: avaria compressore a inverter, blocco compressore, autodiagnosi componenti elettronici, intervento pressostati di alta e bassa pressione, anomalia sensori unità esterna, mancanza rete, errore di collegamento tra le unità esterne o con le proprie unità interne;
- pulsanti di comando: on/off, timer marcia/arresto, attivazione/disattivazione del timer, programmazione del timer, impostazione temperatura, impostazione direzione flusso dell'aria, modalità di funzionamento, velocità del ventilatore, tacitamento dell'indicazione di pulizia filtro, tasto di ispezione/prova, tasti modalità di funzionamento.

5.8.9 Comando centralizzato "Intelligent Touch Manager"

Ogni impianto dovrà essere dotato di unità di controllo e monitoraggio centralizzato, con touch pannel LCD a colori retroilluminato idoneo per un massimo di 50 gruppi di controllo fino a 50 unità interne.
Attraverso un adattatore di Tre Net dovrà essere possibile duplicare il segnale per arrivare al controllo di 128 gruppi e 256 Unità interne.
Il dispositivo dovrà consentire anche, mediante opportuna scheda hardware, l'interfacciamento con un sistema di contabilizzazione del consumo energetico (ove previsto da progetto).
Principali funzioni:

- funzioni di avvio/arresto collettivo, per zona o per singolo gruppo;
- impostazione dettagliata del condizionatore, regolando la temperatura, la commutazione della direzione e della velocità dell'aria e l'impostazione della modalità tramite comando per gruppo, per zona o collettivamente;
- monitoraggio delle varie informazioni sulle unità interne, modalità di funzionamento, impostazioni di temperatura delle unità interne, informazioni di manutenzione incluso il segnale di pulizia del filtro o dell'elemento, informazioni di ricerca guasti con relativi codici per gruppo o per zona;
- modalità di funzionamento diversificate, il funzionamento dovrà poter essere controllato sia tramite l'unità principale sia tramite il comando locale. L'impostazione tramite l'unità principale dovrà consentire le seguenti impostazioni tramite comando per gruppo, zona o collettivamente.
- controllo di zona/collettivo: dovrà essere possibile consolidare più di un gruppo in una zona, che potrà essere registrata al fine di consentire le impostazioni per zona o collettive di tutto il sistema;
- controllo dettagliato del funzionamento programmato per gruppo, zona o collettivamente impostando fino ad 8 opzioni per il programma annuale. Ogni programma dovrà poter includere quattro tipi di piano: per giorni feriali, per giorni festivi, per giorni speciali 10.
- commutazione automatica della modalità di funzionamento del sistema di condizionamento (Raffreddamento/Riscaldamento).
- avvio e arresto automatico dell'impianto settando opportuni limiti di temperatura per evitare l'abbassamento eccessivo della temperatura nei locali.
- funzione di ottimizzazione del riscaldamento;
- possibilità di controllare unità interne ed esterne VRV, e attraverso opportuna scheda, di connettersi a unità Sky Air e Unità Split.

5.8.10 Tubazioni di scarico della condensa

Le tubazioni utilizzate per lo scarico della condensa dovranno essere in PVC rigido. I raccordi delle tubazioni in PVC dovranno essere, con giunzioni a bicchiere.

Le tubazioni, con diametro di 25, 32, 40 e 50 mm, dovranno mantenere una pendenza di almeno 1/1,5% per consentire il corretto deflusso delle acque di condensa e dovranno prevedere, possibilmente in prossimità dei punti di scarico, un pozzetto sifonato per evitare la possibile presenza di odori sgradevoli. Le linee della condensa per eventuali unità interne poste nel controsoffitto, dovranno essere posizionate verificando le pendenza e i punti di scarico.
I circuiti di scarico della condensa saranno convogliati, previa verifica dei percorsi e degli scarichi, mediante colonne di scarico verticali in punti idonei, incassati nelle pareti, ovvero opportunamente protetti e chiusi in tracantoni di cartongesso.

5.8.11 Avvertenze per la corretta installazione di sistemi ad espansione diretta tipo VRV

Nella installazione dei sistemi di condizionamento ad espansione diretta si dovrà tener conto di quanto segue:
Lunghezze caratteristiche del sistema:

- 165 m di distanza massima tra l'unità esterna e l'unità interna più lontana;
- 1000 m di sviluppo totale di tubazione (considerando solo la tubazione del liquido o del gas);
- fino a 80 m di distanza massima tra prima derivazione (giunto o collettore) e unità interna più distante (Rispettare la relazione "distanza tra primo giunto e unità interna più' lontana meno distanza tra primo giunto ed unità interna più vicina non superiore a 40 metri");
- dislivello massimo tra unità esterna e unità interne non superiore a 90 m;

Installazione giunti e collettori di distribuzione gas frigorifero:

- i collettori di distribuzione devono essere installati in orizzontale (come da specifiche del fornitore delle apparecchiature di condizionamento) ed in posti ispezionabili;
- i giunti andranno posizionati in verticale o in orizzontale (con un angolo massimo di inclinazione non superiore a 30°) ed in posti ispezionabili;
- i giunti di collegamento tra i moduli delle unità esterne saranno installati in modo orizzontale (con un angolo massimo di inclinazione non superiore a 15°);
- è da lasciare un tratto rettilineo di tubazione di almeno 0,5 m all'ingresso del giunto.

5.8.12 Tubazioni frigorifere e saldature

Le tubazioni frigorifere e le saldature:

- dovranno essere utilizzati esclusivamente dei tubi di rame, isolati termicamente, con i diametri previsti dal progetto e del tipo adatto per impianti frigoriferi; le tubazioni dovranno essere isolate separatamente;
- tutti i collegamenti frigoriferi dovranno essere eseguiti da un frigorista qualificato ed essere conformi alle normative locali vigenti;
- le saldature saranno eseguite con rame fosforoso (lega UNIO), in atmosfera d'azoto. Tale operazione consiste nel saturare le tubazioni con azoto anidro che, sostituendosi all'aria, non crea ossido all'interno delle stesse. L'azoto si può immettere nelle tubazioni direttamente dagli attacchi di carica posti sulle valvole di mandata e ritorno delle motocondensanti, oppure si possono saldare delle prese di pressione su giunti e collettori.
- le connessioni (saldature) dovranno essere lasciate scoperte in modo da poterle controllare successivamente;
- saranno controllati minuziosamente i punti di collegamento, saldature e flange - le flange di collegamento alle sezioni interne dovranno essere eseguite lubrificando l'utensile, la flangia e il filetto del bocchettone con olio dello stesso tipo utilizzato dal compressore.

5.8.13 Operazioni di pressatura del circuito frigorifero

Una volta eseguito e chiuso il circuito, si dovrà pressarlo senza aprire le valvole delle motocondensanti esterne sino a 40 bar (R410A). L'operazione andrà eseguita in tre passi:

- Pressare sino a 3 bar e lasciare in pressione per almeno tre minuti
- Se la pressione non scende, pressare per almeno 3 min. sino a 15 bar

- Se la pressione non scende, pressare sino a 40 bar per R410A per almeno 24 ore.

Una volta certi della tenuta del circuito, eseguire l'operazione di vuoto con una pompa a due stadi, "rompendolo" con azoto almeno due volte in modo che esso trascini con se eventuali particelle di umidità o impurità. Una volta scaricato l'azoto, si riprenderà l'operazione di vuoto.
Misurare sempre le lunghezze delle tubazioni del liquido, nei vari diametri previsti dal progetto, calcolare le cariche addizionali necessarie e annotarle sulle macchine esterne. Dopo aver eseguito la carica addizionale è possibile aprire le valvole della sezione esterna e mettere in marcia il sistema.

5.8.14 Operazioni di collaudo e primo avviamento

L'impianto realizzato dovrà essere collaudato e messo in funzione dalla casa costruttrice dei componenti installati, o da sua concessionaria, con rilascio del rapporto di avviamento, degli schemi esecutivi, e attivazione della garanzia.

5.9 VENTILATORI IN LINEA

I ventilatori in linea di immissione ed estrazione dell'aria dovranno essere in lamiera di acciaio zincato con ventilatore centrifugo e motore asincrono a induzione con rotore a gabbia, completo di giunti antivibranti in tela olona per il collegamento alle canalizzazioni di mandata/presa aria esterna.
I ventilatori di estrazione saranno del tipo centrifugo in linea con motore isolato, attacchi circolari e serranda a farfalla di non ritorno.

5.10 CASSONETTO VENTILANTE / ESTRATTORE

I cassonetti ventilanti / estrattori dovranno essere conformi alla Direttiva ErP e al Regolamento UE 1253/2014 (Unità di Ventilazione). Categoria di misura: C e categoria di efficienza: Statica in conformità a EN ISO 5801 / AMCA 210.

5.11 RADIATORI

I radiatori vengono realizzati in regime di qualità controllata "Vision 2000" ed in conformità alla Norma Europea EN 442, viene marchiato CE.
I radiatori utilizzati saranno del tipo tubolare in acciaio con spessori di 1,25 e 1,5 mm, formati da tubi diametro circa 25 mm. ed assiemati a due collettori diametro circa 35 mm con passo di circa 38 mm, con le estremità perfettamente raggiate a forma sferica e disposti in doppia fila.
La verniciatura sarà con doppia mano (Anaforesi + polveri epossidiche) ed essiccazione al forno. La costruzione deve comprende 4 attacchi idraulici da ½" e valvola di sfiato ed un tappo da ½".

- Pressione massima di esercizio 6 bar.

6. IMPIANTISTICA ANTINCENDIO

6.1 ESTINTORI

Gli estintori devono essere del tipo certificato secondo la Direttiva apparecchiature a pressione PED97/23, omologato dal Ministero dell'Interno secondo la norma EN3 – 7/1/2005 "Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili d'incendio".
Gli estintori devono essere del tipo: omologato (dal M.I. secondo il D.M. 26/03/85 che provvede all'esecuzione delle prove e al rilascio del conseguente certificato ai fini dell'omologazione), certificato documento rilasciato dal laboratorio nel quale si certifica la conformità alla norma EN3/7:2004, avere la dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore, attestante la conformità dell'estintore portatile al prototipo omologato, contenente tra l'altro secondo quanto specificato dalla norma UNI EN3/7 punto 16.2. Gli estintori devono inoltre essere dotati di libretto di uso e manutenzione.

Gli estintori che vengono abitualmente utilizzati sono:

- portatile pressurizzato a polvere (per fuochi da materiali solidi) con manometro e valvola di sicurezza, completo di gancio a muro, dichiarazioni di conformità ed istruzioni d'uso e manutenzione, adatto per usi generali. Taglia tipologica di utilizzo: Classe 34 A - 233 BC, carica 6 kg.;
- portatile a biossido di carbonio CO2 (per fuochi da liquidi o solidi liquefatti è utilizzata anche sui quadri elettrici di bassa tensione), con cono diffusore e valvola di sicurezza, completo di gancio a muro, dichiarazioni di conformità ed istruzioni d'uso e manutenzione, adatto per usi generali. Taglia tipologica di utilizzo: Classe 113 B, carica 5 kg.

6.2 IDRANTI

6.2.1 *Cassetta antincendio*

Le cassette antincendio da incasso EN 671-2B, dovranno essere realizzate in lamiera zincata colore rosso ISO 3864, completa di lastra safe crash a copertura chiave o sigillo di sicurezza, dispositivo di apertura, cartello adesivo di identificazione, libretto di uso e manutenzione, rubinetto idrante PN 12, lancia a più effetti, selletta portarotolo, tubazione semirigida rossa per applicazioni industriali a norma UNI EN 694 raccordata da m 30, raccordi secondo tabella UNI 804-75, legature secondo UNI 7422-75, manicotti in gomma nera copri legature.

7. FOGNATURE

7.1 FOGNATURE

7.1.1 Prescrizioni di categoria

Sono a carico dell'Appaltatore:
tutti i ponti di servizio, gli assiti di protezione, il mantenimento della viabilità stradale sia diurna che notturna, tutti i mezzi d'opera e tutte le opere provvisionali occorrenti per consentire gli accessi privati e per assicurare il transito anche con derivazione di strade pubbliche e private;
le spese provvisionali e di presidio che possono occorrere per assicurare la stabilità dei fabbricati e manufatti laterali alla fognatura;
i provvedimenti ordinari e straordinari per allontanare dagli scavi, con qualsiasi mezzo, le acque di qualunque provenienza. Si dovranno mantenere efficienti anche nel corso dei lavori le immissioni dei privati interrotte dagli scavi come pure le canalette esistenti ed i corsi d'acqua in genere; qualora trattasi di lavori nella parte subacquea dei manufatti, da eseguirsi durante l'escavo in asciutto dei rii e canali, sui quali i manufatti stessi si trovano, in caso di ritardo nella esecuzione, l'Appaltatore oltre che sottostare alle penalità relative al ritardo, dovrà rimborsare al Comune la eventuale maggior spesa incontrata per il mantenimento prolungato in asciutto del rio derivante dal ritardo medesimo;
i tracciamenti necessari con le prestazioni dei canneggiatori, per la precisa determinazione ed esecuzione delle opere per l'ubicazione dei cavi e delle condotte sotterranee, nonché tutti gli attrezzi e strumenti per rilievi, tracciamenti, misurazioni e disegni riguardanti le operazioni di consegna, verifica, contabilizzazione e collaudazione dei lavori.

7.1.2 Obbligo della manutenzione delle opere durante il periodo di garanzia-collaudo

Dalla data di ultimazione dei lavori e fino al collaudo, l'Appaltatore sarà tenuto a mantenere in perfetto stato le opere eseguite e ad effettuare a sue spese, a perfetta regola d'arte, tutte le eventuali riparazioni di guasti provocati, anche in dipendenza del funzionamento della fognatura.
L'obbligo della perfetta manutenzione da parte dell'impresa si intende esteso anche ad eseguire le riparazioni che si rendessero necessarie in seguito ad eventuali cedimenti del sottofondo dei manufatti costruiti a qualunque causa dovuti. L'Impresa dovrà provvedere ai ricarichi successivi della terra o dei materiali di riempimento in seguito al costipamento del materiale di reinterro, per lasciare la superficie perfettamente livellata. L'Appaltatore sarà inoltre tenuto, nel periodo di garanzia, a provvedere al ripristino dei danni provocati per cedimento anche ai manufatti ed edifici vicini.
Qualora la Ditta Assuntrice, richiamata per iscritto dal competente Ufficio, trascurasse la manutenzione, la Stazione Appaltante avrà diritto di fare eseguire d'ufficio le riparazioni necessarie.
Durante le operazioni di collaudo, l'Assuntore dovrà prestarsi ad eseguire, a proprie cure e spese, tutte le prove, gli assaggi, le demolizioni ed i conseguenti ripristini che l'ingegnere Collaudatore desiderasse far eseguire per verificare la qualità e consistenza dei materiali impiegati, per accertare in genere la perfetta esecuzione e riuscita dei lavori e la loro rispondenza alle prescrizioni di contratto e per controllare le misure e qualità dei lavori riportati nel registro di contabilità.
Durante i periodi di garanzia l'impresa sarà considerata l'unica responsabile civile e penale per ogni eventuale danno od incidente provocati sia al Comune che a terzi in genere in conseguenza dei lavori, per difetti di costruzione o per cedimenti del piano stradale, a qualunque causa dovuti, e dovrà rispondere di fronte a chiunque di tali danni e rifonderli.
Approvato il collaudo da parte dell'Amministrazione Comunale e dell'Autorità Tutoria si farà luogo al pagamento a saldo dei crediti ed allo svincolo e restituzione del deposito cauzionale sotto deduzione delle eventuali penali.

7.1.3 Difetti di costruzione ed esecuzione dei lavori d'ufficio

L'Appaltatore dovrà demolire e rifare, a totali sue spese e rischio, tutti quei lavori che il Direttore riconoscerà eseguiti non conformi al progetto ed alle disposizioni ricevute, senza la necessaria diligenza e con materiali, per quantità e tipo diversi dal prescritto. Qualora l'Appaltatore non ottemperi all'ordine ricevuto, si procederà d'ufficio alla demolizione, al rifacimento od alla sostituzione voluta.

7.2 FORNITURE ENORMATIVE

7.2.1 Generalita'

Nei prezzi di tutte le forniture si intende sempre compreso il trasporto e la consegna dei materiali, franchi da ogni spesa, a piè d'opera in cantiere di lavoro, in ogni zona del territorio comunale. Si precisa in oltre che all'interno del cantiere, ogni altro eventuale spostamento dei materiali per qualsiasi motivo o disposizione avvenga, il costo è già compensato nel prezzo di applicazione. L'Appaltatore dovrà fornire tutti i materiali di prima qualità, delle dimensioni, peso, numero, specie e lavorazione indicati in ogni articolo dell'elenco prezzi e/o descrizione in normativa e dovranno giungere in cantiere solo durante le ore di lavoro in modo che possano essere controllati e misurati in contraddittorio con i tecnici dell'Amministrazione appaltante addetti alla misurazione e contabilità dei lavori.
La posa delle tubazioni all'interno degli edifici, sia essa incassata dentro un getto in opera oppure a vista, dovrà essere condotta in pieno coordinamento con il costruttore delle opere edilizie.
Ogni forometria predisposta o realizzata in opera dovrà essere verificata in accordo con i disegni e le interferenze strutturali.

7.2.2 Manufatti prefabbricati

Dovranno essere di prima qualità e corrispondenti alle dimensioni forma e caratteristiche costruttive di volta in volta indicate dalla D.L. Saranno costruiti in conglomerato cementizio vibrato avente i seguenti dosaggi di cemento "tipo 425" per metro cubo di miscuglio secco di inerti costituito da sabbia e giaietto vagliati e lavati con adatta composizione granulometrica):

- 300 kg per i pozzetti a sifone le cassette di raccordo le botole e le caditoie da giardino;
- 400 kg per i tubi le botole stradali i paracarri e le barriere «tipo ANAS»;

- 500 kg per le caditoie da carreggiate.

L'armatura di ferro tondo acciaioso dovrà essere singolarmente calcolata in base alle specifiche sollecitazioni sia come diametri che come disposizione dei ferri secondo i tipi di progetto e gli affondamenti della canalizzazione.

7.2.3 Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD e HDPE)

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI EN 12201÷5/04, Istituto Italiano dei Plastici 312, D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circolare Ministero Sanità n. 102 del 02/12/78). Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovranno essere leggibili:

- nome del produttore, sigla IIP, diametro, spessore, SDR, tipo di Polietilene, data di produzione, norma di riferimento;
- inoltre il tubo PE dovrà avere minimo n. 4 linee coestruse (azzurre per tubo acqua e gialle per tubo gas) lungo la generatrice.
- Il colorante utilizzato per la coestrusione deve essere dello stesso compound utilizzato per il tubo.

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN 12201-1÷5/04 e devono essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520/97;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521/97;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736/90), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta. Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.
Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo. Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L.. I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito. Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità. Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40° gradi centigradi. A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento. La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti. Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta. Alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo si procederà solo con adeguati mezzi d'opera per evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e della D.L.. Eventuali variazioni potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento e preventivamente autorizzate dalla D.L.. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovra preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della D.L..

7.2.4 Tubazioni in PVC rigido (policloruro di vinile non plastificato)

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 1401- 1/98 tipo SN, contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI.

Prima di procedere alla posa in opera, i tubi dovranno essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il progettista lo riterra opportuno. In questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione ad intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

7.2.5 Metalli, profilati, trafilati, tubi, lamiere, lastre

7.2.5.1. Metalli ferrosi

In genere i materiali ferrosi da impiegarsi nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nei Decreti Ministeriali vigenti in materia e presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- il ferro comune dovrà essere di prima qualità di natura fibrosa a grana fine omogenea, senza slegamenti, sfogliature e ruggine, di vena diritta e continua, di colore bianco azzurrognolo e dovrà resistere senza rompersi ad una trazione di 4 N/mm2 di sezione. Dovrà essere malleabile tanto a freddo che a caldo, senza pagliette, sfaldature od altri difetti non visibili, dovrà saldarsi bene, non fendersi o spezzarsi sotto la percossa del martello, non sfaldarsi attorcigliandolo, non guastarsi agli orli perforandolo;
- L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto;
- la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà inoltre essere perfettamente modellata;
- sulle superfici dell'acciaio inossidabile non dovranno essere visibili difetti di origine meccanica ed inclusioni, queste ultime dannose perché funzionano da innesco per la corrosione.

7.2.5.2. Metalli non ferrosi

lo stagno deve essere puro, malleabile, del colore e della lucentezza dell'argento, piegandolo, accostato all'orecchio, dovrà dare quel caratteristico crepitio la cui intensità deve essere in proporzione diretta alla sua purezza;
il rame deve essere sonoro, duttile, malleabile; nella fattura dovrà risultare granulare, scintillante e compatto, del colore tendente al giallo rossastro. Il rame dovrà rispondere ai seguenti requisiti: rame crudo : in barre, lastre; carico di rottura a trazione: 350/450 N/mm2. Rame semicrudo: in filo; carico di rottura a trazione: 290/340 N/mm2. Rame ricotto: in barre, in lastre; carico di rottura a trazione: 210/240 N/mm2;

- il piombo deve essere duttile, di colore grigio, tagliato di recente dovrà presentare una superficie brillante; percuotendolo non dovrà dare alcun suono.
- il bronzo dovrà rispondere ai seguenti requisiti: Bronzo crudo: barre, nastri, fili: lega ottenuta per fusione di componenti Cu 94/90 e Sn 6/10. Bronzo ricotto: nastri, latte, fili: lega come sopra. Bronzo fusione per serramenti, maniglie, ecc., costituito da: Cu 83,86 + Sn 15,32 + Pb 0,43 + Zn 0,28.
- lo zinco deve essere duttile, di colore bianco-azzurrognolo; al fuoco reso rosso, deve bruciare nell'aria dando dei fiocchi leggeri di ossido di zinco;
- l'ottone deve essere dato da una lega di rame e zinco nelle proporzioni di 30% di zinco e 70% di rame con tolleranza non superiore del 2%. L'ottone dovrà corrispondere ai seguenti requisiti: ottone di fusione composto da Cu 67 + Zn 30 + Pb 3, carico di rottura a trazione 780-800 N/ mm2, ottone laminato in lastre, composto da Cu 70 + Zn 30, carico di rottura a trazione 420-520 N/mm2;
- per uso corrente potrà essere impiegato alluminio con i titoli 99%; per tutti gli altri usi (compreso le coperture in genere) meglio alluminio 99,5;
- i metalli nei vari tipi e forme verranno valutati a peso, lo stesso criterio di valutazione sarà adottato per le opere in ferro relative alla sola fornitura.

1. INTRODUZIONE IMPIANTI ELETTRICI

Questo documento è parte integrante del Capitolato Speciale di Appalto delle lavorazioni e si pone l'obiettivo di definire le linee generali di modalità di realizzazione e di posa in opera delle lavorazioni descritte negli altri documenti di progetto, in particolare nelle relazioni tecniche e nelle tavole grafiche di progetto relativamente agli impianti tecnologici.
In questo documento troveranno posto descrizioni di opere e lavorazioni che non necessariamente sono indicate nei documenti di progetto, la cui verifica sarà cura ed onere a carico dell'Appaltatore. In ogni caso tali descrizioni saranno adattate anche per quelle lavorazioni non descritte nei documenti di progetto ma che si rendessero necessarie in fase di esecuzione di cantiere.

1.1 OBBLIGHI DI CARATTERE GENERALE

Si intendono a carico dell'Appaltatore con gestione a proprio rischio, l'organizzazione della mano d'opera, dei materiali e dei mezzi d'opera necessari. L'Appaltatore dovrà provvedere, a propria cura e spese, alla fornitura dei materiali e delle attrezzature in buono stato di conservazione, uso e misura necessaria alla rapida e corretta esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore dovrà in particolare provvedere, intendendosi tutto ciò compreso nell'importo di appalto:

- alla redazione del progetto costruttivo delle opere descritte da presentare prima dell'intervento per approvazione del Committente, comprensivo di:
    - relazione tecnica di intervento e computo metrico delle opere;
    - planimetrie di dettaglio e generali dell'intervento;
    - schemi impianti elettrici;
    - schemi impianti meccanici;
    - al trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie all'esecuzione dei lavori affidati;

- alla richiesta di eventuale occupazione del suolo pubblico al fine di posizionare i mezzi necessari per il tiro in copertura dei materiali previsti;
- alla fornitura dei materiali e dell'attrezzatura necessaria alla esecuzione dei lavori;

- alla prestazione di tutta la mano d'opera, specializzata e non, necessaria per l'esecuzione dei lavori e in numero sufficiente per rispettare i termini di consegna dell'opera;
- all'appressamento di tutte le misure antinfortunistiche previste dalla normativa vigente;
- allo scarico in cantiere, alla sistemazione e alla distribuzione nei posti di lavoro di tutti i materiali;
- alla pulizia del cantiere, e cioè al ricarico ed allontanamento di tutti i materiali di risulta e di rifiuto ovvero allo smaltimento in discariche autorizzate ovvero allo smaltimento secondo le normative vigenti in materia, allo sgombero delle attrezzature e delle aree occupate salvo diversa indicazione della Committenza;
- alla piena cooperazione con chi presente in cantiere, e soprattutto con chi preposto a gestire le azioni di coordinamento del personale e dei lavori come previsto dalle normative vigenti in materia di sicurezza ed igiene del lavoro ed in particolare al T.U. 81/2008;
- al rispetto degli orari di lavoro durante i quali sarà possibile l'accesso al cantiere, tale orario sarà definito dall'Impresa Appaltante tenuto conto dei Regolamenti Comunali vigenti, della stagione e di ogni eventuale altra limitazione presente;
- ai maggiori oneri derivanti da lavorazioni che si rendessero necessarie in regime notturno e/o festivo;
- alla necessità di porre in opera eventuali lavorazioni di natura provvisionale anche se non dovessero essere più recuperabili all'interno del cantiere;
- ai maggiori oneri derivanti dalla necessità di apprestare aree di cantiere mobili e/o temporanee, limitate alla sola lavorazione notturna e/o festiva, vista l'esigenza di garantire nelle ore successive alla sospensione delle operazioni il ripristino del funzionamento di tutta l'impiantistica;
- alla certificazione di essere in possesso dei requisiti minimi di perizia tecnica ed organizzativa per poter condurre le operazioni di manutenzione preventiva, correttiva e funzionale. Tale certificazione sarà assoggettata ad approvazione da parte della Committente e/o della Direzione Lavori, le quali potranno riservarsi, se del caso, anche dei sopralluoghi presso la sede dell'Appaltatore e/o di altri luoghi nei quali vengono svolti analoghi servizi a verifica e conferma della certificazione portata;
- ai maggiori oneri derivanti dal rifacimento di calcoli di dimensionamento;
- ogni altro onere non esplicitamente escluso.

1.2 SOPRALLUOGHI E DISEGNI DI MONTAGGIO

L'Appaltatore si impegna ad eseguire a mezzo di personale qualificato i necessari sopralluoghi sul sito ove si devono svolgere i lavori in Appalto, così da verificare, con piena e completa assunzione di responsabilità, che il progetto fornito dal S.A. sia realmente eseguibile. APP, sulla scorta degli elaborati di progetto allegati e delle informazioni assunte in proprio presso i progettisti del S.A. e presso i luoghi ove si devono svolgere i lavori, potrà proporre ad approvazione del S.A. e D.L. eventuali soluzioni progettuali alternative a quelle di partenza.
Con le scadenze programmate, APP dovrà sottoporre all'approvazione del S.A. i disegni particolareggiati di montaggio e, nel caso, soluzioni alternative a quelle prospettate dagli elaborati di progetto; APP non potrà dare inizio

ad alcun lavoro ne' potrà procedere all'acquisto delle apparecchiature e dei materiali costituenti l'impianto, senza l'approvazione dei disegni costruttivi da parte del S.A. e della D.L..

1.3 COLLAUDI FUNZIONALI PROVVISORI

1.3.1 Generalità

A discrezione della Committente e della Direzione Lavori saranno eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune.
Dovranno inoltre essere sottoposti a prova di tenuta tutte le parti di impianto che dovessero essere poi chiuse e rese non più accessibili. La prova di tenuta sarà eseguita in rispetto alle norme di riferimento in materia e dovrà esserne rilasciato apposito verbale di collaudo, sia che questo risulti obbligatorio per norma (impianti antincendio) che no.

1.3.2 Verifiche e prove preliminari

Le verifiche e le prove preliminari devono essere effettuate durante l'esecuzione delle opere e completate prima dell'esecuzione del collaudo finale ovvero prima della comunicazione di ultimazione lavori, e sono schematicamente elencate:

- Prove meccaniche
- avviamento apparecchiature;
- prove di rumorosità; Prove elettriche
- prove di funzionamento;
- prove strumentali di coordinamento e intervento dei dispositivi di protezione;
- prove di assorbimento; Prove idrauliche
- prove di circolazione; prove di portata; prove di tenuta;
- Controlli di funzionamento apparecchiature pompe di circolazione;
- organi di regolazione e tarature;
- organi di regolazione e controllo; Taratura impianti
- bilanciamento circuiti di distribuzione;
- impostazione orari di avviamento caldaia ed elettropompe;
- taratura dispositivi di sicurezza.

1.3.3 Tempi e metodi di esecuzione

I tempi e i metodi di esecuzione delle prove di collaudo funzionale provvisorio dovranno essere comunicati con almeno due settimane di anticipo al Committente; i risultati ottenuti dovranno essere tempestivamente comunicati onde procedere ai collaudi finali.
Il Committente, ove trovasse da eccepire in ordine ai risultati perché non conformi ai dati tecnici di progetto e/o alle prescrizioni di capitolato, non daranno la loro approvazione all'esecuzione del collaudo funzionale definitivo, e quindi non emetteranno il verbale di ultimazione lavori finché da parte dell'Appaltatore non siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni ritenute necessarie dal Committente.
L'Appaltatore si obbliga ad eseguire tutti i lavori necessari ai fini dell'esecuzione del collaudo funzionale definitivo, dando comunicazione scritta al Committente dell'avvenuta esecuzione degli interventi.

1.4 COLLAUDO FUNZIONALE DEFINITIVO E COLLAUDO PRESTAZIONALE

1.4.1 Collaudo funzionale definitivo

Il collaudo funzionale definitivo delle opere appaltate dovrà risultare da apposito verbale sottoscritto in contraddittorio tra le parti. Lo stesso dovrà intervenire su richiesta dell'Impresa entro il termine di giorni quindici dalla constatazione di avvenuto adempimento di tutti gli obblighi, le modifiche, integrazioni, riparazioni e sostituzioni individuate in occasione del collaudo funzionale provvisorio e avverrà seguendo le norme UNI – CEI e tutte quelle stabilite in accordo il Committente in fase di contratto o durante l'esecuzione dei lavori.
L'Appaltatore, oltre ad essere responsabile della perfetta manutenzione delle opere fino al collaudo funzionale definitivo, salvo i danni eventuali ed il normale deperimento dovuto a colpa ad uso di terzi, sarà poi tenuto ad eseguire i lavori di riparazione e modificazione che in sede di collaudo saranno giudicati necessari da parte del Committente.

***1.5** Documentazione dell'Appaltatore*

L'APPALTATORE al completamento delle opere e prima di avviare le operazioni di collaudo dovrà consegnare:

- quattro copie della dichiarazione di conformità rilasciata ai sensi dell'art 7, comma 1 del D.M.37/08, nel rispetto delle norme di cui all'art. 6, su modello conforme all'Allegato I e Allegato II del D.M. 37/08 stesso;
- quattro copie su supporto cartaceo ed una su supporto magnetico, di tutti i disegni esecutivi e gli schemi definitivi degli impianti, aggiornati e rispecchianti l'esatta ubicazione di ogni componente degli impianti e riportanti comunque tutte le variazioni apportate, durante l'esecuzione delle opere, rispetto ai disegni originali;
- i certificati di verifica e collaudo delle macchine e delle apparecchiature utilizzate nella realizzazione degli impianti, per i quali tali certificati siano richiesti dalle vigenti Norme di legge;
- quattro copie di tutti gli elaborati tecnici di calcolo e descrittivi completamente conformi alle opere così come realmente eseguite ad alle apparecchiature fornite, limitatamente alle porzioni di impianto soggette a variazione rispetto alle condizioni di progetto;
- i libretti con le norme d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate;
- quattro copie del manuale operativo di conduzione e manutenzione degli impianti e delle apparecchiature installate, contenente almeno le seguenti indicazioni:
- descrizione sintetica del funzionamento dei singoli impianti e delle apparecchiature
- un elenco delle principali apparecchiature di regolazione con i dati di taratura e messa a punto finale dei vari dispositivi;
- la descrizione delle operazioni da compiersi in fase di avviamento iniziale e di quelle da effettuarsi ad ogni cambio di stagione;
- la descrizione delle operazioni di ordinaria manutenzione e la frequenza degli interventi;
- copia di tutta la specifica documentazione rilasciata per le apparecchiature più importanti delle Ditte costruttrici;
- l'elenco delle parti di ricambio consigliate per il funzionamento degli impianti;
- quattro copie dei valori rilevati per le grandezze oggetto di misurazione, di cui allo specifico capitolo.
- L'Appaltatore accompagnerà questi documenti con lettera, una copia della quale sarà sottoscritta dalla S.A. per accettazione. Il visto della D.L. non esonera comunque APP da alcuna responsabilità civile o penale.
- S.A. prenderà in consegna gli impianti solo dopo l'ultimazione e non appena APP avrà ottemperato ai punti di cui sopra. In caso di ritardo nel fornire quanto sopra, S.A. si riserva la facoltà, una volta ultimati i lavori, di imporre ad APP la messa in funzione degli impianti, rimanendo però la Ditta appaltatrice unica responsabile e con la totale conduzione e manutenzione, ordinaria e straordinaria, completamente a proprio carico, fino all'espletamento di quanto esposto ai punti di cui sopra, in altre parole, fino a quando la S.A. potrà prendere in consegna gli impianti.

Restano esclusi dagli oneri a carico di APP, in tale periodo, i soli consumi d'energia e combustibile. La garanzia annuale sui lavori decorrerà, a partire, dalla data di collaudo.

1.5 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Il presente documento e più in generale il progetto esecutivo oggetto di progettazione per l'intervento di riqualificazione di una palestra e del completamento della scuola nel Comune di Castello di Godego, sono redatti in conformità all'allegato 2 del D.M. 11 gennaio 2017 che integra il D.M. 24 dicembre 2015 per quanto riguarda i Criteri Ambientali Minimi (CAM). Si rimanda alla relazione tecnica specifica che sarà allegata al progetto

2. OPERE MURARIE E MEZZI D'OPERA

2.1 OPERE IN FERRO, ALLUMINIO E GHISA - NORME GENERALI E PARTICOLARI

Nelle opere in ferro, questo deve essere lavorato con regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà l'Appaltatore per approvazione da parte della D.L., con particolare attenzione nelle saldature. I fori, i tagli, le chiodature, ribattiture, ecc., dovranno essere perfette, senza sbavature, ed i tagli dovranno essere limati.
Saranno rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezioni nel materiale e nella lavorazione.

Di ogni opera in ferro dovrà essere fornito alla D.L. un campione per l'approvazione almeno un mese prima dell'inizio della sua lavorazione. Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con due mani di minio per le opere in ferro da installarsi al chiuso, o zincata a caldo per le opere in ferro da installarsi in esterno.
Nel caso sia richiesta la zincatura per immersione a caldo, questa dovrà essere eseguita nel rispetto delle specifiche norme UNI 5745; inoltre il manufatto non dovrà all'esame visivo presentare colature, gocce e parti scoperte. La carpenteria zincata per immersione a caldo dovrà essere montata mediante giunzioni di tipo imbullonato, evitando accuratamente saldature in opera.
L'Appaltatore sarà, in ogni caso, obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che derivassero dall'inesatta esecuzione di tali opere.

2.2 ATTRAVERSAMENTI DI COMPARTIMENTI ANTINCENDIO

Nel caso in cui alcune condutture lasciano una zona definita compartimento antincendio per un altra e nel fare questo attraversano muri, soffitti o pavimenti, tali attraversamenti devono essere protetti mediante apposite barriere tagliafiamma idonee al grado REI ivi prescritto. Occorre quindi otturare il foro di passaggio nel muro rimasto libero e l'interno della conduttura stessa.
Il ripristino delle compartimentazioni EI (e comunque fino a EI120 se non diversamente indicato nella Pratica di Prevenzione Incendi), da attraversamento impianti deve essere eseguito con la fornitura e posa in opera di protezioni passive contro il fuoco. In diverse soluzioni e tipologie in funzione delle caratteristiche fisico/geometriche sia dell'attraversamento impiantistico che della struttura di separazione. Principali tipologie:

- per tubazioni combustibili (PVC, PVC-U, PE, PE-X, PP, PP-R, ABS, SAN+PVC, etc.) protezione con collare tagliafuoco comprensivo di: collare tagliafuoco in materiale intumescente esternamente protetto, ganci con viti e tasselli metallici di fissaggio alla struttura interessata, sigillante perimetrale foro/tubazione;
- per tubazioni incombustibili non isolate o isolate con lana minerale (Acciaio, Inox, Rame)
- protezione con sigillante acrilico antifuoco in perfetta finitura del foro;
- per tubazioni incombustibili non isolate o isolate con guaina elastomerica (Acciaio, Inox, Rame)

- protezione con benda antifuoco e sigillante acrilico in perfetta finitura del foro;
- per attraversamenti con cavi canaline elettriche protezione con cuscinetti in tessuto ignifugo contenenti vermiculite ad alta stabilità termica, in combinazione con materiali intumescenti;
- per attraversamenti (misti) con cavi e fasci di cavi, condutture elettriche, tubazioni metalliche (Acciaio, Inox, Rame), tubazioni Plastiche (PVC-U, PE), multistrato (alluminio composito), fasci di tubi clima split, fori senza attraversamenti protezione con schiuma antifuoco a base di grafite;
- per attraversamenti misti prevalentemente di natura elettrica su aperture di medie e grandi dimensioni protezione con malta antifuoco a base di perlite (solo su pareti strutturali) La posa dovrà rispettare tutte le prescrizioni dettate dal costruttore del materiale. Non è necessario otturare l'interno del tubo protettivo elettrico se questo è conforme alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma della norma CEI 23-35 o 23-39, ha un diametro interno non superiore a 30 mm e grado di protezione almeno IP33, inclusa la sua estremità se penetra in ambiente chiuso.

Oltre alla fornitura, con il completamento delle opere sarà compreso l'onere per la fornitura di tutte le certificazioni e dichiarazioni richieste dalla normativa antincendio vigente nei modelli previsti dai Vigili del Fuoco. Necessario: benestare Tecnico Europeo ETA, marcatura CE, certificazione VOC.

2.3 MENSOLAME E STAFFAGGIO ANTISISMICO PER IMPIANTI

Il mensolame e staffaggi in profilati metallici zincati a caldo e/o ottenuti con lamiera zincata Sendzmir piegata a freddo (con eventuali preformature, nervature, asole, etc.), dovranno essere di tipo antisismico in accordo alle NTC 2018 e certificati tali come sistema nel suo complesso.
Compresi nella fornitura saranno: barre filettate, sostegni a collare, slitte di scorrimento assiale, sistemi di contenimento assiale dello scorrimento (slitte torsionali o rulli troncoconici), punti fissi, eventuale ripresa di verniciatura e/o zincatura (previa pulizia e degrassaggio delle superfici di posa), sfridi di lavorazione, materiale vari di installazione, tasselli meccanici o chimici per fissaggio a parete/soffitto, elettrodi di saldatura, staffe di ancoraggio, uso di mezzi meccanici a qualsivoglia altezza e condizione d'uso, rimozione del materiale di risulta con trasporto a discarica e relativa indennità ed ogni altro onere e provvista necessari a rendere, in opera, il sistema di fissaggio perfettamente adeguato e realizzato a regola d'arte.

Per la posa di apparecchiature (fancoils, ventilatori, pompe, etc.) si rimanda alle indicazioni di posa del costruttore.
In particolare gli staffaggi antisismici dovranno presentare almeno le seguenti caratteristiche

- tasselli meccanici/chimici di tipo antisismico con adeguamento puntuale del tipo di tassello alla struttura di posa;
- chiodo filettato a "prigioniero" per fissaggio su strutture metalliche (certificato antisismico tipo Hilti X-BT o equivalente);
- canali a binario singolo o doppio; selle per posa tubazioni a pavimento; castelli per posa tubazioni in quota;
- eventuali sistemi di irrigidimento a controvento (tipo "sway brace") sia in senso trasversale che longitudinale al percorso delle tubazioni;
- pendinature tubazioni con eventuale sistema di blocco dei movimenti in altezza (surge restraint), etc.;
- staffe a trapezio aggiorate per irrigidimento contro le oscillazioni sismiche (verificate in assenza di controventature).

Per ogni distinta tipologia di staffaggio/sostegno la ditta appaltatrice dovrà fornire alla DL: distinta materiali, specifica di calcolo con esplicitazione dei carichi e delle condizioni geometriche di posa e vincolo considerate, comportamento statico ed al sisma, tipologia di tasselli ed ancoranti utilizzati in riferimento alla struttura di posa ed agli sforzi agenti.
Il tutto su documenti formalmente validi, organizzati validamente vidimati.

3. IMPIANTI ELETTRICI

3.1 GENERALITÀ

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alle normative ed alla legislazione vigente. In particolare, dovranno essere soddisfatte tutte le norme CEI applicabili e le relative varianti, nonchè tutti i supplementi che dovessero essere emanati prima dell'ultimazione delle opere.
I materiali proposti dall'appaltatore prima dell'inizio delle opere, dovranno essere certificati dal Marchio Italiano di Qualità IMQ o da altro istituto o ente equivalente autorizzato nell'ambito degli stati membri della Comunità Europea.

3.2 QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

3.2.1 *Generalità*

Le carpenterie dei quadri, facendo riferimento al loro schema elettrico, vengono computati a corpo e nel prezzo si intendono compresi anche tutti gli accessori di esecuzione e completamento quali sbarre principali, morsettiere, guide, canalette interne, distanziatori, setti di separazione, pannelli interni, etc.
Per la quantificazione di eventuali varianti i vari componenti di un quadro sono computati a misura: secondo il tipo e le dimensioni per quanto riguarda i contenitori, secondo il tipo e la portata di corrente per quanto riguarda gli interruttori e gli apparecchi similari.
Nel prezzo della carpenteria si intendono compresi, anche se non direttamente esplicitati negli elaborati grafici, gli accessori di esecuzione e gli ausiliari elettrici di completamento e tutto quanto è necessario alla sua installazione ed al suo funzionamento, quali ad esempio:

- cavi o sbarre di collegamento; fusibili di protezione (eventuali); spie, selettori, relè ecc.; teleruttori, contatori;
- targhette;
- protezioni elettriche o meccaniche;
- accessori.

3.2.2 *Carpenterie in materiale isolante*

Queste devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all'art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8, e in ogni modo, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650°C (850°C se installati in ambiente a maggior rischio in caso d'incendio).
Devono essere composti di cassette isolanti, con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente d'installazione e comunque non inferiore ad IP40, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180°. Tali quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

3.2.3 *Carpenterie in materiale metallico (quadri ad armadio)*

I quadri devono essere del tipo autoportante ad "armadio" per appoggio a pavimento.

La versione ad “armadio” potrà essere in varie altezze, ma non dovrà mai superare mm 2250 (salvo eccezionali esigenze che dovranno essere concordate di volta in volta). Nel caso l’altezza dovesse superare i 2250 mm l’armadio dovrà essere prolungato con rialzo divisibile per consentirne il trasporto. I quadri di larghezza superiore al metro potranno, a richiesta della D.L., essere a colonne divisibili, in modo da poter essere introdotti senza alcun intervento murario nei locali d’installazione.
I quadri ad armadio devono essere costituiti da più pannelli verticali dei quali, i due d’estremità devono essere completamente chiusi da elementi asportabili per consentirne l’ampliamento.
La struttura metallica deve essere del tipo autoportante realizzata con intelaiatura in profilati d’acciaio dotati di asolature onde consentire il fissaggio di sbarre, guide e pannelli.
Devono essere corredati di capace zoccolo in robusta lamiera pressopiegata di spessore maggiore 15/10 mm e di controtelaio da immurare completo di forature cieche filettate per l’ammaraggio degli armadi con bulloni.
All’interno dei quadri dovrà essere alloggiata una tasca portaschemi in plastica rigida ove deve essere custodito lo schema funzionale e lo schema elettrico unifilare con l’indicazione esatta delle destinazioni d’uso delle varie linee in partenza e relativa codifica.
Le lampade di segnalazione di presenza rete del tipo a led di colore rosso dovranno avere una superficie d’emissione pari ad almeno 100 mm².
Le dimensioni della carpenteria e delle canaline saranno tali da garantire una riserva di spazio di almeno il 30% per consentire l’eventuale ampliamento del quadro.

3.2.4 *Cablaggio dei quadri elettrici*

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato mediante sbarre in rame stagnato, in modo da prevenire fenomeni di corrosione o con cavi non propaganti l’incendio ed a ridotta emissione di gas e fumi tossici o corrosivi. Le sbarre dovranno essere installate su supporti in poliestere rinforzato in grado di sopportare senza danni le massime correnti di cortocircuito previste. La portata delle sbarre dovrà essere del 50% superiore rispetto alla portata dei sezionatori generali del quadro.
Il cablaggio dei circuiti di comando dovrà essere realizzato mediante sistemi di cablaggio tipo Multiclip, Unifix o similari. Laddove l’utilizzo di questi sistemi non sia possibile si dovranno utilizzare conduttori flessibili dotati di guaina isolati a ridotta emissione di gas corrosivi in conformità alle Norme CEI 20-22 II e 20-38, tensione nominale 450/750V, comunque con sezione mai inferiore a 1,5mmq. salvo diverse prescrizioni, e tale da garantire una sovratemperatura massima all’esterno dei conduttori non superiore a 20-30°C rispetto ad una rispettiva temperatura interna del quadro di 40-30°C.
I conduttori, in partenza ed in arrivo alle apparecchiature ed alle morsettiere, dovranno sempre essere siglati con le diciture alfanumeriche riportate negli schemi. Per la siglatura devono essere impiegati segnafili componibili in vipla trasparente (tipo TRASP) alle due estremità del conduttore; sono ammessi anche altri segnafili comunque corrispondenti alle norme.
Tutti i collegamenti dovranno essere eseguiti con capicorda a compressione del tipo preisolato. I capicorda dovranno essere di tipo adeguato al cavo ed all’apparecchiatura da cablare.
I conduttori di potenza dovranno avere invece i capicorda isolati chiusi ad anello. Non sono ammessi in nessun caso adattamenti delle sezioni dei cavi o dei capicorda.
I conduttori dei circuiti di comando dovranno essere sistemati in canaline con feritoie e coperchio in PVC rigido tipo incombustibile ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi ed a bassa emissione di fumi opachi. Il fissaggio delle canaline dovrà essere eseguito con viti; non sono assolutamente ammessi i fissaggi che utilizzino collanti di qualsiasi tipo. Non è ammesso il montaggio diretto di canaline od apparecchiature sulle pareti laterali o sulle strutture portanti del quadro salvo particolari prescrizioni.
La grandezza minima ammessa dei morsetti dei conduttori di comando deve essere adatta per l’allacciamento di conduttori fino a 6mmq.
In generale ad ogni terminale di connessione deve essere collegato un solo conduttore; sono ammesse le connessioni di due o più conduttori ad un terminale solo quando è espressamente previsto dalla casa produttrice.
Tutti gli apparecchi installati nel quadro dovranno essere contraddistinti con le stesse sigle riportate sugli schemi mediante targhette a scritta indelebile fissate in maniera facilmente visibile sia vicino agli apparecchi ai quali si riferiscono sia su di essi.

La colorazione della guaina isolante dei conduttori di comando, in funzione dell'utilizzo, dovrà essere la seguente:

- Nero - marrone: fasi circuiti a 400-230V; Celeste - blu: neutro;
- giallo/verde: terra;
- marrone e grigio: circuiti di logica a relè ed altro.

I conduttori isolati devono essere adeguatamente sostenuti, e non devono appoggiare né su parti nude in tensione (aventi potenziale diverso) né su spigoli vivi della carpenteria.

I collegamenti di terra delle masse metalliche devono essere eseguiti con treccia o calza o conduttore di rame avente sezione non inferiore a 16mmq.
Tutte le linee da e verso il quadro elettrico devono passare attraverso opportune aperture realizzate nella parte superiore o inferiore del quadro.
I cavi accederanno al quadro tramite canalette o passerelle provviste di coperchio raccordate alla struttura metallica fissa, a mezzo flangia per attacco e quadro con idoneo grado di protezione.
Non saranno consentiti sistemi alternativi di identificazione oltre a quelli riportati di seguito.

Tutte le apparecchiature elettriche poste all'interno del quadro ed ogni estremità dei cavi di cablaggio dovranno essere chiaramente identificabili in modo permanente.
Si dovranno utilizzare cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo ed in partenza e per il cablaggio interno; dovranno essere riportate l'identificazione della linea, il tipo di cavo, la sua conformazione e lunghezza, secondo quanto riportato nello schema elettrico. Non sono ammessi altri tipi di marcatura delle linee.
Allo scopo saranno utilizzati tubetti porta etichette o anelli presiglati di tipo termorestringente per le estremità dei cavi di cablaggio.
Saranno applicate delle targhette adesive o ad innesto per tutte le apparecchiature elettriche (dai morsetti, agli ausiliari di segnalazione, agli interruttori ecc.). Esse dovranno essere poste, ove possibile, direttamente sulle apparecchiature o nelle vicinanze sulla carpenteria del quadro.
Sulla carpenteria del quadro dovrà essere riportata la targa d'identificazione del quadro stesso e quella del costruttore. Dovranno essere poste sul fronte del quadro delle targhette in alluminio o in materiale plastico autoestinguente, che dovranno identificare in modo inequivocabile le varie apparecchiature. Le targhette dovranno avere le scritte pantografate e dovranno essere inserite in apposite guide magnetiche o in plastica. Si dovrà altresì impedire che le suddette targhette possano scorrere lungo le guide.
Per quanto non specificato si farà riferimento alle prescrizioni della norma CEI EN 61439-1/2. La certificazione e le altre documentazioni da presentare alla DL, dovranno essere quelle previste dalla suddetta norma.
Le morsettiere dovranno essere chiaramente identificate secondo le modalità esposte nel paragrafo relativo. Le morsettiere in melammina devono essere del tipo componibile e sezionabile. Il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto. Tutti i morsetti dovranno essere fissati alla struttura del quadro, possibilmente su guida DIN appositamente predisposta. Ad ogni dispositivo di serraggio, come richiesto dalla Norma CEI EN 61439-1/2, dovrà essere cablato un solo conduttore e pertanto l'eventuale equipotenzializzazione di più morsetti potrà essere effettuata solo mediante apposite barrette di parallelo.

Non devono essere ammesse morsettiere di tipo sovrapposto. Il quadro, se è composto di sezioni diverse, le relative morsettiere dovranno essere fisicamente separate mediante l'impiego di separatori.
La morsettiera di attestazione della linea in arrivo dovrà essere completa di targhetta recante scritte che evidenzino che la parte è in tensione.

3.2.5 *Messa a terra (quadri in carpenteria metallica)*

Su tutta la lunghezza del quadro, deve essere installata una sbarra in piatto di rame nudo, per la messa a terra del quadro stesso ed in ogni caso dimensionata per il massimo valore di corrente di guasto a terra.
La messa a terra di un pannello dovrà essere studiata in modo che aggiungendone un successivo basterà connettere assieme le due barre principali, affinché tutte le parti metalliche del pannello siano messe francamente a terra.

Per ogni quadro dovranno essere predisposti, sulla sbarra di terra, due attacchi per le connessioni flessibili con sezione minima 16mmq., cui si allacceranno tutte le parti metalliche degli interruttori sezionatori, basi portafusibili, trasformatori di misura, profilati di sostegno, portelle a cerniera, antine fisse o imbullonate, manovra, ecc.
In prossimità dei ferri di supporto dei terminali e dei cavi devono essere previsti viti e bulloni per la messa a terra delle armature e delle guaine metalliche dei cavi.
Tutte le superfici di contatto dovranno essere opportunamente trattate contro le ossidazioni ma non verniciate.
I conduttori di terra in rame isolato avranno sempre, come colore distintivo, il giallo/verde.

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato d'apposita tasca porta-schemi dove devono essere contenuti in involucro plastico i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.
Ogni sezione del quadro, con alimentazione propria e indipendente, dovrà essere completamente separata dalle altre mediante separatori interni in lamiera e munita di portella d'accesso.
Per impedire che persone vengano accidentalmente in contatto con parti in tensione, devono essere usati sezionatori generali del tipo che impediscano l'apertura delle portelle in posizione di "chiuso" e diaframmi di protezione sui morsetti di entrata del sezionatore.
L'eventuale rimozione delle apparecchiature dovrà avvenire senza necessità di rimuovere quelle adiacenti.
I relè ad intervento regolabile (relè di corrente, di tensione, a tempo) consentiranno la taratura, la prova e la manutenzione con tutte le altre apparecchiature in servizio, senza pericolo di contatti accidentali con parti in tensione.

Tutte le parti in tensione delle apparecchiature montate su portine (morsetti di lampade, relè, pulsanti, strumenti, ecc.) ed in genere tutte quelle esposte a possibili contatti durante normali operazioni di esercizio, devono essere protette con schermi isolanti asportabili, in modo da evitare contatti accidentali con le parti in tensione.
I morsetti secondari dei TA non utilizzabili devono essere messi in corto circuito, anche se i TA sono adatti a restare permanentemente aperti, per evitare situazioni di pericolo per gli operatori durante controlli e prove.
Tutte le parti metalliche dovranno essere collegate a terra; le portelle o pannelli asportabili, anche se non montano componenti elettrici, devono essere collegati a terra con corda guainata.
I pezzi metallici sovrapposti ed uniti con bulloni non devono essere considerati elettricamente collegati tra loro salvo impiego di appositi dadi graffianti.

3.2.6 *Apparecchiature di manovra B.T.*

Le apparecchiature di bassa tensione da installarsi saranno rispondenti ai requisiti minimi prestazionali di seguito esposti.

3.2.6.1 *Interruttore magnetotermico scatolato BT*

Interruttore automatico magnetotermico BT, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 660/690Vca, 50-60Hz;
- tensione di isolamento Ui=800V;
- attitudine al sezionamento CEI EN 60947/2;
- grado di inquinamento: 3 secondo CEI EN 60664-1;
- sganciatori magnetotermici o sganciatori elettronici con funzione di protezione contro il sovraccarico "L", contro il cortocircuito selettivo "S", contro il cortocircuito istantaneo "I" e guasto a terra "G".

Il potere d'interruzione nominale di servizio (Ics) è determinato in relazione al livello del potere di interruzione definito e alla tensione nominale.

3.2.6.2 *Interruttore differenziale da associare a scatolato BT*

I dispositivi differenziali da associare ad interruttore scatolato saranno del tipo:

- differenziale a toroide separato;
- differenziale da associare direttamente all'interruttore scatolato.

I dispositivi differenziali a toroide separato saranno del tipo per alloggiamento su guida DIN. Il valore della tensione verrà definito da un allacciamento diretto protetto da terna portafusibili. Il valore della corrente verrà definito tramite inserimento sul cavo in uscita dal magnetotermico di toroide avente adeguato rapporto di trasformazione.

Il dispositivo differenziale a toroide avrà le seguenti caratteristiche:

- corrente differenziale di intervento da 0,01 a 10A;
- tempo di intervento regolabile da 0 a 4,5s;
- pulsante di test per verificare periodicamente il corretto funzionamento del dispositivo, simulando un guasto differenziale.
- I dispositivi differenziali a toroide saranno conformi alla Norma CEI EN 60947-1 allegato H.
- I dispositivi differenziali andranno associati direttamente all'interruttore scatolato ed avranno le seguenti caratteristiche:
- corrente differenziale di intervento da 0,3 a 30A;
- tempo di intervento regolabile da 0 a 0,31s;
- pulsante di test per verificare periodicamente il corretto funzionamento del dispositivo, simulando un guasto differenziale.
- I dispositivi differenziali direttamente associati all'interruttore scatolato saranno conformi alla Norma CEI EN 60947-2 app.B.

3.2.6.3 *Interruttore di manovra-sezionatore scatolato BT*

Interruttore di manovra-sezionatore scatolato BT avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 660/690Vca, 50-60Hz;
- attitudine al sezionamento CEI EN 60947/3;
- grado di inquinamento: 3 secondo CEI EN 60664-1;
- categoria di utilizzo: AC22A / AC23A;
- tensione di isolamento Ui=800V;
- comando manuale diretto o con manovra rotativa diretta o rinviata;
- comando elettrico con telecomando.

3.2.6.4 *Interruttore magnetotermico modulare BT*

Gli interruttori magnetotermici modulari dovranno essere conformi alla Norma CEI EN 60947-2 e CEI EN 60898-1, avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale di impiego massima: 230, 415 o 440Vca (in relazione al numero di poli ed al potere di interruzione), 50-60Hz;
- tensione nominale di impiego minima: 12Vac;
- tensione di isolamento Ui=440 o 500Vca (in relazione al potere di interruzione);
- tensione nominale di tenuta ad impulso Uimp=4 o 6kV;
- predisposto per accoppiamento con blocco differenziale.

3.2.6.5 *Blocco differenziale associato ad interruttore modulare*

I blocchi differenziali associati ad interruttore modulare saranno del tipo conforme alla Norma CEI EN 60947-2 e CEI EN 61009-1, avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 230/400Vca (in relazione al numero di poli), 50-60Hz; tensione di isolamento Ui= 500Vca (in relazione al potere di interruzione); tensione nominale di tenuta ad impulso Uimp=6kV;
- sensibilità intervento differenziale: da 0,03 a 1A;
- di tipo normale o selettivo;
- per correnti alternate (tipo AC) e/o per correnti alternate, pulsanti e componenti continue (tipo A), selettivo super-immunizzati (tipo A SI) e che garantiscono le caratteristiche di funzionamento anche per correnti di dispersione di tipo continuo (tipo B);
- potere di interruzione equivalente a quello dell'interruttore automatico accoppiato;
- protetto contro gli scatti intempestivi.

3.2.6.6 *Interruttori differenziali puri modulari*

Gli interruttore differenziali puri modulari saranno del tipo conforme alla Norma CEI EN 61008-1, avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 230/400Vca (in relazione al numero di poli), 50-60Hz;
- tensione di isolamento Ui= 400/440/500Vca (in relazione alla tensione e all'ambito di applicazione);
- tensione nominale di tenuta ad impulso Uimp=4-6kV (in relazione alla tensione e all'ambito di applicazione);
- sensibilità intervento differenziale: da 0,01 a 0,5A;
- di tipo normale o selettivo;
- per correnti alternate (tipo AC) e/o per correnti alternate, pulsanti e componenti continue (tipo A), selettivo super-immunizzati (tipo A SI) e che garantiscono le caratteristiche di funzionamento anche per correnti di dispersione di tipo continuo (tipo B);
- potere di interruzione equivalente a quello dell'interruttore automatico accoppiato;
- protetto contro gli scatti intempestivi.

3.2.6.7 *Contattore modulari*

I contattori modulari per guida DIN saranno del tipo tripolare o quadripolare per la protezione avviamento motori saranno conformi alla CEI EN 60947-4-1.

Le categorie definite dalla Norma sono:

- AC-1: per tipo di carico non induttivo cosfi=0,8. Il contattore comanda la messa in tensione (riscaldamento e distribuzione);
- AC-2 per motore ad anello cosfi=0,65. Il contattore comanda avviamento (macchine), interruzione a motore lanciato, frenatura in contro corrente e marcia a scatti;
- AC-3 per motore a gabbia cosfi=0,45 (per corrente <=100A) e cosfi=0,35 (per corrente >100A). Il contattore comanda avviamento (compressori, ascensori, pompe, scale mobili, ventilatori, climatizzatori, etc..) e interruzione a motore lanciato;
- AC-4 per motore a gabbia cosfi=0,45 (per corrente <=100A) e cosfi=0,35 (per corrente >100A). Il contattore comanda avviamento (trafilatrici, etc..), interruzione a motore lanciato, frenatura in contro corrente, inversione del senso di marcia e marcia a scatti.

3.2.6.8 *Salvamotori modulari*

La protezione dei motori viene svolta dai salvamotori, dispositivi a corrente termica regolabile e magnetica fissa (12 volte la corrente nominale).
La norma definisce n°4 classi di intervento del relè termico:

- classi 10 e 10A sono utilizzate per avviamento normale;
- classi 20 e 30 sono riservate ai motori con avviamento pesante. Le caratteristiche elettriche sono:
- tensione Ue=690Vac;
- tensione di isolamento Ui=690Vac;
- tensione di tenuta ad impulso Uimp=6kV;
- durata: 100.000 cicli di apertura e chiusura (in AC-3);
- potere di interruzione secondo la CEI EN 60947-2 definito dalle tabelle del costruttore in relazione alla corrente e alla tensione di impiego.

3.2.6.9 *Materiali di rispetto*

Vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:

- fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;
- bobine d' automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di un'unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni, di cui dovrà essere prevista una scorta pari al 10% d'ogni tipo di quelle in opera.

3.3 CAVI BASSA TENSIONE

3.3.1 *Generalita'*

Tutti i cavi ed i conduttori devono essere di costruzione di primaria casa, rispondere alle norme costruttive CEI, alle norme dimensionali UNEL ed essere dotati del Marchio Italiano di Qualità.

3.3.1.1 *Identificazione dei conduttori*

Come definito dalla Norma CEI 64-8/5 al paragrafo 514.3.1: "i conduttori, salvo diversamente indicato nei capitoli 514.3.2 e 514.3.8 della CEI 64-8, devono essere conformi alla Norma CEI EN 60445".
I conduttori devono essere identificati come segue:

- mediante colorazione, secondo tabelle UNEL per distinguere fasi, neutro e conduttore di protezione;
- mediante fascette e terminali per distinguere i circuiti e la funzione di ogni conduttore nelle cassette di derivazione e nei quadri.
- Le sigle delle fascette devono corrispondere a quelle riportate sui disegni.

In particolare i conduttori isolati o nudi dovranno essere individuati in modo che siano distinte:

- le fasi per i circuiti degli impianti di illuminazione o forza motrice a tre o quattro fili;
- il tipo di utilizzazione per i circuiti corrispondenti a servizi diversi;
- i conduttori di protezione e neutri.

Conduttori singoli:

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Fase 1	L1	Nero
Fase 2	L2	Marrone
Fase 3	L3	Grigio
Neutro	N	Blu chiaro

Apparecchio in corrente alternata:

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Fase 1	U	Nero
Fase 2	V	Marrone
Fase 3	W	Grigio

Sistema in corrente continua:

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Positivo	L+	Rosso
Negativo	L-	Nero
Conduttore med.	M	Blu chiaro

Sistema di protezione:

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Conduttore di protezione	PE	Giallo verde
Conduttore di protezione terra	TE	Giallo verde
Terra senza disturbi	E	Giallo verde

Cavi a più conduttori:

Designazione Conduttori	Colore guaina	Colore terminale
F.M.	Verde	Nero
Luce	Verde	Nero
Comando	Verde	Nero
Corrente continua	Grigio	+rosso, -nero

Nell'eventualità la Ditta appaltatrice riscontrasse un'effettiva difficoltà di reperimento dei cavi e conduttori nei suddetti colori, dovrà tempestivamente comunicarne notizia alla Direzione Lavori affinché possa essere definito quanto necessario per mantenere l'agevole individuazione dei vari circuiti.
E' buona regola installare i conduttori di neutro o di protezione all'interno della canalizzazione o tubazione in cui transitano i conduttori di fase, in modo da evitare notevoli surriscaldamenti dell'involucro metallico per autoinduzione.

3.3.2 Dimensionamento dei conduttori

Sezioni minime e cadute di tensione ammesse
Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione complessiva non superi il valore del 4% della tensione alla consegna), devono essere scelte tra quelle unificate e devono essere conformi al capitolo 524 della CEI 64-8. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle d'unificazione CEI-UNEL.
Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75mmq. per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5mmq. per illuminazione di singoli corpi illuminanti o prese dotate di trasformatore di sicurezza o singoli utilizzatori con potenza inferiore ad 1,5kW.
- 2,5mmq. per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3kW;
- 2,5 mmq. per dorsali di alimentazione circuiti luce;
- 4 mmq. per dorsali alimentazione circuiti F.M.;
- 4 mmq. per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6kW.

<u>Sezione minima dei conduttori di neutro</u>

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq., la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mmq. (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 524.2 della Norma CEI 64-8.

<u>Sezione dei conduttori di terra e protezione</u>

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione:

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54F: Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase (Sezione minima dei conduttori di protezione)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase
minore o uguale a 16mmq	Sezione del conduttore di fase	2,5 in rame o 16 in alluminio se protetto meccanicamente, 4 in rame o 16 in alluminio se non protetto meccanicamente
maggiore di 16mmq e minore o uguale a 35mmq	16mmq.	16mmq.
maggiore di 35mmq	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari., la sezione specificata dalle rispettive norme

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54A: Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mmq. rame 16 mmq. ferro zincato(*)
Non protetti contro la corrosione	25 mmq. rame 50 mmq. ferro zincato(*)	

(*) Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$Sp = \sqrt{t} * I^2 / K$$

nella quale:

- Sp è la sezione del conduttore di protezione [mmq.];
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [sec];
- K è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e d'altre parti e dalle temperature iniziali e finali. (I valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8).

Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.
La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.
In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (Iz) sia superiore o almeno uguale alla corrente d'impiego (Ib) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (In) compresa fra la corrente d'impiego del conduttore (Ib) e la sua portata nominale (Iz) e una corrente in funzionamento (If) minore o uguale a 1,45 volte la portata (Iz).
In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni: $Ib \leq In \leq Iz$ $If \leq 1{,}45 * Iz$
La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate, è automaticamente soddisfatta nel caso d'impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.
Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I^2t \leq K^2S^2$ (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione.
È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere d'interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, I^2t, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

3.3.3 Accorgimenti particolari contro il rischio incendio

Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, vale a dire distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.
Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

Provvedimenti contro il fuoco

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi e ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38. I servizi di sicurezza saranno alimentati da cavi resistenti all'incendio, conformemente alla norma CEI 20-45.

Compartimentazioni REI

I varchi aperti nelle compartimentazioni resistenti al fuoco necessari al passaggio di cavi, tubazioni o canali, dovranno essere chiusi con mastici, collari o sacchetti appositi.
In particolare, nei passaggi necessari ai canali, dovranno essere posti sacchetti in tessuto minerale incombustibile, riempito con una miscela di fibre inorganiche e barre termoespandenti per permettere la chiusura dei varchi anche in seguito alle diminuzioni (durante la combustione) dei volumi occupati dai cavi.
La scelta dei sacchetti, consente la possibilità di rimozione e sostituzione degli stessi nel caso in cui deve essere necessario posare ulteriori circuiti nei canali.

Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.
Ove tale pericolo sussista occorre presentare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

In particolare si potranno utilizzare le seguenti tipologie di cavo:

- unipolare in rame, flessibili, isolati in PVC mescola S17 con classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3, grado di isolamento non inferiore a 450/750V, tipo FS17 per installazioni protette entro tubazioni a vista o incassate in PVC. Conforme CEI UNEL 35016, CEI UNEL 35716, CEI EN 50414, CEI EN 50339, CEI EN 50575:2014, CEI EN 60332 (20-35), CEI EN 60754;
- unipolare in rame, flessibili, isolati in elastomerico a bassa emissione di fumi e acidità G17 con classe di reazione al fuoco Cca -s1b,d1,a1, grado di isolamento non inferiore a 450/750V, tipo FG17, per installazioni protette entro tubazioni a vista o incassate in PVC. Conforme CEI UNEL 35016, CEI UNEL 35324, CEI UNEL 35328, CEI EN 50414, CEI EN 50339, CEI EN 50575:2014, CEI EN 60332 (20-35), CEI EN 60754, CEI EN61034;
- multipolare e/o unipolare in rame ricotto stagnato, flessibili, isolati in gomma HEPR ad alto modulo a basso sviluppo di fumi e acidità qualità G16 con guaina a base di PVC di qualità R16, classe di reazione al fuoco Cca -s3,d1,a3, tipo FG16OR16 0.6/1kV, per installazioni protette entro canalizzazioni metalliche e tubazioni a vista in PVC, è ammessa anche la posa interrata. Conforme CEI UNEL 35318, CEI UNEL 35322, CEI EN 50414, CEI EN 50339, CEI EN 50575:2014, CEI EN 60332 (20-35), CEI EN 60754;
- multipolare e/o unipolare in rame ricotto, flessibili, isolati in gomma HEPR ad alto modulo a basso sviluppo di fumi e acidità qualità G16, guaina termoplastica a basso sviluppo di fumi e acidità di qualità M16 (colore verde), con classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1, tipo FG16OM16 0.6/1kV, per installazioni protette entro canalizzazioni metalliche e tubazioni a vista in PVC, è ammessa anche la posa interrata. Conforme CEI UNEL 35016, CEI UNEL 35324, CEI UNEL 35328, CEI EN 50414, CEI EN 50339, CEI EN 50575:2014, CEI EN 60332 (20-35), CEI EN 60754, CEI EN 61034;
- multipolare e/o unipolare in rame ricotto, flessibili, barriera ignifuga composta da nastro mica/vetro, isolati in elastomerico reticolato qualità G18 non propagante l'incendio, resistente al fuoco, a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, con guaina termoplastica di qualità M1 (colore azzurro), tipo FTG18(0)M16 0.6/1kV, per installazioni protette entro canalizzazioni metalliche e tubazioni a vista in PVC, è ammessa anche la posa interrata. Conforme CEI 20-45, CEI EN 60332 (20-35), CEI 20-36/5-0, CEI 20-37, CEI 20-38 e CEI EN 50200.
- multipolare e/o unipolare in rame ricotto, flessibili, barriera ignifuga composta da nastro mica/vetro, isolati in elastomerico reticolato qualità G18 non propagante l'incendio, resistente al fuoco, a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, con guaina termoplastica di qualità M1 (colore azzurro), tipo FTG18(0)M1 0.6/1kV, per installazioni protette entro canalizzazioni metalliche e tubazioni a vista in PVC, è ammessa anche la posa interrata. Conforme CEI 20-45, CEI EN 60332 (20-35), CEI 20-36/5-0, CEI 20-37, CEI 20-38 e CEI EN 50200.
- multipolare tipo FTE29OHM16 con cavi schermati con guaina esterna a base di materiale termoplastico di qualità M16 colore rosso, isolamento in mescola reticolata senza alogeni di qualità E29 (colore rosso), cordatura con anime twistate/cordate a corone concentriche, resistenti al fuoco durata 120 minuti (secondo la CEI 20-36/4-0, CEI EN 50200), barriera alla fiamma in nastro vetro/mica avvolto sul conduttore, separatore con nastro poliestere-mylar, schermatura con nastro AL/Pet con conduttore di continuità in

rame rosso flessibile. Non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumo tipo FTE29OHM16, tensione nominale di isolamento 100/100V, tensione di prova 2kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura di cortocircuito 250°C e raggio di curvatura 14 volte il diametro. Specifico per per protocollo trasmissione loop analogico, per installazioni protette entro canalizzazioni metalliche e tubazioni ad incasso/vista in PVC. Conformità normativa: conduttori CEI 20-29 e IEC 60228, isolanti e guaine CEI 20-11 e CEI EN 50363, non propagazione della fiamma CEI 20-105, non propagazione dell'incendio CEI EN 60332-3-24 cat.C e IEC 60332-3-24 cat.C, resistenza al fuoco CEI 20-36/4-0 e EN 50200, rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio UNI 9795:2013. Conforme al regolamento CPR 305/2011/UE, norma EN 50575:2014+A1:20106, Classe Cca -s1b, d1,a1, EN50399, EN60332-1-2, EN6054-2, EN61034-2

3.3.4 Protezioni meccaniche e modalità di posa

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. negli impianti industriali, il tipo d'installazione dovrà essere concordato di volta in volta con l'amministrazione appaltante.

3.3.4.1 Marcature dei cavi

Ogni cavo deve essere siglato in modo da consentirne l'individuazione in maniera inequivocabile. Le marcature dovranno essere conformi alla norma CEI 16-7 art.3 alle estremità e sulle cassette di derivazione dorsali. Si dovranno impiegare anelli o tubetti portaetichette presiglate di tipo termorestringente che garantiscano indelebilità delle scritte. Le scritte dovranno essere comunque concordi a quelle indicate nelle tavole allegate

3.3.4.2 Marcature dei cavidotti e delle scatole

Canali e cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile ed inalterabile con sigle, ricavate dagli elaborati di progetto, che identifichino in modo inequivocabile la loro destinazione d'uso. Tutte le cassette recheranno delle etichette di dimensioni adeguate (almeno 22 x 40 mm) indicanti il circuito d'appartenenza, mentre i canali andranno contrassegnati almeno ogni 12 m, con targhette in tela o piastrine in PVC di dimensioni minime 100 x 50 mm ed aventi colorazioni diverse secondo le reti e precisamente:

- blu per le reti BT;
- giallo per l'impianto d'illuminazione di sicurezza;
- bianco per gli impianti di comunicazione;
- arancio per gli impianti di sicurezza (rivelazione fumi, TVCC, ecc.);
- rosso per le reti di Media Tensione;
- nero per le reti alimentate da sistemi di emergenza.

3.3.4.3 Giunzioni e derivazioni dei cavi

Giunzioni diritte: ammesse solo nei casi in cui le tratte senza interruzioni superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio. Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie. Le terminazioni dei cavi devono essere del tipo e della sezione adatta alle caratteristiche del cavo e all'apparecchio al quale saranno collegate; non è consentito alcun adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso. La guaina del cavo, nel punto di taglio, dovrà essere rifinita con l'impiego di manicotti termorestringenti. Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non potrà essere connesso più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione tra i morsetti dovrà avvenire mediante l'impiego d'opportune barrette di parallelo. Nei punti di collegamento i cavi dovranno essere fissati mediante l'ausilio di fascette o collari o pressacavi, in modo da

evitare qualsiasi sollecitazione meccanica sulle morsettiere. I capicorda, in rame stagnato, devono essere del tipo a compressione e saranno utilizzati su tutti i cavi, sia di potenza sia di segnalazione.

3.3.4.4 *Posa sospesa alle murature e/o strutture dei prefabbricati*

I cavi dovranno essere sostenuti da sostegni di materiale plastico applicati alle murature e/o strutture mediante tasselli ad espansione a corpo completamente metallico. I sostegni sistemati a distanza dipendente dalle dimensioni e dalla flessibilità dei cavi e tale da evitare le formazioni d'anse.

3.3.4.5 *Posa dei cavi nei canali*

I cavi devono essere semplicemente appoggiati sul fondo, in modo ordinato, paralleli tra loro, senza attorcigliamenti e rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle.
Lungo il percorso, i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie a meno di linee la cui lunghezza sia tale da non essere presenti in commercio pezzature di lunghezza adeguata. I cavi saranno eventualmente distanziati, se prescritto dalla modalità di posa al fine di annullare il mutuo riscaldamento; se la stessa canalina deve ospitare conduttori di sistemi diversi, dovrà adottarsi un separatore di servizio.
Lungo i canali, i cavi dovranno essere fissati agli stessi mediante l'impiego di fascette in materiale plastico in corrispondenza di curve, incroci e diramazioni. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere fissati alle passerelle con passo non superiore a 40cm. I cavi, nei canali chiusi, saranno fissati con apposite sbarre trasversali.
Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.
Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.
I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

3.3.4.6 *Posa su Scale e passarelle*

La posa su passerelle avverrà tramite cavi fissati alle passerelle mediante legature che ne mantengano fissa la posizione.
Sui tratti di passerella inclinati e verticali le legature devono essere più numerose (almeno una ogni metro) ed adatte a sostenere il peso dei cavi. Il numero di cavi su ogni passerella, deve essere tale da garantire che nelle condizioni previste di carico la loro temperatura si mantenga entro i valori prescritti dalla norma.

3.3.4.7 *Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati*

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo affondare artificialmente nella sabbia;
si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (o maggiore, nel caso di più cavi);
sulla sabbia così posta in opera, si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm o, nell'ipotesi contraria, in senso trasversale (generalmente con più cavi);

sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.
inoltre dovrà essere inserito un nastro indicatore in materiale plastico con colore a scelta dellaDL.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.
Per la profondità di posa deve essere seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino.
Di massima deve essere però osservata la profondità di almeno 50 cm, misurata sull'estradosso della protezione di mattoni.
Tutta la sabbia e i mattoni occorrenti devono essere forniti dalla Ditta appaltatrice.

3.3.4.8 *Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili*

I cavi devono essere posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo);
- entro canalette di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, graffe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, per assicurare la libera circolazione dell'aria.
A questo riguardo la Ditta appaltatrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla D.L., deve essere di competenza della Ditta appaltatrice soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, graffe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.
Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm.70.
In particolari casi, la D.L. potrà preventivamente richiedere che le parti d'acciaio siano zincate a caldo.

I cavi, ogni 150-200m di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

3.3.4.9 *Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate, o in cunicoli non praticabili*

Per la posa interrata delle tubazioni si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa, preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà stendere un strato di sabbia vagliata per uno spessore di 10cm.;
- sarà effettuata la posa del tubo (o dei tubi) senza effettuare alcuna pressione;
- verrà steso uno strato di sabbia vagliata per il riempimento degli spazzi lasciati vuoti dai tubi e per copertura delle tubazioni. La copertura delle tubazioni dovrà essere pari a 10cm. con sabbia vagliata;
- sarà quindi effettuato il reinterro dello scavo effettuato in più strati ed utilizzando il materiale ricavato dallo scavo o quanto indicato a progetto. Ad ogni strato di reinterro si dovrà eseguire lo stipamento del materiale avendo cura di non provocare alcun danno alle tubazioni precedentemente posate;

- si dovrà quindi procedere al carico ed al trasporto a pubblica discarica di tutto il materiale non utilizzato per il reinterro.

Nel caso d'esecuzione su strada carrabile o in presenza di particolari pavimentazioni la parte superiore del reinterro dovrà essere effettuata con materiali di cava (stabilizzato e tout-venant) in opportuni strati e prima del ripristino della pavimentazione, detti strati, saranno integrati opportunamente e per fasi successive.
Per la profondità di posa, deve essere seguito il concetto di avere il cavidotto (o i cavidotti) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino.
Di massima deve essere però osservata la profondità di almeno 50cm., salvo diverse prescrizioni normative, ad esempio rigurdante la posa dei cavidotti elettrici su strada pubblica.
Le tubazioni dovranno essere con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flangie, per evitare discontinuità nella loro superficie interna.
Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3mm rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.
Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.
Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa se in rettilineo;
- ogni 15 m circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

3.3.4.10 *Posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi*

Per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI.

3.3.4.11 *Posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti*

Devono essere ammessi a tale sistema di posa, unicamente cavi destinati a sopportare tensioni d'esercizio non superiori a 1000V, isolati in conformità, salvo che non si tratti di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, per le quali il limite massimo della tensione ammessa deve essere di 6000V.
Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme CEI 20-31;
- cavi con treccia d'acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione "americana") per mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, posti a distanza non superiore a 40 cm.

Per tutti questi casi s'impiegheranno collari e mensole di ammarro, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce d'acciaio.
Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto espresso relativamente alla posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi.

3.3.4.12 *Prove in corso d'opera e/o in sede di collaudo*

In corso d'opera e/o in sede di collaudo possono essere richieste le seguenti prove:

- sfilabilità dei conduttori in tratti campioni di tubazioni: i conduttori devono poter essere sfilati e reinfilati con facilità e senza provocare danni all'isolamento;
- controllo della presenza del marchio IMQ (dove applicabile).

3.4 RIFASAMENTO

I sistemi di rifasamento saranno del tipo:

- fisso per il rifasamento di trasformatori o di macchine;
- variabile per il rifasamento di un intero impianto.

Essi saranno inoltre conformi alle Norme:

- CEI EN 60831-1/2 per il condensatore BT di rifasamento industriale;
- CEI EN 61439-1/2 e CEI EN 61921 per le apparecchiature complete di rifasamento industriale BT.

I sistemi di rifasamento differiscono in relazione alla tipologia di condensatori utilizzabili:

- Condensatori in polipropilene standard. Sono realizzati avvolgendo un film di polipropilene metallizzato. In funzione dello spessore del film, dello strato di metallo depositato sulla superficie e del numero di avvolgimenti realizzati, si ottengono le caratteristiche desiderate ovvero capacità, tensione nominale, tenuta alle sovracorrenti etc.;
- Condensatori in polipropilene metallizzato ad alto gradiente condensatori in polipropilene standard è la modalità con cui il film dielettrico viene metallizzato: se nei condensatori standard lo spessore dello strato metallico depositato sulla superficie della pellicola è costante, per quelli "ad alto gradiente" lo strato metallico ha uno spessore opportunamente modulato. La modulazione dello spessore della metallizzazione permette di migliorare notevolmente le prestazioni dei condensatori (e quindi dei sistemi di rifasamento di cui sono il componente fondamentale) in termini di:
    - aumento della potenza specifica (kvar/dm^3) con conseguente riduzione delle dimensioni dei sistemi di rifasamento;
    - miglioramento della robustezza nei confronti delle sovratensioni continuative e transitorie, per una maggiore affidabilità anche in impianti con presenza di sbalzi di tensione dovuti alla rete o a manovre sull'impianto;
    - migliore comportamento al corto circuito interno.
- Condensatori in carta bimetallizzata I condensatori in carta bimetallizzata e impregnata sono oggi la soluzione più robusta per il rifasamento industriale. Sono realizzati avvolgendo un foglio sottilissimo di carta speciale sulle cui superfici viene depositato, mediante processo di evaporazione, uno strato infinitesimo di lega metallica con funzione di armatura; tra i fogli di carta viene posta una pellicola di polipropilene con il solo ruolo di dielettrico tra le armature. La robustezza dei condensatori in carta bimetallizzata è dovuta alle già ottime caratteristiche meccaniche della carta, alle quali si aggiungono i benefici dell'impregnazione in olio. Questa tecnologia, tra le più collaudate per la produzione di condensatori, è stata anche adottata per realizzare condensatori impiegati nell' elettronica di potenza, poiché sollecitati con correnti ad alte frequenze e destinati a lavorare con temperature elevate. I condensatori in carta bimetallizzata sono particolarmente indicati per applicazioni in impianti con correnti ad elevato contenuto armonico e/o elevate temperature di esercizio; sono utilizzati per la realizzazione di filtri di sbarramento per impianti "difficili" perché, grazie alla capacità costante per tutta la vita utile, questi condensatori sono in grado di garantire nel tempo il mantenimento della frequenza progettuale di accordo del filtro, anche in presenza di elevate temperature di esercizio.

I quadri di rifasamento avranno a bordo un regolatore con controllo temperatura che andrà ad agire direttamente su un sistema di ventilazione forzata.
Le apparecchiature dovranno avere grado di protezione IP3X e tensione di impiego Ue pari a 400V.

I sistemi di rifasamento si differenziano poi per le caratteristiche elettriche, in particolare:

- THDIR. E' il THD (Coefficiente di distorsione armonica) massimo sopportabile dal condensatore relativamente alla corrente che circola nell'impianto da rifasare. E' un dato empirico, che si basa sul THDIC e sull'esperienza del costruttore. Non esiste un legame teorico tra THDIR e THDIC valido per tutti gli impianti. Il THDIR può essere anche molto differente, per condensatori con lo stesso THDIC prodotti da costruttori differenti, in funzione della propensione al rischio dei costruttore stesso;
- THDIC. E' il THD (Coefficiente di distorsione armonica) massimo che un condensatore può sopportare, per quanto riguarda la corrente che lo attraversa. E' un valore caratteristico di ogni condensatore, indicativo della sua robustezza: tanto più è elevato il THDIc, tanto più è robusto il

- condensatore. Il THDIc è il valore più significativo per confrontare condensatori differenti, insieme alla massima temperatura di utilizzo;
- Tensione nominale del condensatore UN. E' la tensione di targa del condensatore, in corrispondenza della quale è calcolata la sua potenza nominale;
- Tensione massima di utilizzo UMAX. E' la massima tensione che il condensatore può sopportare, per i periodi indicati dalla normativa CEI EN 60831-1/2. Vale la relazione UMAX= 1,1 UN.

3.5 CASSETTE E SCATOLE DI DERIVAZIONE

Le cassette, in materiale termoplastico autoestinguente devono essere composte da un unico pezzo e devono essere saldamente fissate alle strutture. Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con viti, mentre sono sconsigliabili i coperchi ancorati con graffette. Le viti di fissaggio dovranno essere collocate in apposita sede. Le cassette dovranno poter contenere i morsetti di giunzione, di derivazione ed anche setti separatori in grado di garantire l'eventuale separazione tra sistemi a tensione nominale diversa. I coperchi delle cassette dovranno essere fissati alle stesse mediante l'impiego di viti in nylon con testa sferica. Sono consentite, salvo approvazione della DL, anche viti in metallo. Le connessioni ed i cavi posati all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa. Per le cassette di maggiori dimensioni dovrà essere possibile l'apertura a cerniera del coperchio. Le guarnizioni, in neoprene o in gomma siliconica, dovranno essere del tipo antinvecchiante. Le cassette dovranno essere installate in modo da renderne agevole l'accessibilità, dovranno inoltre essere fissate in modo da non sollecitare tubi o cavi che ad esse fanno capo. Sono pertanto consentiti l'impiego di tasselli ad espansione, bulloneria trattata con procedimento antiossidante e chiodatura a sparo. Le cassette di derivazione poste lungo le dorsali dovranno essere munite di morsetti fissi o componibili in poliammide aventi tensioni di isolamento coerenti con quelle dei cavi ad essi attestatisi. Il serraggio dei conduttori dovrà in ogni modo essere del tipo indiretto. Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite) aventi grado di protezione IPXXB; non sono quindi considerate giunzioni e/o derivazioni eseguite con attorcigliamento e nastratura. Il grado di protezione IPXXB indica che le parti attive, cioè le parti in tensione nel servizio ordinario incluso il neutro, non sono accessibili al dito di prova. E' ammesso l'entra-esci sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purché esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare. Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte. I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette, non sono ammesse nei tubi e nelle scatole porta apparecchi. Alcune derivazioni, se espressamente richiesto dalla D.L., potranno essere effettuate al di fuori delle cassette. A tale scopo dovranno impiegarsi solo morsetti del tipo a perforazione dell'isolamento. Scatole e cassette di derivazione e/o transito dovranno essere dotate di tutti gli accessori (pressacavi, raccordi ecc.) necessari per garantire il grado di protezione richiesta. La dimensione minima per le cassette di derivazione installate sui canali luce, forza e continuità assoluta deve essere pari a 110x110x70mm. La suddivisione tra morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà essere eseguita mediante l'impiego di setti separatori.
Le cassette di derivazione e le connessioni dovranno essere realizzate a regola d'arte e dotate di marchio IMQ e CE.

3.6 TUBAZIONI A VISTA O SOTTOTRACCIA

I tubi protettivi, flessibili o rigidi, dovranno essere, conformi alle Norme CEI EN 61386-1, 61386-21, 61386-22 e varianti. Le tubazioni in materiale isolante posate sotto pavimento devono essere di tipo pesante. Anche per la posa in vista è bene utilizzare tubi rigidi di tipo pesante. I tubi di tipo leggero possono essere posati sottotraccia a parete, o a soffitto, oppure nel controsoffitto. I tubi protettivi installati sottotraccia a parete devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo agli spigoli delle pareti. Nel pavimento e nel soffitto il percorso può essere qualsiasi. Queste tubazioni devono far capo ad idonee cassette a pavimento che permettano l'infilaggio dei cavi senza danneggiamenti.
I tubi protettivi impiegati posti a vista sia a parete che a soffitto sono del tipo in materiale termoplastico auto estinguente rigido pesante filettato, avente filettatura con passo metrico, con un diametro adeguato per la messa in opera o la sostituzione dei conduttori, ed un grado di protezione adatto all'ambiente di installazione. Anche le curve e ghiere di fissaggio della medesima serie delle tubazioni garantiranno il grado di protezione richiesto. Possono essere utilizzati al posto delle tubazioni filettate, tutti gli accessori quali manicotti, curve, e raccordi rapidi in grado di assicurare il grado di protezione richiesto.
A ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.
Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo tale che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.
Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purchè essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. In ogni caso il diametro della tubazione dovrà essere comunque superiore di almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essa contenuti con minimo di 16 mm.

Si prenderanno inoltre i seguenti provvedimenti:

a) i tratti di canalizzazione rettilinei di lunghezza superiore a 15 metri dovranno essere interrotti da almeno una cassetta di derivazione;
b) i tratti di canalizzazione (con curva interposta) di lunghezza superiore a 10 metri, dovranno essere interrotti da cassetta di derivazione;
c) i tratti di tubazione rettilinei, di lunghezza superiore a 4 metri, dovranno, al fine di garantire una corretta dilatazione termica del tubo, avere interposto almeno un manicotto di dilatazione ogni 4 metri o frazione di detta misura.

Le tubazioni protettive dovranno essere posate a regola d'arte e dotate di marchio IMQ e CE.
Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi (i numeri fra parentesi sono per i cavi ed i tubi per linee di comando e segnalazione).

Diametro esterno / diametro interno [mm]	sezione dei cavi [mmq.] (0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
(12 / 8,5) (14 / 10)	(4)	(4)	(2)						
(16 / 11,7) 20 / 15,5	(7)	(4)	(3)	2					
25 / 19,8	(4)	4	2						
32 / 26,4	(9)	7	4	4	2				
	(12)	9	7	7	4	2			
	12	9	7	7	3				

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

3.6.1 Installazione delle tubazioni plastiche a vista

Le tubazioni dovranno essere del tipo conforme alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL. Dovranno essere in PVC della serie pesante e raccordate nei tratti terminali con guaine spiralate.
La raccorderia deve essere del tipo pressatubo oppure filettata. Per il fissaggio in vista ci si dovrà avvalere di morsetti in materiale plastico con fissaggio del tubo a scatto. I morsetti non dovranno essere posti a distanze superiori al metro ed in modo da evitare la flessione delle tubazioni. Nel caso di tubi rigidi installati sottotraccia, i raccordi potranno essere ottenuti mediante l'impiego di manicotti.

3.7 CANALETTE E CANALI PORTA CAVI

I canali posacavi, di tipo metallico, in materiale plastico ed in materiale plastico privo di alogeni (Noryl), saranno realizzati mediante elementi componibili ed in cantiere non saranno consentite altre lavorazioni che non siano taglio e foratura degli stessi.
I sostegni, del tipo prefabbricato, dovranno essere in metallo e con trattamento conforme a quello del canale. Devono essere sempre previsti in prossimità delle diramazioni ed alle estremità delle curve. I sostegni dovranno garantire una completa rigidità dei canali sia in senso longitudinale sia trasversale e non dovranno comunque subire lavorazione alcuna dopo il trattamento di protezione della superficie.
Staffe e mensole saranno dimensionate in modo da potere sopportare il carico ottenuto riempiendo di cavi i canali sino al massimo consentito. L'interdistanza massima consentita è di 2m. e in ogni caso la freccia massima del canale non deve superare 0,5cm. Curve, incroci e derivazioni saranno di tipo prestampato sia per i canali metallici sia per quelli in materiale plastico.
Se uno stesso canale è utilizzato per cavi di energia e cavi di segnale deve essere munito di setti separatori, in alternativa, si può posare all'interno del canale un altro canale di dimensioni ridotte o un tubo protettivo, o infine si possono utilizzare cavi di segnale isolati per la tensione nominale dei cavi di energia. Se si utilizzano canali metallici tutti i cavi del medesimo circuito devono essere installati nello stesso canale, per evitare riscaldamento dovuto a correnti indotte.
I coperchi dovranno essere di tipo rimovibile senza l'utilizzo d'attrezzi e dovranno avere i bordi ripiegati. La zincatura dei componenti d'acciaio non dovrà presentare difetti quali: vaiolatura, scorie, macchie nere, incrinature ecc. Tutti i tagli non dovranno presentare sbavature o bordi taglienti. Per i canali metallici, nelle zone di taglio dovrà essere ripristinata la zincatura. Fori ed asolature effettuate per consentire l'uscita dei cavi, dovranno essere muniti di passacavi di gomma o di altre guarnizioni di tipo isolante, che impediscano eventuali danneggiamenti.
Dovrà essere garantita, durante la posa in opera, la continuità elettrica per l'intero percorso dei cavidotti metallici per mezzo di appositi collegamenti di equipotenzializzazione.
Tutta la bulloneria utilizzata deve essere in acciaio inox o in acciaio zincato a caldo; è espressamente vietato l'uso di rivetti. Prima della loro installazione, si dovrà presentare alla DL una breve relazione contente i calcoli di

dimensionamento delle staffe e delle mensole portacanali, avendo supposto i canali contenenti il massimo prescritto dei cavi.
Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche, ove esistenti.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.
Tutte le derivazioni saranno eseguite in scatole di derivazione isolate tramite morsetti, non sono previste né ammesse derivazioni nel canale metallico o all'esterno delle relative scatole di derivazione.

3.8 IMPIANTO DI TERRA

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale), che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche d'efficienza, comprenderà:
il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o in ogni caso isolata dal terreno);
il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4mmq;
il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);
il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).
Come elementi di dispersione possono essere usati i ferri d'armatura dei plinti o dei massetti armati. In questo caso dovranno essere garantite, tramite giunzioni a regola d'arte, le continuità elettriche.

3.9 PRESE A SPINA ED APPARECCHI DI COMANDO

3.9.1 *Prese a spina industriali*

Le prese a spina per usi industriali (prese CEE) saranno del tipo conforme alle Norme Internazionali IEC

309-1 e IEC 309-2 e Europee CEI EN 60309-1 e CEI EN 60309-2 sono necessarie per:

- prese a spina monofasi 2P+T con corrente nominale superiore a 16A;
- prese a spina trifasi. Sono previste:
- prese a corrente nominale 16A e 32A in esecuzione 2P e 3P per bassissima tensione;
- prese a corrente nominale 16,32, 63 e 125A con esecuzione 2P+T, 3P+T, 3P+N+T per bassa tensione.

Il grado di protezione deve essere adeguato al luogo di installazione con il minimo di IP44, inoltre dovranno avere caratteristiche di "doppio isolamento". Le prese saranno montate su apposite basi modulari, che possono avere anche funzione di cassetta di smistamento e di derivazione dei cavi, composte come descritte dagli elaborati grafici allegati.

La Norma prevede prove di resistenza meccanica specifiche dopo condizionamento a -25°C per più di 16h:

- urto per caduta (versioni mobili);
- urto con martello pari a 1 Joule (versioni fisse).

Le prese dovranno avere un grado di protezione contro gli urti almeno IK08 come definito dalla CEI EN 62262. Il comportamento al fuoco dei materiali plastici definito da metodo del filo incandescente (GWT) deve essere pari a 850°C.

3.9.2 *Prese a uso domestico*

Le prese per uso domestico e similare (monofase) possono essere utilizzate in ambienti industriali, per piccole apparecchiature, dove non sia previsto un servizio gravoso con forti urti o vibrazioni.
Gli apparecchi di comando e le prese a spina, ove indicato nel computo metrico, dovranno essere alloggiate entro custodie stagne composte da telaio in policarbonato e guaina elastica cedevole in PVC, conformi alla Norma CEI 23-48.
Le prese a spina e gli apparecchi di comando dovranno essere realizzati a regola d'arte e dotati di marchio IMQ e CE.
Le prese a spina di tipo civile dovranno essere conformi alle Norme CEI 23-16 e CEI 23-5 per le prese UNEL, dotate di alveoli schermati per la protezione dai contatti diretti, modo di accoppiamento reversibile, sigla di riferimento P11-P17-P30, corrente nominale 10-16A, tensione nominale 250Vac/50Hz, sezione massima conduttori allacciabile 2x4mmq.

3.9.3 *Apparecchi di comando*

Gli apparecchi di comando non automatici fino a 250Vac destinati agli usi domestici e similari dovranno essere conformi alla Norma CEI 23-9 ed UNI 60669-1.
Le scatole da incasso sotto intonaco e i supporti dovranno essere in resina. Fissaggio scatola rettangolare – supporto con viti. Le placche dovranno essere nel materiale, colore e forma definito dalla Committenza, D.L. Architettonica ed Impiantistica.
Il grado di protezione degli apparecchi di comando dovrà essere pari a IP41, per le prese complete di alveoli schermati IP21.

3.10 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

3.10.1 *Illuminazione dei luoghi di lavoro all'interno*

La normativa tecnica che regolamenta il livello di illuminamento, nonché la qualità della luce nel luoghi di lavoro all'interno degli edifici, è la UNI EN 12464-1.

La norma UNI EN 12464-1 (2013) stabilisce che per ogni tipo di attività si debbano considerare n° 3 diverse zone di valutazione attinenti al compito visivo:
Zona del compito visivo (o zona di lavoro):
Parte del luogo di lavoro in cui il compito viene espletato. Nelle zone del compito visivo devono essere rispettati i requisiti definiti nella tabella 5.3 della norma UNI EN 12464-1, e più in particolare:

- illuminamento medio mantenuto E effettuata a 0,8m dal pavimento;
- indice unificato diabbagliamento UGRL;

- uniformità dell'illuminamento UO (Emin/E);
- indice di resa cromatica dei colori Ra (o CRI);

Zona immediatamente circostante:

Fascia di larghezza pari a 0,5m circostante la zona del compito visivo. Nella zona immediatamente circostante si dovrà assumere il valore di illuminamento medio come nella tabella sotto riportata, ed inoltre l'uniformità dell'illuminamento dovrà essere pari a 0,4.

ILLUMINAMENTI NELLA ZONA DEL COMPITO $E_{compito}$ (lx)	ILLUMINAMENTI NELLA ZONE IMMEDIATAMENTE CIRCOSTANTI (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	$E_{compito}$
100	$E_{compito}$
≤ 50	$E_{compito}$

Zona di sfondo:
Fascia di ulteriori 3m che attorno alla "zona immediatamente circostante". L'illuminamento E_m nella zona di sfondo dovrà essere pari ad 1/3 di quello della zona immediatamente circostante, con un'uniformità d'illuminamento U_O non inferiore a 0,1.

In base a quanto indicato nella UNI EN 12464-1, il progetto illuminotecnico dovrà sempre perseguire l'efficienza energetica in base al tipo di attività e dalle caratteristiche della struttura in cui il compito viene svolto, ad esempio implementando l'impianto luminoso con adeguati sistemi di riduzione del flusso in base al contributo della luce naturale delle superfici trasparenti poste a soffitto, integrando illuminazione artificiale e illuminazione diurna, (fermo restando il livello luminoso richiesto dalla norma), oppure adottando tipologie di apparecchi luminosi più efficienti e dotando l'impianto di un adeguato manuale di uso e manutenzione programmato

3.10.2 *Illuminazione impianti sportivi (Norma CONI)*

Per gli impianti sportivi sono definite le "NORME CONI PER L'IMPIANTISTICA SPORTIVA" approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008 le quali regolano i livelli e la tipologia di illuminazione all'interno in relazione all'attività da svolgere.
Al punto 7.8 della Delibera stessa viene definito che "gli impianti di illuminazione artificiale dovranno essere realizzati in modo da evitare fenomeni di abbagliamento per i praticanti e gli spettatori. A tal fine per le sorgenti di illuminazione, l'indice di abbagliamento dovrà rientrare nei limiti indicati dalla norma UNI EN 12193. Nel caso in cui non venga effettuata la verifica del suddetto indice, le sorgenti di illuminazione non dovranno risultare visibili, all'interno dello spazio di attività, sotto un angolo inferiore a
20° rispetto all'orizzontale, considerando il punto di visione coincidente con il piano delle vasche per gli impianti natatori ovvero posto convenzionalmente ad un'altezza di m 1,50 dal piano di gioco negli altri casi. Ai fini del contenimento dei consumi e per evitare l'inquinamento luminoso, le caratteristiche e l'orientamento degli apparecchi di illuminazione delle aree esterne, dovranno essere tali da limitare al massimo la dispersione del flusso luminoso al di fuori delle superfici

da illuminare. In mancanza di indicazioni specifiche, per le caratteristiche di illuminamento degli impianti all'aperto ed al chiuso, nelle Tabelle B e C sono riportati i valori consigliati".

3.10.3 *Illuminazione di emergenza*

La norma UNI EN 1838 (2013) stabilisce, per quelle attività non soggette ad una specifica regola tecnica verticale dei VVF, i requisiti minimi che l'illuminazione di sicurezza deve avere.
Il termine illuminazione di emergenza per la norma e un termine generico che racchiude numerose applicazioni specifiche in base alle caratteristiche dell'area oggetto di valutazione. Si possono individuare n°2 sottoinsiemi: illuminazione di riserva ed illuminazione di sicurezza.
L'illuminazione di riserva è quella parte dell'impianto dedicata ad alimentare taluni apparecchi illuminanti in caso di un'improvvisa mancanza dell'alimentazione dalla rete, per quei casi in cui tale mancanza non provocherebbe danni alle persone. Questo tipo di illuminazione è solo accennato nella UNI EN 1838 nei termini per cui se tale tipologia di illuminazione viene utilizzata con funzioni di emergenza, dovrà seguire i requisiti di cui alla norma; mentre se il livello di illuminamento dovesse essere inferiore a quanto previsto dalla norma, dovrà essere utilizzata solo per interrompere l'attività in corso.

3.10.3.1 *Illuminazione di sicurezza*

Lo scopo dell'illuminazione di sicurezza è quello di consentire il deflusso delle persone in modo sicuro da un luogo in cui la mancanza dell'alimentazione normale possa provocare danni alle persone.
L'illuminazione di sicurezza a sua volta può essere suddivisa in:

- illuminazione di sicurezza per l'esodo: comprende anche la segnaletica di sicurezza, ed ha lo scopo di consentire il deflusso degli occupanti di un luogo verso un luogo sicuro, fornendo condizioni di visibilità e di indicazioni appropriate sui percorsi d'esodo, nonché consente la localizzazione e/o impiego dei dispositivi di sicurezza antincendio
- illuminazione antipanico: ha lo scopo di ridurre la probabilità che tra gli occupanti di talune aree si crei panico in caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria, nonché di fornire l'illuminamento necessario affinché gli occupanti riconoscano eventuali ostacoli dell'area e si avviino verso i percorsi d'esodo;

  illuminazione dell'area di compito ad alto rischio: contribuisce alla sicurezza delle persone impiegate in attività o processi potenzialmente pericolosi: fornisce un livello diilluminamento necessario per effettuare le corrette procedure di terminazione dei processi in modo da mettere in sicurezza se stesso e le altre persone.

3.10.3.2 *Requisiti di installazione*

Le prescrizioni riportate nella UNI EN 1838 sono valori minimi d'illuminamento che devono essere verificati per tutta la durata dell'autonomia del sistema di alimentazione ausiliario, nonché fino a raggiungere la condizione di fine vita delle apparecchiature, inoltre i calcoli illuminotecnici non dovranno tener conto del contributo luminoso delle interriflessioni, salvo il caso in cui vengano adoperati apparecchi di illuminazione indiretti o diretti verso l'alto su una superficie riflettente, sempre nel caso in cui gli apparecchi siano sempre alimentati, può essere considerata solo la prima riflessione.

Al fine di assicurare un corretto funzionamento del sistema d'illuminazione di emergenza, i componenti in campo dovranno essere installati, messi a prova ed essere mantenuti in conformità alla EN 60598-2-22, EN 50172 e EN 62034.

3.10.3.3 *Punti di illuminazione*

Gli apparecchi illuminanti atti a garantire l'illuminazione di emergenza, in caso di mancanza della rete elettrica, dovranno essere conformi alla EN 60589-2-22. Essi potranno essere:

autoalimentati: cioè con batteria a bordo la quale alimenta l'apparecchio in modo automatico, nei modi e nei tempi stabiliti dalla norma, per il periodo di tempo necessario;
alimentati da CPSS (Central Power Supply System): gruppi di continuità concepiti conformi alle prescrizioni di norma, atti a sopperire la mancanza della rete. Questi apparecchi, in base alle esigenze, possono essere sempre accesi o accesi solo in caso di emergenza, posso essere adoperati solo in caso di emergenza o possono contribuire all'illuminazione ordinaria in caso di normale svolgimento delle attività;
I punti da evidenziare nell'installazione degli apparecchi illuminanti sono:

- vicino ad ogni porta di uscita prevista per l'uso di emergenza; vicino ad ogni scala, in modo che ogni rampa riceva luce diretta; vicino ad ogni cambio di livello;
- tutte le segnalazioni di sicurezza nelle vie d'esodo, i segnali di direzione delle vie d'esodo ed ogni altro segnale di sicurezza dev'essere direttamente illuminato in condizioni di emergenza;
- ad ogni cambio di direzione;
- ad ogni intersezione di corridoi;
- vicino ad ogni uscita ed immediatamente all'esterno dell'edificio verso un luogo sicuro;
- vicino ad ogni punto di pronto soccorso, in modo che ogni cassetta di pronto soccorso riceva un illuminamento verticale non inferiore a 5 lx;
- vicino ai luoghi di presidio antincendio, in modo tale che ogni punto di raccolta di emergenza, punto di chiamata, dispositivo antincendio e pannello di segnalazione antincendio siano illuminati verticalmente da almeno 5 lx;
- vicino ad ogni apparecchiatura di evacuazione per disabili;
- vicino ai punti di raccolta e rifugi per disabili;

Per “vicino” si intende una distanza massima di 2m misurata orizzontalmente.

- *Illuminazione delle Vie di esodo*

Per vie di esodo si intendono percorsi di larghezza fino a 2m, per consentire un corretto deflusso delle persone nelle vie di esodo si dovrà garantire un illuminamento al suolo lungo la linea centrale della via di esodo pari a 1 lx. A 0,5m da ambi i lati della linea centrale l'illuminamento non dovrà essere inferiore a 0,5 lx. Per vie e percorsi d'esodo di larghezza maggiore a 2m si devono considerare sottoinsiemi di percorsi di larghezza pari a 2m, oppure considerare l'utilizzo di illuminazione antipanico.
In conformità alla EN 12665, il rapporto tra valore minimo d'illuminamento ed il suo corrispettivo massimo non dev'essere inferiore a 1:40 sulla linea centrale della via d'esodo.
In termini di abbagliamento si dovranno seguire le prescrizioni riportate nel paragrafo 4.2.3 della UNI EN 1838.
La durata minima dell'illuminazione delle vie di esodo dovrà essere di almeno 1 h ed il 50% dell'illuminamento richiesto dovrà essere fornito entro 5s dalla mancanza della rete, ed il 100% entro 60s.
La resa cromatica dei colori degli apparecchi in emergenza non dovrà essere inferiore a 40.

3.10.3.4 *Illuminazione antipanico*

Per evitare che si crei del panico fra gli occupanti di spazi e aree estese, si dovrà fornire un illuminamento orizzontale al suolo minimo di 0,5 lx sull'intera area ad esclusione della fascia di 0,5m dal perimetro.
In conformità alla EN 12665, il rapporto tra valore minimo d'illuminamento ed il suo corrispettivo massimo non dev'essere inferiore a 1:40.
In termini di abbagliamento si dovranno seguire le prescrizioni riportate nel paragrafo 4.3.3 della UNI EN 1838.
La durata minima dell'illuminazione delle vie di esodo dovrà essere di almeno 1 h ed il 50% dell'illuminamento richiesto dovrà essere fornito entro 5s dalla mancanza della rete, ed il 100%

entro 60s.

La resa cromatica dei colori degli apparecchi in emergenza non dovrà essere inferiore a 40. L'illuminazione antipanico è richiesta nei servizi igienici per persone diversamente abili.

3.10.4 *Tipo di illuminazione (o natura delle sorgenti)*

Il tipo di illuminazione deve essere prescritto dall'Amministrazione appaltante, scegliendolo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- sorgenti a LED;
- a fluorescenza dei vari tipi;
- a ioduri metallici;
- a vapori di sodio;

In relazione all'efficienza degli apparecchi è preferibile l'utilizzo di fonti luminose a led, le quali hanno un ottimo rapporto lumen / W.
In ogni caso, i circuiti relativi ad ogni accensione o gruppo d' accensioni simultanee non dovranno avere un fattore di potenza a regime inferiore a 0,9 ottenibile eventualmente mediante rifasamento.

3.10.5 *Apparecchi di illuminazione*

Gli apparecchi devono essere dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Soltanto per ambienti con atmosfera pulita è consentito l'impiego d'apparecchi aperti con lampada non protetta.
Gli apparecchi devono essere in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.
Gli apparecchi illuminanti dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 60598-1, per gli apparecchi di illuminazione, e alla Norma UNI EN 60598-2-22 per gli apparecchi d'illuminazione in emergenza.
Gli apparecchi illuminati forniti dall'Amministrazione appaltante, qualora diversi in termini di marca e modello da quelli previsti nei computi metrici e/o elenco prezzi consegnati, dovranno comunque essere equivalenti, tuttalpiù con caratteristiche migliorative, rispetto a quelli previsti, nello specifico si dovranno considerare le seguenti caratteristiche:

- tipo di sorgente;
- tipo di posa;
- grado di protezione IP;
- caratteristiche dei materiali di cui è composto;
- ottica di emissione del flusso luminoso; flusso luminoso emesso dall'apparecchio; efficienza in termini di lm/W;
- indice di resa cromatica delle sorgenti;
- temperatura del colore della sorgente luminosa espressa in gradi Kelvin (K);
- vita attesa e mortalità degli apparecchi illuminanti in relazione al degrado del flusso luminoso emesso. Esempio: B10L80 50.000h = 80% del flusso luminoso emesso dagli apparecchi illuminanti dopo 50.000h di funzionamento, con una mortalità del 10% → su una fornitura di 100 apparecchi illuminati, dopo 50.000h di funzionamento n°10 apparecchi non funzionano più, mentre i restanti 90 sono funzionanti ed emettono l'80% del flusso luminoso rispetto al flusso emesso da un medesimo apparecchio di nuova fornitura.

Per poter modificare quanto contenuto nel Progetto Esecutivo, l'Appaltatore dovrà sottoporre a verifica tecnica eventuali proposte alternative a quanto previsto nel progetto. La variazione sarà approvata dalla Direzione Lavori impianti, se ritenuta conformi alle caratteristiche tecniche richieste. Ad ogni richiesta di variazione degli apparecchi illuminanti,

l'Appaltatore dovrà accompagnare la nuova verifica illuminotecnica.

3.10.6 *Ubicazione e disposizione delle sorgenti*

Particolare cura si dovrà porre all'altezza e al posizionamento d'installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo d'abbagliamento diretto e indiretto.
In mancanza d'indicazione, gli apparecchi di illuminazione si intendono ubicati a soffitto, con disposizione simmetrica e distanziati in modo da garantire l'uniformità della distribuzione dell'illuminamento sulle superfici richiesto dalle norme tecniche in vigore.
E' tuttavia consentita la disposizione d'apparecchi a parete (applique), per esempio, nelle seguenti circostanze:

- sopra i lavabi a circa 1,80 m dal pavimento;
- in disimpegni di piccole e medie dimensioni, sopra la porta;
- nei luoghi espressamente richiesti dal committente, sempre e quando tale installazione non provochi aggravi e/o pericoli in termini di sicurezza per le persone.

3.10.7 *Illuminamento delle superfici*

Per ogni ambiente o tipo di attività, deve essere calcolato e verificato l'illuminamento medio mantenuto richiesto dalla normativa tecnica in vigore; a tal fine saranno impiegati software certificati per la progettazione illuminotecnica, i quali tenendo conto:

- delle caratteristiche delle superfici della struttura;
- dei coefficienti di manutenzione della struttura;
- delle caratteristiche fisiche e fotometriche degli apparecchi illuminanti;
- del degrado nel tempo degli apparecchi illuminanti;
- permetteranno di verificare, in base alla disposizione in panta degli apparecchi, il numero degli apparecchi d'illuminazione necessari a soddisfare l'illuminamento medio richiesto nelle rispettive norme tecniche in vigore.

A corredo della documentazione progettuale, verranno consegnati i calcoli illuminotecnici eseguiti per ogni tipo di ambiente e/o attività oggetto di progettazione.

3.10.8 *Riduzione del flusso luminoso*

In alcuni casi particolari e per alcuni periodi, si può optare per una diminuzione il livello di illuminamento richiesto, sempre che questa diminuzione non crei aggravi e/o pericoli in termini di sicurezza per le persone.
Di seguito alcuni casi in cui di ritiene opportuno la diminuzione dell'illuminamento delle superfici:

- illuminazione notturna di una struttura: in cui non è necessario che il livello luminoso sia a regime per permettere al personale di servizio di adempiere alle mansioni di custode o guardiania; illuminazione di corridoi con scarsa presenza di persone: l'illuminazione può essere ridotta al fine di evitare consumi energetici inutili. In caso di presenza di persone tuttavia l'illuminamento dovrà essere innalzato ai livelli prestabiliti dalla normativa tecnica in vigore;
- locali con notevole contributo di luce naturale;
- locali chiusi senza finestre in condizioni di lavoro continuativo: l'illuminamento può essere diminuito dopo una certa ora del giorno, in corrispondenza del crepuscolo, per diverse ragioni di tipo fisico-patologico:
- in modo tale da non affaticare eccessivamente la vista dell'operatore;

data la mancanza di finestre, l'operatore non ha la concezione fisica del tempo, ed un illuminamento mantenuto prolungato nel tempo, a lungo andare, potrebbe creare alterazioni al bioritmo della persona, un corretto abbassamento dell'illuminamento mantenuto può diminuire questi effetti contribuendo al benessere dell'operatore.
I circuiti di alimentazione a servizio di questo tipo d'illuminazione dovranno essere diversi dagli altri circuiti d'illuminazione presenti nella struttura oppure il sistema d'illuminazione generale può essere dotato di un sistema di regolazione del flusso luminoso delle sorgenti. Gli apparecchi illuminanti a servizio dell'illuminazione ridotta possono essere dedicati al solo scopo d'illuminazione ridotta o possono essere parte integrante dell'illuminazione ordinaria.

3.11 GRUPPI DI CONTINUITÀ PER SERVIZI DI SICUREZZA (CPSS)

I gruppi di continuità per servizi di sicurezza dovranno essere conformi allo standard EN 50171.

I CPSS sono progettati per garantire l'alimentazione delle luci di emergenza nel caso di interruzione della normale alimentazione. A seconda della legislazione locale, è possibile che siano idonei a fornire l'alimentazione ad altre apparecchiature di sicurezza fondamentali, per esempio:

- circuiti elettrici di impianti automatici di estinzione incendi; sistemi cercapersone e impianti di segnalazione di sicurezza;
- apparecchiature di aspirazione fumi;
- sistemi di rivelazione di monossido di carbonio;
- speciali impianti di sicurezza relativi a edifici specifici, per es. zone a rischio elevato.

Le caratteristiche tecniche sono:

- involucro metallico IP20 conforme alla norma EN 60598-1;
- batteria in ricarica: 80% in 12 ore;
- protezione della batteria dai danni derivanti da inversione di polarità;
- protezione della batteria contro scariche profonde;
- batterie con una durata di vita prevista di 10 anni;
- progettato per la tenuta al 120% della carica nominale durante l'intero periodo di autonomia;
- rumorosità acustica: <62 dBA per potenze fino a 80kVA;
- tensione nominale ingresso rete alimentazione: 400 V (trifase + N);
- tolleranza di tensione ingresso per garantire la ricarica batteria: ±20%, fino a -40% al 50% della potenza nominale;
- tensione nominale bypass: tensione nominale di uscita ±15%;
- tensione nominale di uscita (selezionabile):380/400/415V;
- distorsione armonica di tensione inverter: < 1% su carico lineare < 5 o 7% su carico distorcente
- (EN 62040-3) in relazione alla potenza del CPSS;
- rendimento doppia conversione a pieno carico (modo normale): 96 o 92% in relazione alla potenza del CPSS;
- notifiche e contatti remoti specifici.

Oltre che la conformità alla EN 50171 i CPSS dovranno essere conformi a: Direttive europee relative alla marcatura CE.
2006/95/CE "Direttiva 2006/95/CE del Consiglio, del 16 febbraio 2007, riguardante il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione";
2004/108/CE "Per il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative alla compatibilità elettromagnetica.

Compatibilità elettromagnetica: EN 62040-2 (2a edizione) "Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)". Compatibilità elettromagnetica (Classe A);
Sicurezza:

EN 60950-1 Prescrizioni generali e di sicurezza per apparecchiature utilizzate in aree accessibili all'operatore;
EN 62040-1 Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree ad accesso limitato (con certificazione TÜV SÜD);
EN 50272-2 Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni;

EN 60896-1 Batterie di accumulatori stazionari al piombo. Prescrizioni generali e metodi di prova. Parte 1: Batterie del tipo a vaso aperto;
EN 60896-2 Batterie di accumulatori stazionari al piombo. Prescrizioni generali e metodi di prova. Parte 1: tipi regolati da valvola;
EN 60529 Gradi di protezione degli involucri;
Tipologia e prestazioni "Prescrizioni di prestazione e metodi di prova" EN 62040-3 Sistemi statici di continuità (UPS) Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova.

3.12 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LOCALI DA BAGNO DIVISIONE IN ZONE E APPARECCHI AMMESSI

Ai locali da bagno o docce si applicano le disposizioni contenute nella CEI 64-8/7 al paragrafo 701. vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

- zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando. Nella zona 0, possono essere installati solo apparecchi utilizzatori che contemporaneamente:
    - siano adatti all'uso in quella zona secondo le relative norme e siano montati in accordo con le istruzioni del costruttore;
    - siano fissati e connessi in modo permanente;
    - siano protetti mediante circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12Vca e a 30Vcc.;
- zona 1 - È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento finito e dalla superficie verticale circoscritta alla vasca da bagno o al piatto doccia senza piatto a 1,20m. dal punto centrale del soffione. Sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25Vca, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 60Vcc;
- zona 2 - È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, scaldabagno o apparecchi di illuminazione di Classe I e II, apparecchi di riscaldamento di Classe I e II ed unità di Classe I e II per vasche da bagno per idromassaggi che soddisfino le relative Norme;
- zona 3 - È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40m (e quindi 3m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IPX1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IPX5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:
    - bassissima tensione di sicurezza con limite 50V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
    - trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
    - interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30mA.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli

provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative, rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).
Collegamento equipotenziale nei locali da bagno.

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEI LAVORI – IMPIANTO TRASMISSIONE DATI

4.1 DESCRIZIONE IMPIANTO

Un sistema di cablaggio strutturato sarà previsto allo scopo di interconnettere tutti gli apparati di trasmissione di telefonia e dati, fornendo un'infrastruttura di rete aperta, gestibile e flessibile all'interno dell'edificio.
Il sistema, che sarà previsto per le aree oggetto del presente intervento, dovrà essere completo e perfettamente funzionante, interconnesso con il sistema esistente.
Il sistema sarà:

Cat.	Classe	Cavo	Frequenza [MHz]	Connettore	Standard Ethernet
6_A	E_A	U/FTP F/FTP	1÷500	8P8C (RJ45)	10GB BaseT

L'impianto di trasmissione dati incluso nel presente scopo prevederà la realizzazione della infrastruttura di rete (rack, patch panel, cavi e relative terminazioni), ma non la parte attiva (server, access point), che sarà gestita dal Committente. L'opera sarà comprensiva di riallaccio del sistema esistente.

4.2 NORMATIVE SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

Oltre alle considerazioni riportate al capitolo 2, il sistema dovrà essere conforme anche alle normative di seguito riportate:
Si dovrà ottemperare a tutte le norme applicabili e in particolare a quelle di seguito riportate:

- IEC 60332-1: Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions.
- IEC 61034-2: Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements.
- IEC 60754-1: Test on gases evolved during combustion of materials from cables.
- IEC 60794: Optical fibre cables.
- EN 60950: Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione.
- IEC 60794-1-2F5: Optical fibre cables - Part 1-2: Generic specification - Basic optical cable test procedures - General guidance (water penetration).
- EN 50174: Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio.
- ISO/IEC 11801: Standard: A reference Guide to the International Standard on Information Technology – Generic Cabling of Customer Premises/Ed..
- TIA/EIA TSB 67: Standard: Transmission Performance Specifications for Field Testing of Twisted
- Pair Cabling Systems.

4.3 CABLAGGIO DI DORSALE

Il cablaggio di dorsale comprenderà le dorsali di collegamento tra gli armadi permutatori principali dati/fonia e gli armadi permutatori di zona. Le dorsali di collegamento tra il "centro stella dati" ed i permutatori di zona dovranno essere realizzate con cavi a fibre ottiche o cavo in rame cat.6 secondo

progetto.

Saranno previsti i seguenti componenti:

- permutatore per cavi in fibra ottica;
- connettori di tipo “pigtails” ad entrambe le estremità;
- connessione tra i due armadi con cavo in fibra ottica;
- patch cord ottiche per gli armadi.

4.4 PERMUTATORE PER CAVI IN FIBRA OTTICA

Il permutatore per cavi in fibra ottica dovrà avere una struttura modulare scatolata in lamiera metallica verniciata di spessore
10/10 mm, la parte frontale dovrà essere provvista di supporto rack 19”, altezza 1U, 2U o 3U e predisposizione per accettare le bussole di connessione (di tipo pigtails LC-Duplex).
Sul retro dovrà essere corredato di un bocchettone pressacavo per il bloccaggio del cavo in fibra ottica e di appositi accessori per garantire il corretto posizionamento delle fibre.
Dovrà essere previsto un modulo permutatore distinto per ogni cavo attestato, in modo da individuare univocamente la tratta di cavo da asservire. Sulla parte frontale, in corrispondenza di ogni connettore dovrà essere posizionata un’etichetta identificativa della fibra attestata.
A corredo di ogni modulo permutatore ottico dovrà essere presente un pannello guida permute e le bretelle necessarie all’attestazione dei cavi agli apparati, secondo la configurazione di progetto effettuata.
Le bretelle di raccordo degli apparati dovranno essere dotate ai due estremi di connettori adeguati al connettore presente sugli apparati attivi. Ciascuna fibra della bretella dovrà avere le stesse caratteristiche del cavo multifibra utilizzato per le tratte dorsali.
Il pannello guida permute dovrà essere realizzato con canali fessurati in PVC applicati su una lamiera metallica adatta per essere installata su strutture 19”; al fine di garantire un corretto incanalamento delle bretelle di raccordo, dovrà essere installato parallelamente al di sotto di ogni singolo modulo permutatore.

4.5 CONNETTORI PER CAVI IN FIBRA OTTICA

I cavi a fibre ottiche dovranno essere attestati su appositi pannelli di permutazione installati all’interno dei singoli rack o armadi permutatori di zona tramite appositi connettori LC-Duplex.

4.6 CABLAGGIO ORIZZONTALE

Il cablaggio orizzontale comprenderà i collegamenti tra l’armadio permutatore di zona e le singole prese in campo. Sarà costituito dagli accessori di connessione di seguito riportati:

- patch panel posti nell’armadio di piano;
- cavi di collegamento tra patch panel e prese d’utente;
- connettori installati sulla presa utente;
- prese utente;
- bretelle di permutazione sia lato armadio che lato prese utente.

In base al tipo di schermatura sarà previsto un cablaggio di tipo:

- UTP (Unshielded Twisted Pair) – Non schermato;
- STP (Shielded Twisted Pair) – Schermato;
- FTP (Foiled Twisted Pair) – Schermato in lamina di alluminio.

4.7 ARMADI DI PERMUTAZIONE

Gli armadi dovranno essere costituiti da una struttura esterna in lamiera d'acciaio passivata, pressopiegata ed elettrosaldata e da una struttura interna costituita da quattro montanti mobili in tecnica rack 19". Essi dovranno inoltre essere dotati di zoccolo metallico.
Per permettere un assemblaggio standard sia per quanto riguarda il fissaggio dei pannelli permutatori che per gli apparati, i montanti mobili dovranno essere preforati con passo modulare pari ad 1 unità.
Il dimensionamento degli armadi dovrà garantire il contenimento degli apparati attivi e di tutti i dispositivi di attestazione considerando una riserva di spazio sufficiente per future espansioni della rete.
Le caratteristiche di riferimento degli armadi da impiegare sono di seguito riportate:
• dimensioni 800x800 mm di base per altezza 2100 mm;
• capacità minima 42 unità;
• carico minimo 500 kg;
• feritoie sia alla base degli sportelli laterali, sia sul cappello, per consentire la ventilazione interna naturale o forzata;
• asole per il passaggio dei cavi sulla base e sulla copertura superiore, con chiusura tramite piastra di tamponamento o spazzole passacavi;
• possibilità di arretrare in profondità i montanti di supporto della struttura rack 19" (per ottimizzare il posizionamento degli apparati a struttura sporgente o per lasciare lo spazio necessario ai permutatori);
• pannellature laterali cieche asportabili sinistro/destro/retro provviste di serratura, per facilitare, ove necessario, l'assemblaggio di armadi affiancati e l'interconnessione di apparati;
• porta frontale trasparente in vetro temperato di sicurezza con incernieramento a chiavistello, per facilitarne la rimozione e meccanismo di chiusura multiplo a tre punti (centro/alto/basso) completo di maniglia e chiave;
• gole verticali frontali per la gestione cavi;
• possibilità di montare dei ripiani per sostenere apparati sprovvisti delle alette di fissaggio in tecnica 19";
• rastrelliera interna per fissaggio cavi;
• elementi meccanici costituenti l'armadio provvisti di accessori per la connessione costante al conduttore di protezione di terra;
• equipaggiamento strisce di alimentazione come sotto riportato:
6 prese tipo universale (Schuko + bipasso italiano) 16 A, spezzone di cavo flessibile di sezione 3G2,5 mm2 e spina di alimentazione tipo industriale serie IEC 309 16A 2P+T 230 V;
• certificazione CE;
• gruppo di ventilazione composto da quattro ventole a basso rumore (per gli armadi destinati al contenimento degli apparati attivi);
• sonde di temperatura, umidità e scuotimento predisposte per collegamento al sistema di supervisione.
Dal basso verso l'alto, un armadio potrà contenere:
• pannelli per l'attestazione della fibra ottica;
• spazio dedicato agli apparati attivi per lo smistamento del traffico (switch);
• permutatori riservati alla distribuzione orizzontale (ciascuna coppia di permutatori dovrà essere seguita da un solo pannello guida-cavi da 1 U).

4.8 BRETELLE FTP 6A RJ45-RJ45

Le bretelle RJ45-RJ45 saranno di tipo pre-assemblato e saranno utilizzate come:
• cordoni di permutazione;
• connessioni tra apparato utente e presa telematica.

Dovrà essere fornita una bretella FTP completa di connettore per ogni presa telematica in campo e su pannello di permutazione.
In generale saranno previste lunghezze da 1÷5 m lato rack e lunghezze da 3÷7 m lato campo. CPR Cable EuroClass: Cca-s1-d1-a1.

4.9 PERMUTATORE (COPPER PATCH PANEL)

Il permutatore sarà costituito da un pannello di Categoria 6A di tipo RJ45 modulare, cioè composto da un pannello base sul quale sono inseriti i singoli moduli RJ45; esso sarà utilizzato per l'attestazione di cavi di Categoria 6A. Pannello base e moduli RJ45 dovranno essere dello stesso Costruttore.
Il singolo modulo permutatore avrà una struttura modulare in lamiera metallica verniciata, parte frontale provvista di supporto per rack 19" e predisposizione per 24/48 connettori modulari.
Il raggio di curvatura del cavo non dovrà mai essere inferiore a quattro volte il diametro esterno del cavo stesso.
La parte frontale del pannello dovrà esser in grado di alloggiare etichette per la numerazione delle porte. I connettori e/o i supporti dovranno infatti essere identificati con un mix di numeri e lettere, in modo tale da poter individuare con facilità la posizione (edificio, piano, area di lavoro); la stessa numerazione dovrà essere riportata sulla presa permutatore corrispondente, sugli estremi dei cavi e sui connettori installati sulla presa d'utente.
A corredo di ogni modulo permutatore dovrà inoltre essere fornito un dispositivo per l'ordinato fissaggio dei cavi (pannello guida permute).
Il pannello guida permute sarà realizzato con una barra posteriore di raccolta dei cavi, oppure con un pianale plastico o di metallo asolato atto alla fascettatura dei cavi oppure con anelli in metallo o in PVC applicati su una lamiera metallica

4.10 CAVO A 4 COPPIE FTP DI CAT. 6A

Il cavo di collegamento tra il permutatore di zona e la presa telematica, dovrà essere a tratta unica e senza interruzioni intermedie.
La lunghezza massima della diramazione dovrà essere di 90 m indipendentemente dalla tipologia di cavo utilizzato.
Per quanto riguarda le bretelle di permutazione, sia dal lato armadio che postazione di lavoro, la loro lunghezza non dovrà eccedere i 5 m per bretella e i 10 m nella sommatoria.
CPR Cable EuroClass: Cca-s1-d1-a1.

4.11 MODULI RJ45 FTP CAT.6_A

Le prese per il cablaggio Classe EA FTP saranno di tipo modulare RJ45 in Categoria 6A. I moduli RJ45 saranno utilizzati sui permutatori che sulle prese telematiche installate in campo. I connettori RJ45 dovranno inoltre essere provvisti di sistema di connessione delle coppie in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact) e riportare entrambe le sequenze di terminazione.
Le prese RJ45 dovranno essere di tipo "lead frame" (contatti in pezzo unico, senza saldature e circuiti stampati), dovranno facilitare il rispetto del limite massimo di sbinatura delle coppie (eliminare la torcitura dei conduttori) come richiesto dalle norme; la loro installazione infine dovrà facilitare il rispetto del minimo raggio di curvatura ammissibile per il cavo.

La presa dovrà avere uno spazio dedicato alla collocazione di etichette identificative per ogni singola utenza, con un criterio univoco nell'intera rete.

4.12 PUNTI PRESA IN CAMPO

La connessione delle apparecchiature in campo sarà realizzata attraverso i moduli indicati precedentemente.
Ogni punto sarà installato all'interno di una scatola di derivazione equipaggiata con una placca frontale, aventi grado di protezione adatto al luogo di installazione.
In generale, saranno previsti i seguenti punti presa:
• postazione di lavoro ..... n.2 prese RJ45
• postazione stampante ..... n.2 prese RJ45
• access point ..... n.1 presa RJ45

4.13 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Nel realizzare il sistema di cablaggio strutturato si dovrà tenere presente quanto precisato dagli standard europei sull'immunità da emissioni elettromagnetiche. In fase di realizzazione si dovrà tenere in conto di questi accorgimenti, in modo da preservare quanto più possibile l'integrità dei segnali da interferenze e disturbi sia interni che esterni nei confronti delle linee di trasmissione.

4.14 MESSA A TERRA

Le connessioni alla rete di terra saranno eseguite attraverso barre di rame stagnato poste all'interno degli armadi.
A tali barre faranno capo le calze e/o schermi dei cavi costituenti la rete di trasmissione dati/fonia. All'interno degli armadi tutte le parti metalliche dovranno essere collegate alla barra di terra.

L'armadio dovrà essere equipaggiato con un kit di messa a terra fornito dal Costruttore e presenterà un morsetto di terra che dovrà essere congiunto al nodo equipotenziale più vicino, tramite un conduttore di rame rivestito in plastica con colorazione giallo-verde e di diametro non inferiore a 4 mm2.

Le canalizzazioni metalliche dovranno essere messe a terra secondo le prescrizioni del costruttore. I morsetti di terra dovranno poi essere connessi al nodo equipotenziale di zona, tramite conduttori in rame rivestiti in plastica con colorazione giallo-verde, di diametro del conduttore non inferiore a 4 mm2.

5. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

5.1 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.
Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*: in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.
Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

5.2 CAMPO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico dovrà essere realizzato utilizzando moduli fotovoltaici:

- certificati IEC 61215 e Classe II;
- assemblati con celle di silicio monocristallino;
- composizione vetro-tedlar con cornice;
- J-box sul retro;
- Cavi precablati sez min 2,5 mm2;
- Connettori preintestati tipo MC o Tyco;

I moduli fotovoltaici proposti saranno con celle in silicio monocristallino. I moduli avranno una struttura superiore in vetro e relativa cornice in alluminio e saranno dotati di scatola di giunzione con diodi di by-pass e connettori di collegamento.
La scelta dei moduli proposti garantirà il grado di assoluta affidabilità, durata e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento.

I moduli fotovoltaici previsti saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie. Saranno assemblati con celle di silicio cristallino. I cavi forniti a corredo dovranno essere del tipo precablati sez min 2,5 mm2 completi di connettori preinnestati. Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.
La consistenza dei singoli campi elettrici (numero dei moduli collegati in serie per costituire le singole stringhe e numero di stringhe collegate in parallelo all'interno dei rispettivi inverter) sono riportati negli elaborati grafici.
Le stringhe che costituiscono l'impianto saranno formate da un adeguato numero di moduli in serie in modo da accoppiarsi con il convertitore soddisfacendo alle seguenti disuguaglianze:

- Vgen max (+70°C) < Vinv MPPT min
- Vgen min (-10°C) < Vinv MPPT max
- Voc max (-10°C) < Vinv MPPT min

Inoltre dovrà essere verificato che:

- Voc max (-10°C) < Vmax sistema

Saranno da preferire composizioni di stringhe con un numero elevato di moduli in modo da contenere le correnti totali. La sezione dei cavi di stringa non deve essere inferiore ai 2,5 mm2

Certificazione dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici debbano essere provati e verificati da laboratori accreditati per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, da organismi di certificazione appartenenti ad EA (European co-operation for Accreditation) o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento con EA o in ambito ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation).
Ai fini dell'esecuzione delle prove di tipo per la verifica dei moduli fotovoltaici si fa riferimento alle seguenti normative:
- la normativa CEI EN 61215, ivi comprese varianti, aggiornamenti ed estensioni successive alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare i moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri, ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo;
- la normativa CEI EN 61646, ivi comprese varianti, aggiornamenti ed estensioni successive alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri, ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo;
- la normativa CEI EN 62108, ivi comprese varianti, aggiornamenti ed estensioni successive alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV), ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo.
Per comprovare l'avvenuta certificazione, qualora il GSE lo richieda, è necessario inviare uno dei seguenti documenti (redatti in lingua italiana o inglese):
- il certificato di approvazione di tipo, rilasciato direttamente da un laboratorio di prova accreditato, in seguito all'esecuzione delle prove descritte nella normativa di riferimento sopra riportata;
oppure
- il certificato di conformità, rilasciato da un Organismo di certificazione, in seguito a prove di tipo eseguite presso un laboratorio di prova accreditato. In questo caso il certificato deve contenere indicazioni in merito al laboratorio che ha effettuato le prove e deve riportare il numero del rapporto di prova del modulo. I moduli devono risultare prodotti nel periodo di validità del certificato.

5.3 STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione secondo progetto e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.
Il collegamento meccanico tra i vari moduli e tra questi e le strutture metalliche secondarie di sostegno, verranno effettuati mediante staffe e profili in alluminio anodizzato con bulloneria in acciaio zincato.
Le strutture dovranno svolgere la loro funzione per tutti gli anni di vita degli impianti che sono stimati attorno ai 25-30 anni.

I criteri di dimensionamento delle strutture di supporto dei moduli devono essere eseguiti secondo le Norme CNR-UNI, circolari ministeriali ecc. per quanto riguarda le azioni del vento, della neve e gli stress termici e secondo le Norme vigenti per quanto riguarda le sollecitazioni sismiche.
Eventuali riduzioni dei valori di riferimento nelle azioni rispetto ai valori fissati dalla normativa devono essere esplicitamente segnalate ed approvate in sede di esecuzione dalla Direzione Lavori e dalla Committenza.

5.4 GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.
Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

5.5 CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
Tipo FG16(O)M se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
Conduttore di fase: grigio / marrone
Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

5.6 QUADRI ELETTRICI

Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e controllo dei dati in uscita dal generatore.

Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

Il quadro di interfaccia assolverà la funzione di:

- protezione e sezionamento elettrico di ognuno dei convertitori dell'impianto (interruttori automatici);
- protezione delle linea trifase da sovratensioni indotte (scaricatori) in ingresso lato rete;
- realizzare il parallelo elettrico tra i convertitori in modo che siano distribuiti sulle 3 fasi del sistema di distribuzione
- protezione di interfaccia verso la rete elettrica (relè di protezione di max, min tensione e
- frequenza + dispositivo di interfaccia) conforme alle prescrizioni della normativa vigente
- nodo equipotenziale di terra

Il quadro elettrico verrà certificato e marchiato dal costruttore come AS o ANS secondo le norme CEI 17-11 e CEI 23-51 dove applicabili. Sull'involucro esterno verrà posto il marchio CE.
Il quadro di interfaccia sarà costituito da shelter in vetroresina o materiale termoplastico autoestinguente con grado di protezione esterno almeno IP 4x, grado di protezione interno IP 20, con porta incernierata con riquadro in vetro e chiusura con chiave triangolare. Il montaggio di ogni componente dovrà essere tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione come richiesto dalle norme CEI 17-13. Il fissaggio deve essere previsto a parete sulla muratura di recinzione del lastrico solare al di sotto della pensilina di camminamento, in prossimità degli inverter e secondo le posizioni indicate negli elaborati di progetto.

5.7 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

5.8 SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il generatore fotovoltaico sarà dotato di sistema di controllo e monitoraggio per permette, a mezzo applicazione e/o software di remotzzazione, l'interrogazione in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter presente.
Dovrà essere inoltre in grado di memorizzare e gestire eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche di periodi liberamente definibili dall'utente.

5.9 VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto sarà realizzato con componenti con cui, nella fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

5.10 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

Moduli fotovoltaici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Altri componenti degli impianti fotovoltaici

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto

in condizioni ambientali naturali;
CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

Progettazione fotovoltaica

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

Impianti elettrici e fotovoltaici

CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso < = 16 A per fase);
CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

5.11 FINE LAVORI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

6. PREDISPOSIZIONE EVACUAZIONE SONORA

6.1 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

L'appalto prevede la realizzazione di un impianto di diffusione sonora di evacuazione (EVAC), che permette anche la diffusione di messaggi di emergenza pre-registrati o vocali da postazioni microfoniche, musica ed eventuali comunicazioni di servizio. Tale impianto dovrà essere realizzato in conformità alle norme UNI 7240-19, EN54 e UNI9795:2013.
Le caratteristiche e consistenza dell'impianto dovranno rispondere alle prescrizioni della relazione tecnica specialistica per l'impianto in oggetto, tavole grafiche e schema unifilare, facenti parte integrante della documentazione di appalto e a quanto nel seguito specificato.

6.2 CANALIZZAZIONI

Le nuove tubazioni previste per la posa dei cavi di distribuzione dell'impianto EVAC dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Materiale: PVC rigido autoestinguente prive di alogeni.
- Resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 850° C (prova del filo incandescente).
- Grado di protezione: IP40.

- Grado di resistenza meccanica all'urto: 3 joule a temperatura ambiente.
- Temperatura di esercizio: -5°C +90° C.
- Conformità alla Norma CEI 23-80 e 23-81.
- Approvazione IMQ.
- Marcatura : CE.

Le tubazioni di nuova realizzazione dovranno essere fissate alle murature a vista, sopra i controsoffitti esistenti, utilizzando sistemi di fissaggio in acciaio (collari, viti e tappi ad espansione), non sono ammessi sistemi di fissaggio in PVC (collari, attacchi rapidi, tappi ad espansione).
In ogni caso l'installazione delle tubazioni e scatole di distribuzione principale dovranno garantire un grado minimo di protezione pari ad almeno IP40. I tubi dovranno essere posati in modo tale da assicurare una agevole sfilabilità dei cavi in essi contenuti, le curve dovranno essere eseguite a largo raggio, evitando per quanto possibile percorsi a "S".
In caso le tubazioni, necessari alla posa dei cavi di collegamento del nuovo impianto EVAC, debbano attraversare compartimenti antincendio e/o strutture con particolari caratteristiche di resistenza al fuoco, sarà a cura dell'installatore il ripristino del grado di resistenza al fuoco REI della parete e/o solaio forato.
L'appaltatore, prima dell'applicazione, dovrà sottoporre all'approvazione del tecnico incaricato dalla proprietà alla certificazione delle strutture di compartimentazione, le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare per ripristinare le strutture di compartimentazioni.
Le cassette di derivazioni dovranno essere in materiale termoplastico a base di PVC di tipo auto estinguente ed in grado di poter sopportare senza danneggiarsi temperature comprese tra -5 e 50 gradi centigradi.

6.3 LINEE DI INTERCONNESSIONE

Le linee di interconnessione previste per la realizzazione del sistema EVAC, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco, come previsto dalla norma UNI9795:2021 e UNI 7240-19:2010.
I cavi previsti per il collegamento degli altoparlanti saranno di tipo specifico per impianti di evacuazione sonora, come descritto nel capitolo specifico del presente capitolato d'appalto, in particolare i cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- cavo multipolare resistente al fuoco per impianti EVAC;
- isolante XLPE;
- conduttore flessibile in rame rosso elettrolitico classe 5;
- protezione al fuoco : fasciatura a nastro di mica-vetro;
- protezione al fuoco : PH120;
- marcatura : IEMMEQU / CE.

• CENTRALE IMPIANTO

Le centrali di zona dell'impianto dovranno essere conformi alla norma EN 54-16, e dovranno garantire le seguenti funzioni e prestazione:

- devono disporre di sistema di rilevazione e avviso anomalie con:
- controllo del percorso del segnale audio di evacuazione;
- controllo dei microfoni di evacuazione;
- controllo dei messaggi di evacuazione memorizzati;
- controllo degli amplificatori primari e di riserva;
- controllo dell'alimentazione primaria e di emergenza;
- controllo delle linee di altoparlanti (cortocircuito, interruzione linea, dispersione verso terra)
- Le anomalie devono essere segnalate da avvisatori luminosi e acustici;
- La fonte di alimentazione secondaria deve essere certificata EN54-4;
- Indicatori di stato:
- o ROSSO : Emergenza in corso;
- o GIALLO: Guasto (Fault) generico, guasto di sistema CPU, linee diffusori, alcune zone
- o funzioni disabilitate;
- o VERDE: Alimentazione presente, primaria e secondaria.
- Tempi di reazione:

  Entro 3 sec : ricezione ed attivazione dall'allarme inviato manualmente o da sistema rivelazione incendi.

- Entro 100 sec: Segnalazione qualsiasi guasto
- Entro 2 sec: Visualizzazione di operazione di invalidità di zona o funzione
- Entro 10 sec: Sostituzione di amplificatore guasto con riserva (se presente).
- Le centrali dovranno contenere al suo interno le seguenti apparecchiature e dispositivi:
- Apparecchiatura di controllo e visualizzazione;
- Preamplificatore e lettore di messaggi preregistrati;
- Amplificatori di potenza per linee altoparlanti a 100V;
- Contatti di segnalazione anomalia verso centrale di rivelazione incendi;
- Sistema monitoraggio microfoni;
- Terminatori per il controllo delle linee altoparlanti.
- Monitoraggio dello stato del sistema e contatti remoti di avvio messaggi preregistrati
- Sistema di alimentazione e relativo controllo a norma EN54-4.

Il contenitore deve essere di costruzione robusta coerente con il metodo di installazione e deve avere grado di protezione almeno IP30.
Il sistema certificato EN 54-16 deve essere testato da un Ente terzo autorizzato che ne rilascia il certificato, da consegnare assieme all'apparecchiatura, e deve essere sottoposto a ispezioni di produzione annuali.

• ALIMENTATORE SUPPLEMENTARE

Gli alimentatori supplementari devono essere conformi alla norma EN54-4. Il sistema deve commutare automaticamente l'alimentazione primaria in alimentazione di emergenza in caso di mancanza di alimentazione primaria.
L'alimentatore/caricabatterie deve garantire le seguenti prestazioni e caratteristiche:

- ricaricare le batterie all'80% in 24 ore e al 100% in 72 ore
- controllare la temperatura delle batterie
- l'alimentatore/caricabatterie deve controllare i fusibili
- segnalare ogni anomalia direttamente sul pannello o sulla centrale di controllo
- l'involucro di contenimento deve essere minimo IP30
- essere testato da un Ente terzo autorizzato che ne rilascia il certificato e deve essere sottoposto a ispezioni di produzione annuali
- ogni apparecchiatura di alimentazione e caricabatteria deve riportare l'indicazione con il numero dell'Ente certificatore, l'anno di ottenimento, numero del certificato, normativa relativa (es: EN54-4) ed eventuali caratteristiche opzionali.

Il costruttore deve fornire il certificato CPR (Construction Product Regulation) ex CPD, ed il certificato DOP (Declaration of Performance) in allegato alle istruzioni o inserito nell'imballo.

• BASE MICROFONICA VIGILI DEL FUOCO

La postazione microfonica dei Vigili del Fuoco deve essere costituita da robusto contenitore metallico di colore rosso, al cui interno è installate una stazione per annunci monitorata e con funzioni di controllo in conformità alla norma EN 54-16 e microfono palmare con cavo spiralato.
La base microfonica deve essere completa di pannello con tasti di comando programmabili per l'invio di annunci microfonici verso zone o gruppi di zone, il controllo di volume in gruppi di zone etc. Deve inoltre prevedere l'accesso alle funzioni di emergenza per l'invio di comunicati preregistrati oppure microfonici tramite tasti dedicati oppure accesso tramite password.
Deve essere inoltre dotata di display LCD retroilluminato per indicazioni relative al funzionamento del sistema, tastierino numerico per annunci selettivi.
Anche in caso di regolare funzionamento, l'attivazione del comando di emergenza deve determinare la priorità di azionamento della postazione VV.FF. su eventuali basi microfoniche attive o messaggi diffusi in quel momento.

• MESSA IN SERVIZIO DELL'IMPIANTO

L'attivazione e messa in servizio dell'impianto deve essere eseguita da personale qualificato e con esperienza relativa ai particolari requisiti del sistema e possibilmente da personale del produttore del sistema stesso o da esso indicato, ottimizzando in tal modo sia i tempi di attivazione che della successiva taratura e regolazione dell'intero sistema EVAC.
Devono essere almeno verificate e registrate le seguenti condizioni:

- tempo che impiega il sistema ad effettuare una trasmissione di un messaggio di allarme,

sia in modalità manuale che automatica in seguito al ricevimento di un segnale da un sistema fisso di rivelazione d'incendio o da un altro sistema fisso di rivelazione;

- Tutte le funzioni non d'emergenza sono disabilitate durante il funzionamento d'emergenza nelle zone di altoparlanti nel corso dell'evacuazione;
- Il sistema è in grado di trasmettere segnali d'allarme e messaggi in una o più aree simultaneamente;
- Sono soddisfatti i requisiti di intelligibilità del parlato;
- Gli apparati di controllo e comando del sistema non sono accessibili a persone non autorizzate.
- Il livello di rumore ambientale in prossimità del microfono d'emergenza non sia maggiore di 70dB;
- L'accesso ai controlli e agli indicatori non è ostruito;
- La posizione degli apparati di controllo e comando del sistema presentano un basso rischio per le apparecchiature e il personale in caso d'emergenza.
- Nella posizione degli apparati di controllo e comando del sistema non vi sono sorgenti di innesco incendio e materiali combustibili;
- Il funzionamento delle apparecchiature di controllo e di segnalazione non impedisca l'evacuazione dell'edificio.
- Le indicazioni visibili rimangono facilmente distinguibili in condizioni di luce ambientale;
- La capacità della sorgente di alimentazione d'emergenza è uguale o maggiore ai requisiti calcolati;
- L'interruzione del collegamento di comunicazione fra il sistema di rivelazione d'emergenza e il sistema EVAC è segnalata come un guasto;
- Sono disponibili informazioni sul posto per consentire di esaminare i guasti ed effettuare le riparazioni;

- Le istruzioni di funzionamento sono disponibili sul posto.

E' inoltre necessario effettuare delle accurate misure preliminari, prima di procedere con la fase di allacciamento delle linee dei diffusori acustici alla centrale di controllo audio, per salvaguardare gli amplificatori da eventuali anomalie impiantistiche. La misura del carico e l'eventuale dispersione a terra di ciascuna linea permettono di verificare la corretta connessione dei diffusori.
Al termine dell'attivazione e collaudo dell'impianto dovrà essere rilasciato apposito verbale in cui dovranno essere riportati tutti gli esiti delle verifiche e i risultati delle misure effettuate. Il documento dovrà essere allegato alla documentazione finale.