



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

AREA TECNICA

P.I. 00754150100 - Via Balbi 5 - 16126 Genova - pec protocollo@pec.unige.it - area.tecnica@unige.it

OGGETTO

**PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE TERMOFRIGORIGENA
A SERVIZIO DELL'ALBERGO DEI POVERI**

CODICE EDIFICIO

16125-01-01

UBICAZIONE

Genova
Piazzale Emanuele Brignole 2

OGGETTO DELLA TAVOLA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE SECONDA

SCALA

-



DIRETTORE TECNICO
ING. FEDERICO VALSUANI

SAIC Ingegneria srl
Galleria Mazzini 1/10
16121 Genova, Italy
C.F. e P.I. 02715980997

Federico Valsuani
DOTT. ING. FEDERICO VALSUANI
N° 9251A
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ING. FEDERICO VALSUANI
ING. ANDREA ORSI
ING. FABRIZIO COGORNO

TIPO DI TAVOLA

LIVELLO
PROG. ESECUTIVO

n° PROGETTO
179

DATA
06/11/2024

REVISIONE
01

N. TAVOLA
L02

Sommario

1	INTRODUZIONE	6
2	ELABORATI DI PROGETTO	6
IMPIANTI MECCANICI		
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
	3.1 <i>NORME GENERALI</i>	8
	3.2 <i>NORME DI SETTORE.....</i>	9
4	DATI TECNICI GENERALI DI PROGETTO.....	9
	4.1 <i>CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE</i>	9
	4.2 <i>VELOCITÀ DEI FLUIDI.....</i>	10
	4.3 <i>TEMPERATURE DEI FLUIDI</i>	10
5	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	10
	5.1 <i>MESSA A PUNTO DELLE APPARECCHIATURE</i>	11
	5.2 <i>PROGETTO COSTRUTTIVO DI CANTIERE</i>	11
	5.3 <i>TARGHETTE E FASCE DI RICONOSCIMENTO.....</i>	11
6	NUOVA CENTRALE TERMOFRIGORIGENA.....	12
7	COMPONENTI SPECIFICI	13
8	COMPONENTI GENERICI.....	14
	8.1 <i>TUBAZIONI E LINEE</i>	15
	8.2 <i>ISOLAMENTI TERMICI ED ANTICONDENSA</i>	21
	8.3 <i>ELETTROPOMPE.....</i>	23
	8.4 <i>ACCUMULI E VOLANI TERMICI.....</i>	24
	8.5 <i>VALVOLAME IMPIANTI IDRONICI.....</i>	25
	8.6 <i>COMPONENTI INAIL.....</i>	27
	8.7 <i>ANTIVIBRANTI E COMPENSATORI DI DILATAZIONE.....</i>	28
	8.8 <i>COMPONENTI DI LINEA NEI CIRCUITI IDRONICI.....</i>	28
	8.9 <i>COMPONENTI LINEE GAS.....</i>	30

8.10	IMPIANTO DI ESPULSIONE DEI FUMI.....	30
8.11	TRATTAMENTO ACQUA	30
8.12	STRUMENTI DI MISURA E CONTROLLO.....	31
9	PROVE E COLLAUDI.....	34
9.1	BILANCIAMENTI E TARATURE	34
9.2	INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FRIGORIFERI E/O IN POMPA DI CALORE	34
9.3	IMPIANTI IDRONICI E DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.....	35
9.4	TERMOREGOLAZIONE.....	36
9.5	PROVE ACUSTICHE	37
10	DOCUMENTAZIONE FINALE E FINE LAVORI	37
11	ELENCO MARCHE.....	39

IMPIANTI ELETTRICI

12	CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI.....	40
12.1	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI.....	40
12.2	CAVI	51
12.3	RIFASAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	56
12.4	POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI	57
12.5	DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	60
12.6	DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER IMPIANTI PER SERVIZI TECNOLOGICI E PER SERVIZI GENERALI 64	
12.7	CABLAGGIO STRUTTURATO RETI LAN.....	65
12.8	PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO TELEFONICO.....	72
12.9	IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	72
13	QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESECUZIONE DEI LAVORI VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI.....	74
13.1	QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	74
13.2	ESECUZIONE DEI LAVORI.....	78

13.3	VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI.....	79
14	CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO.....	79
14.1	DISPOSITIVO PER IL CONTROLLO DELL'ISOLAMENTO NELLE RETI A NEUTRO ISOLATO PER SISTEMI IT	79
14.2	VERIFICA PER LA MESSA IN SERVIZIO DI UN IMPIANTO ELETTRICO.....	81
14.3	COLLAUDO	86
14.4	ART. A8: COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI E GARANZIA	87
15	CONTENUTI TECNICI DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	90
	STRUTTURE	
16	PREMESSA.....	90
17	ACCETTAZIONE, QUALITÀ, PROVVISTA E IMPIEGO DEI MATERIALI.....	90
17.1	PROCEDURE E PROVE SPERIMENTALI D'ACCETTAZIONE.....	91
18	SABBIE, GHIAIE, PIETRE NATURALI, MARMI	92
18.1	SABBIE.....	92
18.2	AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DEL CALCESTRUZZO DEL CALCESTRUZZO	93
18.3	PIETRE NATURALI.....	95
18.4	PIETRE DA TAGLIO	96
18.5	MARMI.....	96
19	ACQUA, CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, SPECIALI E SINTETICI	96
19.1	ACQUA PER COSTRUZIONI.....	96
19.2	ACQUA PER PULITURE	96
19.3	CALCE.....	96
19.4	LEGANTI IDRAULICI.....	97
19.5	CEMENTI E AGGLOMERATI CEMENTIZI	97
19.6	PRODOTTI DISARMANTI	99
19.7	RESINE SINTETICHE.....	100
19.8	RESINE ACRILICHE.....	100

19.9	RESINE EPOSSIDICHE.....	100
19.10	RESINE POLIESTERE.....	100
19.11	LATERIZI	100
19.12	BLOCCHETTI IN CLS	101
19.13	PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, ADDITTIVI).....	102
19.14	SIGILLANTI.....	102
19.15	ADESIVI	102
19.16	ADDITTIVI.....	103
19.17	COLORI E VERNICI	104
20	MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	105
20.1	MATERIALI FERROSI.....	105
20.2	FERRO	105
20.3	ACCIAIO TRAFILATO LAMINATO	105
20.4	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	105
20.5	ACCIAIO PER CARPENTERIA	106
20.6	BULLONERIA E CONNETTORI A TAGLIO	110
20.7	ACCIAIO FUSO IN GETTI	111
20.8	GHISA.....	111
20.9	METALLI VARI	111
20.10	ACCIAIO DEL TIPO COR-TEN.....	111
21	LEGNAMI.....	114
22	CALCESTRUZZO.....	115
23	NEOPRENE PER APPOGGI.....	116
24	MODALITA' ESECUTIVE	117
24.1	NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	117
24.2	DIREZIONE LAVORI.....	117
1.	LAVORI PRELIMINARI.....	118

24.3	OPERE PROVVISORIALI E DI PROTEZIONE	118
25	DEMOLIZIONI	119
25.1	DEMOLIZIONE STRUTTURE	119
26	INTONACI E COLORITURE	119
26.1	RAPPEZZO DI INTONACO	120
26.2	INTONACI E COLORITURE.....	122
27	SCAVI	124
27.1	SCAVI DI SBANCAMENTO.....	124
27.2	SCAVI DI FONDAZIONE O IN TRINCEA.....	124
28	FONDAZIONI SUPERFICIALI CONTINUE-PLATEA.....	125
28.1	POSA IN OPERA E CRITERI DI ESECUZIONE	125
28.2	MURATURE IN PIETrame A SECCO	126
29	ABBATTIMENTO ALBERI E ARBUSTI	126
29.1	MESSA A DIMORE DELLE PIANTE.....	127

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce il capitolato speciale di appalto parte tecnica e relaziona circa le prestazioni degli impianti meccanici, elettrici e strutturali dei componenti pervisti per la realizzazione della nuova centrale termofrigorigena al servizio delle residenze per studenti universitari, biblioteca e relativi servizi all'interno della struttura Albergo dei Poveri dell'Università degli Studi di Genova nonché dei materiali edili per l'approntamento dell'area.

2 ELABORATI DI PROGETTO

numero	numero elaborato	descrizione	scala	revisione
1	A00	ELENCO DOCUMENTI		01
2	A01	RELAZIONE GENERALE		01
3	B03	RELAZIONE TECNICA STRUTTURE		01
4	B04	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI		01
5	B06	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI		01
6	C01	ELENCO ELABORATI GRAFICI		01
7	C02	RELAZIONE FOTOGRAFICA		00
8	D01	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		01
9	D02	RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI		01
10	D03	RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI		01
11	E01	PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI		01
12	F01	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO		01
13	G01	COMPUTI METRICO ESTIMATIVO		01
14	G02	QUADRO ECONOMICO		01
15	H01	CRONOPROGRAMMA		01
16	I01	ELENCO DEI PREZZI UNITARI		01
17	I02	ANALISI DEI NUOVI PREZZI		01
18	I03	STIMA INCIDENZA MANODOPERA		01
19	I04	LISTA PER L'OFFERTA		01
20	L01	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE PRIMA		01
21	L02	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA		01
22	M01	RELAZIONE CAM		01
ELABORATI GRAFICI ARCHITETTONICI				
23	A2.00	STRALCIO 2 - STATO ATTUALE - PIANTA PRIMO E SECONDO LIVELLO	1:50	01
24	A2.01	STRALCIO 2 - PROGETTO - PIANTA PRIMO E SECONDO LIVELLO	1:50	01
25	A2.02	STRALCIO 2 - PROGETTO - SEZIONI 1 E 2 PROSPETTO	1:50	01
26	A2.03	STRALCIO 2 - RAFFRONTI	1:100	

numero	numero elaborato	descrizione	scala	revisione
ELABORATI GRAFICI STRUTTURALI				
27	S2.01	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - INTERVENTI D: NUOVO BASAMENTO E MURO DI SOSTEGNO IN C.A. PER G.F.NEL CORTILE ESTERNO - EST FASI DI LAVORAZIONE	Varie	01
	S2.02	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - INTERVENTI D: NUOVO BASAMENTO E MURO DI SOSTEGNO IN C.A. PER G.F.NEL CORTILE ESTERNO - EST CARPENTERIE E ORDITURE STRUTTURE IN C.A.		01
28	S2.03	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - INTERVENTI D: DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE PASSERELLA ESTERNA IN CARPENTERIA METALLICA	Varie	01
	S2.04	STRALCIO 2 - NUOVO BASAMENTO E MURO DI SOSTEGNO IN C.A. PER G.F. SCALA ESTERNA E RINGHIERE		01
ELABORATI GRAFICI IMPIANTI ELETTRICI				
29	E2.01	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - PERCORSI PRINCIPALI DA CABINA DI TRASFORMAZIONE 2 SUD	1:50	01
30	E2.02	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - SCHEMI ELETTRICI DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	-	01
31	E2.03	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - SCHEMI ELETTRICI CENTRALE TECNOLOGICA	-	01
ELABORATI GRAFICI IMPIANTI MECCANICI				
32	M2.01	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - SCHEMA FUNZIONALE CENTRALE TECNOLOGICA	-	01
33	M2.02	STRALCIO 2 - IMPIANTI ESTERNI - LAYOUT E PARTICOLARI COSTRUTTIVI CENTRALE TECNOLOGICA	1:50	01

IMPIANTI MECCANICI

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutte le opere devono essere eseguite secondo le migliori regole dell'arte e normative di riferimento in modo che gli impianti realizzati rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel Capitolato Speciale d'Appalto e siano perfettamente conformi al progetto esecutivo predisposto dalla Stazione Appaltante. Nell'esecuzione delle opere la Ditta Aggiudicataria dovrà scrupolosamente osservare le leggi e le norme vigenti in materia e in particolare:

- norme generali comprese le normative in materia di sicurezza, emissioni rumorose e contenimento dei consumi energetici;
- normativa di prevenzione incendi;
- normative che regolano la realizzazione di impianti termici ed in pressione;
- normative che regolano la realizzazione di impianti di climatizzazione;
- normative che regolano la realizzazione di impianti di ventilazione e ricambi aria;
- normative che regolano la realizzazione di impianti idrosanitari e di scarico;
- normativa che regolano la realizzazione di impianti fissi di spegnimento;
- normative di contenimento dei consumi energetici.

Oltre alle norme riportate dovranno essere rispettate tutte le norme di prodotto in funzione degli specifici componenti utilizzati.

3.1 Norme generali

- Legge 37 del 2008 "Norme per la sicurezza degli impianti".
- DPCM 01.03.91 Limiti massimi esposizione rumore negli ambienti abitativi ed esterni;
- D.M. 01 marzo 1991 sulla emissione del rumore all'esterno degli edifici;
- Legge 447/95 s.m.i. "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81, s.m.i. "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- Norme C.E.I. per tutta la parte elettrica afferente agli impianti meccanici;
- Normative vigenti sul contenimento dei consumi energetici (Legge n. 10/1991 e relativo regolamento di attuazione con D.P.R. 412/93 e successive modifiche ed integrazioni; DPR n.74 del 16 aprile 2013; Decreto interministeriale 26/06/2015).

3.2 Norme di settore

- UNI 8065:2019 “Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici”
- UNI 9182:2014 “Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda Progettazione, installazione e collaudo”
- UNI EN 14825:2019 “Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido e pompe di calore, con compressore elettrico, per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti Metodi di prova e valutazione a carico parziale e calcolo del rendimento stagionale”;
- UNI EN ISO 15874: 2018 “Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda”;
- UNI EN 10225: 2007 “Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura”;
- UNI EN 10216: 2002 “Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione”;
- UNI EN ISO 21003: 2009 “Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici”;
- UNI EN 10208: “Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili”;
- Linee guida INAIL ed ASL;
- Normativa tecnica UNI/CEI;
- REC Comune di Genova edizione 2020;

In caso di conflitto tra le prescrizioni contenute nei diversi documenti tecnici facente parte o citati nella presente specifica, l'ordine di priorità sarà il seguente:

- 1°) le norme.
- 2°) la presente specifica ed i disegni allegati alla specifica.

4 **Dati tecnici generali di progetto**

4.1 Condizioni climatiche esterne

Periodo estivo

- | | |
|---|----------------|
| - località | : Genova |
| - altitudine | : 20 m. s.l.m. |
| - latitudine | : 44°N 25' |
| - temperatura esterna massima di progetto | : 30° C |
| - umidità relativa esterna alla massima temperatura | : 70% |

Periodo invernale

- | | |
|--|--------|
| - temperatura minima di progetto | : 0°C |
| - umidità relativa esterna alla temperatura minima | : 80% |
| - gradi giorno | : 1435 |

4.2 Velocità dei fluidi

La velocità dell'acqua nelle tubazioni non dovrà mai essere superiore a 1,5 m/s. Le perdite di carico lineari non dovranno essere comunque superiori a 150 [Pa/m].

4.3 Temperature dei fluidi

- Riscaldamento linee idroniche : 45÷40°C;
- Raffrescamento : 13÷8°C;

5 Prescrizioni tecniche generali

Anche quando non espressamente specificato, **gli impianti dovranno essere dotati dei necessari dispositivi per una esecuzione a regola d'arte, quali ad esempio sistemi di espansione, sfiati, scarichi, dilatazioni, organi antivibranti, componenti ed accessori richiesti dallo specifico prodotto. Per ogni singolo componente si intendono ricomprese le assistenze murarie e l'impianto di alimentazione elettrica di forza motrice e regolazione.**

Gli smantellamenti e le assistenze murarie eventualmente necessarie sono compresi nella prestazione così come l'allontanamento alla pubblica discarica.

Allo scopo di evitare i problemi connessi alla presenza di un impianto, quali logoramento delle macchine e delle strutture soggette a vibrazioni e generazione di rumore è necessario sopprimere o almeno drasticamente ridurre le vibrazioni generate dalle macchine rotanti (pompe, ecc.) presenti nell'impianto.

Le apparecchiature, quando necessario, devono pertanto essere montate su basamenti, telai o solai in c.a. isolate dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti a molla. Gli ammortizzatori a molla devono avere un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma. Ove necessario le apparecchiature (quali ad esempio pompe di calore e pompe di circolazione) devono essere corredate di giunti elastici al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni alle tubazioni.

Le tubazioni devono essere sospese alle pareti a mezzo di dispositivi che permettano di evitare la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi. Per evitare la trasmissione di vibrazioni dovute alle tubazioni è consigliabile interromperle opportunamente con giunti elastici in gomma o in metallo.

Gli impianti devono essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili. Il funzionamento degli impianti non deve comportare incrementi superiori a 3 dB(A) rispetto al rumore di fondo, negli ambienti normalmente abitati.

Tutti gli scarichi, sfiati, spurghi, ecc. dovranno essere collegati ad una rete di drenaggio fino alla fognatura più vicina previo sifonamento. La rete sarà realizzata con tubazioni in polietilene rigido o in PVC. Non sono ammessi scarichi senza il necessario collegamento alla fogna. Tutti gli scarichi, sfiati ecc. dovranno essere visibili onde controllare eventuali perdite dai rubinetti.

Tutte le linee presenti nelle centrali dovranno essere equipaggiate di termometro analogico (compresi i collettori). A monte ed a valle di tutti i gruppi di pompaggio dovranno essere installati manometri analogici. Tutta la componentistica deve seguire le indicazioni riportate nel presente documento e nelle tavole di disegno allegate. Marca e modello dei principali componenti devono preferibilmente rientrare tra quelli indicati nel capitolo "elenco marche", potranno essere proposte marche alternative ma a condizione che la

qualità e le caratteristiche siano equivalenti o superiori. Tutti i componenti dovranno essere sottoposti ad approvazione da parte della D.L.

Per i componenti in cui non viene esplicitamente indicata la marca ed il modello valgono le indicazioni riportate nei seguenti paragrafi.

5.1 Messa a punto delle apparecchiature

Tutte le apparecchiature dovranno essere messe a punto dalla Ditta Aggiudicataria per mezzo di personale proprio oppure di tecnici specializzati inviati dalle case costruttrici.

In particolare è richiesto l'intervento dei tecnici delle case costruttrici per le seguenti parti di impianti:

- impianto di regolazione digitale;
- generatori di calore, gruppi frigoriferi o a pompa di calore;
- unità di trattamento dell'aria.

Per tali interventi di controllo e messa a punto, le case costruttrici rilasceranno un regolare certificato di collaudo/primo avviamento.

5.2 Progetto costruttivo di cantiere

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'appaltatore concorderà con la DL un elenco elaborati relativi al progetto costruttivo di cantiere in tempo utile per essere in grado, nei termini previsti dai documenti di appalto, di produrre e avere avuto approvazione da parte della DL degli elaborati di progetto costruttivo.

Il progetto costruttivo di cantiere dovrà essere consegnato entro 60 giorni dall'inizio dei lavori.

5.3 Targhette e fasce di riconoscimento

Ogni apparecchio, circuito, valvola ecc. , dovrà essere corredato di targhetta indicatrice metallica o in plastica rigida stampata, con colore e riferimento di seguito specificati, e fissata sulla stessa con apposito supporto.

Per tutte le apparecchiature citate nei disegni di progetto, disegni come-costruito ecc., si utilizzerà quindi, il riferimento e la denominazione riportata nei disegni stessi.

Tutte le tubazioni in vista, nei condotti e nei vani tecnici e le canalizzazioni, saranno contraddistinte ogni 3 m circa, o comunque ove necessario, da fascette colorate atte ad individuare la natura e il senso del fluido e il servizio.

La colorazione e la simbologia saranno indicate dalla D.L., in generale per le tubazioni si rispetterà quanto prescritto dalla Norma UNI 5634-65P. Per le canalizzazioni i colori distintivi saranno i seguenti:

- condotti di aria calda: rosso
- condotti di aria calda e fredda (circuiti a ciclo annuale) : verde - rosso
- condotti di aria esterna: azzurro
- condotti di aria viziata e di espulsione: nero

Occorrerà prevedere in tutti i locali tecnici, apposite tabelle che consentano di individuare il codice di colori per gli opportuni riferimenti e schemi funzionali che consentano di individuare i principali circuiti.

6 NUOVA CENTRALE TERMOFRIGORIGENA

Le nuove residenze per studenti, le nuove aule e la biblioteca esistente saranno serviti da una nuova centrale termo-frigorigena posizionata a piano terra nei pressi dell'attuale centrale frigorigena sul lato est del complesso. La centrale ospiterà le nuove pompe di calore e tutti i componenti di linea necessari. I generatori sono stati dimensionati per coprire i fabbisogni delle residenze, delle aree attualmente servite dal gruppo frigorigeno esistente (biblioteca) e, in predisposizione, per ulteriori aule che saranno ricavate in altre zone del complesso.

I due gruppi a pompa di calore dovranno essere posizionati su apposita struttura di supporto, costituita da profilati in acciaio debitamente verniciati a polvere e dotate di piedini antivibranti. Le macchine dovranno essere del tipo aria-acqua, complete di de-surriscaldatore e dotate di kit idronico integrato.

I due dispositivi selezionati dovranno presentare le seguenti specifiche:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| - Fluido | : R32 preferibile (ovvero R134a); |
| - Potenza in caldo | : 300 kW \pm 10%; |
| - Potenza in freddo | : 330 kW \pm 10%; |
| - Potenza in recupero | : >120 kW; |
| - EER | : \geq 2,9; |
| - COP | : \geq 2,9; |
| - Compressori | : \geq 4; |
| - Livello equivalente | : < 66,5 db(A). |

La pompa di calore dovrà essere inoltre equipaggiata con setti fonoassorbente da prevedere presso i ventilatori ed una ulteriore schermatura fonoassorbente dei compressori.

I componenti di linea di centrale (filtri, valvole, etc...) dovranno avere diametro pari a quello della tubazione servita. Tutti i componenti dovranno essere posati secondo manuale di installazione del fornitore. Tutti i componenti che presentano parti in movimento dovranno essere dotati di idonei cuscinetti e giunti anti-vibranti.

Le tubazioni dovranno essere in acciaio al carbonio tipo UNI EN 10225 esenti da saldatura con interconnessioni a saldare per diametri \geq DN 50, a saldare o filettate per diametri inferiori. Gli stacchi dalla dorsale ai singoli terminali potranno essere realizzati con tubazioni multistrato. In alternativa, esclusivamente per i tratti nei in interno, potranno essere utilizzate tubazioni in materiale plastico con giunzione a pressare o a saldare.

Le tubazioni dovranno essere idoneamente isolate e rifinite con lamierino di alluminio nei tratti in esterno e soluzione plastica nei tratti in interno (compreso dorsali nei corridoi). Le tubazioni dovranno presentare una lieve inclinazione verso i punti di sfiato dell'aria.

I componenti dovranno essere debitamente valvolati; i collettori dovranno essere completi di termometro, coibentazione (posata previa pulizia e verniciatura), presa di scarico convogliata. Tutte le linee dovranno essere dotate di presa di carico e di scarico, singolarmente intercettabile. L'impianti di reintegro dell'acqua dovrà essere di tipo automatico, completo di disconnettore, filtro e sistema di trattamento chimico dell'acqua.

L'impianti di reintegro dell'acqua dovrà essere di tipo automatico, completo di disconnettore, filtro e sistema di trattamento chimico dell'acqua.

L'intervento prevedrà pertanto:

- la rimozione dell'attuale gruppo frigo e del relativo circuito primario sino al volano termico, quest'ultimo compreso;
- l'installazione di **due nuove pompe di calore aventi potenza pari a 300 kW in caldo e 321 kW in freddo**, complete di de-surriscaldatore, idoneamente silenziate come indicato nella relazione acustica;
- l'installazione dei componenti di centrale in appositi spazi ricavati in parte in esterno ed in parte nell'attuale sottocentrale;
- la realizzazione delle nuove linee al servizio dell'impianto esistente;
- la realizzazione delle nuove montanti sino al servizio degli alloggi ed in predisposizione al servizio di piano terzo, ed in particolare:
 - o linea mandata e ritorno ventilconvettori;
 - o linea mandata e ritorno sottocentrale a.c.s.;

7 COMPONENTI SPECIFICI

Nel seguito sono riportati i componenti specifici da prevedere nella realizzazione dei sistemi descritti.

7.1.1 Pompe di calore

I gruppi/gruppo a pompa di calore dovrà essere posizionato su apposita struttura di supporto costituita da profilati in acciaio debitamente verniciati a polvere e dotata di piedini antivibranti. La macchina dovrà essere installata secondo manuale di installazione e completa di flussostato (ove richiesto), vaso di espansione dedicato, valvola di scarico termico e termometri in mandata e ripresa di ogni linea.

La macchina dovrà essere posizionata in modo da garantirne la manutenzione. In funzione del punto di installazione, la committenza dovrà verificare l'eventuale idoneità dei solai.

La specifica pompa di calore sarà del tipo aria acqua, operante con compressori scroll, in versione ad alta efficienza, del tipo super silenziosa, trattata per operare in ambiente marino, operante con refrigerante R-32.

In particolare il gruppo presenterà le seguenti specifiche:

- compressori scroll ermetici orbitanti progettati per il funzionamento con R32 dotati di motore completo di dispositivi di protezione da sovratemperatura e da sovracorrente. Ogni compressore sarà dotato di un riscaldatore dell'olio che impedisce all'olio di essere diluito dal refrigerante quando il gruppo non è in funzione;
- scambiatore di calore lato acqua del tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox e rivestito con materiale isolante a cellule chiuse da 20 mm. Lo scambiatore sarà dotato di una resistenza elettrica per la protezione contro il gelo. Completo di allacci idrici Kit Victaulic;
- scambiatore di calore lato aria prodotto con rame senza saldatura potenziato internamente disposti in uno schema a file sfalsati ed espansi meccanicamente in alette di alluminio lanceolate e increspate con collari a pinna piena.
- ventole dello scambiatore di calore lato aria del tipo a elica con pale di design ad alta efficienza per massimizzare le prestazioni realizzate in resina rinforzata con vetro e protetta da carter metallico, dotate di serie di motore completo di modulatore della velocità (taglio di fase) e drive inverter. Versione a bassa rumorosità;

- circuito frigo costituito di almeno due circuiti frigoriferi indipendenti dotati ciascuno di compressori (rif. specifiche riportate nel seguito), scambiatore di calore lato acqua, scambiatore di calore lato aria, valvola di espansione elettronica, valvola a 4 vie, specula con indicatore di umidità, filtro disidratatore, valvole di carica, pressostato alta, trasduttori alta pressione, trasduttori di bassa pressione, trasduttore di pressione olio e sensore di temperatura di aspirazione.

I gruppi/o sarà dotato di quadro elettrico integrato da esterno e pannello di controllo dotato di logica progettata per fornire la massima efficienza, per continuare il funzionamento in condizioni operative insolite e per fornire una cronologia del funzionamento dell'unità, dotata di interfaccia con LonWorks, comunicazione Bacnet, Ethernet TCP/IP o Modbus. In caso di installazione di più unità in parallelo il sistema dovrà essere in grado di interfacciare le due pompe di calore e gestire ottimamente i carichi in funzione della richiesta.

I due dispositivi selezionati dovranno presentare le seguenti specifiche:

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| - Fluido | : R32 |
| - Potenza in caldo | : 300 kW \pm 10%; |
| - Potenza in freddo | : 330 kW \pm 10%; |
| - Potenza in recupero | : >120 kW; |
| - EER | : \geq 2,9; |
| - COP | : \geq 2,9; |
| - Compressori | : \geq 4; |
| - Kit idronico (pompa e volano) | : integrato; |
| - Livello equivalente | : < 66,5 db(A). |

La/e pompa/e di calore sarà dotata silenziatore ad assorbimento sulla mandata di ciascuna macchina, realizzato in alluminio, dotato di setti fonoassorbenti a sezione aerodinamica opportunamente dimensionati ed assemblato sul posto. Opera resa verniciata a polveri epossidiche in tinta RAL a scelta della Committenza.

7.1.2 Termoregolazione centrale

Sistema di termoregolazione in grado di gestire tutti i componenti in campo, sulla base dei dati ricavati dalle sonde, in funzione dei criteri di programmazione impostati.

Il sistema prevede l'installazione di un quadro/i di termoregolazione completo di stazione di automazione liberamente programmabile di tipo modulare con protocollo di comunicazione BacNet/IP nativo, certificato BTL, connessione LAN, WAN; dotato di CPU capace di gestire sino a 1600 oggetti Bacnet, moduli di espansione I/O, web server integrato con pagine grafiche personalizzabili, consultabili via web-browser e gestione allarmi. Il sistema dovrà essere completo di sonde in campo, cablaggi e dovrà comprendere la progettazione e la messa in rete del sistema.

8 COMPONENTI GENERICI

Si riportano nel seguito le prescrizioni dei componenti generici (tubazioni e componenti di linea) da utilizzare come linee guida per la realizzazione dell'opera.

8.1 Tubazioni e linee

Il dimensionamento dei circuiti acqua deve essere fatto considerando una perdita di carico non superiore a 150 Pa per metro lineare, tenendo sempre conto di non superare velocità tali da generare rumorosità, erosione, ecc (1,5 m/s).

Le tubazioni devono essere posate con distanze sufficienti a consentirne lo smontaggio ed a permettere la corretta esecuzione del rivestimento isolante. Il percorso deve essere tale da consentire il completo svuotamento delle tubazioni e l'eliminazione dell'aria. Nei percorsi aerei orizzontali, le tubazioni di acqua fredda devono, in linea di principio, stare in posizione sottostante alle tubazioni percorse dai fluidi caldi.

Le tubazioni flessibili vanno supportate in modo continuo. Le tubazioni rigide devono essere sostenute con supporti dimensionati in base a:

- peso delle tubazioni, valvole, raccordi, rivestimento isolante ed in generale di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazioni dovute a sisma, prove idrostatiche, colpo d'ariete, intervento di valvole di sicurezza;
- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

La posizione dei supporti deve essere scelta in base a:

- dimensione delle tubazioni;
- configurazione dei percorsi;
- presenza di carichi concentrati (valvole, ecc.);
- strutture disponibili per l'ancoraggio (profilati ad omega, tasselli ad espansione a soffitto, mensole a parete, staffe con sostegni apribili a collare).

I supporti devono essere tali da impedire flessioni di qualsiasi genere sia nel caso di posa verticale che nel caso di posa orizzontale; per diametri superiori a 2" devono comunque essere a molla; essi devono, in ogni caso, essere facilmente smontabili e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni, impiegando del materiale antivibrante tra tubazioni 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 dovranno essere opportunamente sgrassate, sabbiare e verniciate con una mano di antiruggine ed una mano di smalto 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 2" sarà ammesso l'appoggio senza rullo. Le tubazioni avranno un opportuno distanziatore, che potrà essere del tipo a T o a scarpa, saldato a tubo. Per le tubazioni coibentate i supporti saranno come riportato nell'art. "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. I punti fissi dovranno essere realizzati con profilati in ferro saldati ai tubi e rigidamente collegati ad una struttura fissa.

Nel caso di tubazioni percorse da acqua calda e refrigerata, dovranno essere utilizzati collari che garantiscono la correzione del ponte termico.

Ove richiesto i supporti dovranno essere di tipo antisismico debitamente progettati e certificati.

La distanza massima ammissibile tra i supporti è data dalla seguente tabella:

Diametro tubazioni (Diametro Nominale)	Distanza in orizzontale (m)	Distanza in verticale(m)
DN 20 o inferiore	1,5	1,6
DN 20 - DN 40	2,0	2,4
DN 50 - DN 65	2,5	3,0
DN 80	3,0	4,5
DN 100 - DN 125	4,2	5,7
DN 150	5,1	8,5

Nell'attraversamento delle compartimentazioni antincendio, per tubazioni aventi diametro \geq DN40, ovvero dove indicato a progetto, dovranno essere utilizzati collari termo-espandenti, fasciature o idonee soluzioni certificate dall'installatore.

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 è necessaria nei locali tecnici. Il vuoto rimasto dopo l'inserimento dei tubi sarà riempito con materiale elastico ed incombustibile e sarà sigillato per ottenere tenuta stagna. Per i passaggi attraverso giunti di dilatazione delle strutture saranno previsti due spezzoni di tubo separati (uno per ogni parte separata del giunto) di diametro tale da consentire il movimento delle due parti senza interferenza con la tubazione interna.

Dovranno essere previsti punti di dilatazione e punti fissi in relazione al percorso, alla lunghezza dei vari tratti ed alle escursioni di temperature. I punti fissi saranno dimensionati e disposti in modo da resistere agli sforzi nella direzione prevista senza arrecare danno alle tubazioni ed alle strutture.

I compensatori dovranno essere montati con una pretensione corrispondente alla metà dello spostamento che devono compensare. La ditta dovrà produrre documentazione di calcolo di detti compensatori.

Il collegamento di unione dei tubi in acciaio nero fra loro, nonché fra essi ed i pezzi speciali (curve, raccordi, flange), deve essere realizzato mediante saldatura di testa eseguite da saldatori qualificati. Le tubazioni devono essere, pertanto, sempre disposte in maniera tale che anche le saldature in opera possano essere eseguite il più agevolmente possibile; a tal fine le tubazioni devono essere opportunamente distanziate fra loro, anche per consentire un facile lavoro di coibentazione, come pure devono essere sufficientemente distaccate dalle strutture dei fabbricati. L'unione delle flange con il tubo deve avvenire mediante saldatura elettrica od autogena.

Le tubazioni in materiale plastico o con giunti di altra natura (saldare, pressare, etc...) potranno essere utilizzate ove specificatamente indicato a progetto e montate secondo le indicazioni fornite dal costruttore. Tutte le tubazioni potranno essere installate solo se in perfetto stato di conservazione. Non saranno accettate tubazioni con fenomeni di ossidazione superficiale anche solo localizzati.

Linee interrate

Nel caso di realizzazione di tratti interrati la profondità minima di interramento dovrà essere pari a 90 cm (salvo diverse indicazioni riportate nelle indicazioni tecniche fornite dagli enti preposti).

Nel caso in cui, per brevissimi tratti (interferenze con altre linee o sottostrutture), non si riesca a rispettare tale quota dovrà essere previsto un bauletto di protezione in calcestruzzo armato; in tal caso la profondità di interramento minima dovrà comunque essere di 40 cm.

Lungo tutte le linee dovrà essere inoltre posato idoneo nastro di segnalazione.

Lo scavo dovrà essere realizzato con la massima cura, con mezzi meccanici ed a mano, previa verifica della presenza di altri sotto-servizi.

In particolare, eseguito lo scavo, si dovrà provvedere a:

- realizzare il letto di posa, con circa 10 cm di sabbia pressata, possibilmente con mezzo meccanico;
- porre in opera i tubi, controllando la pendenza ed evitando possibili ondulazioni;
- realizzare il riempimento, a strati di 10 cm di materiale per volta, con sabbia fine fino alla copertura dei tubi (il materiale deve essere pressato con pestelli manuali) e successivamente ghiaia;
- realizzare lo strato protettivo, con circa 20-30 cm di materiale privo di sassi e pietre per evitare danni ai tubi (il materiale deve essere pressato con pestelli manuali);
- riempire lo scavo, con materiale di riporto privo di pietre e grossi sassi;
- posa di pavimentazione della stessa tipologia di quella pre-esistente.

Il letto di posa, i rinfianchi e i rinterri degli scavi delle tubazioni devono assicurare l'assenza di cedimenti delle stesse e dell'eventuale piano stradale; è in ogni caso necessaria l'osservanza di eventuali e specifiche prescrizioni degli enti gestori delle strade e delle infrastrutture medesime.

Tutte le linee devono essere realizzati con tubazioni idonee all'interro ed in grado di resistere alle sollecitazioni termiche e meccaniche previste, alla possibile azione corrosiva dei fluidi e del terreno in cui possono essere posti.

Dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezioni nei punti indicati nelle tavole di progetto.

Tra le eventuali tubazioni gas ed i cavi o tubi di altri servizi sarà adottata una distanza minima di 200 mm. Nel caso tale distanza non possa essere rispettata sarà comunque evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di resistenza meccanica e, ove necessario, di rigidità dielettrica. In generale la posa di linee gas sarà eseguita nel rispetto delle prescrizioni della norma UNI 11528. Per i due passaggi tra la tubazione interrata e quelle metalliche fuori terra andrà utilizzato un giunto di transizione.

Identificazione dei circuiti

Tutti i circuiti devono essere identificati mediante l'apposizione sugli stessi di targhette di definizione ovunque necessario. Inoltre la classificazione dei condotti deve essere consentita mediante l'applicazione di opportuna colorazione sugli stessi come da norma UNI 56-34-65 P. Tale colorazione può essere applicata su tutta la tubazione oppure a bande di 1 metro poste in vicinanza di valvole, collettori, incroci, passaggi di muri e comunque dove necessario. La larghezza delle fasce e la loro disposizione deve essere rispondente alla norma UNI precedentemente citata. Deve essere infine indicato il senso di percorrenza del fluido all'interno delle tubazioni, tramite frecce sulle tubazioni stesse.

Accessori, finitura, protezioni

Tutti i punti alti dei circuiti idronici chiusi 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 1,6 m 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 in materiale metallico dovranno essere sgrassate, spazzolate e verniciate con due mani di antiruggine di diverso colore prima della installazione; dopo l'installazione si dovranno spazzolare e verniciare le saldature.

Per le tubazioni ad alta temperatura dovranno essere usate vernici adatte allo scopo (con documentazione da produrre) e che non si screpolino.

Sulle tubazioni coibentate dovranno essere installate fasce colorate (al massimo ogni 6 m) e frecce direzionali per l'identificazione del fluido come detto sopra.

Uno o più pannelli riportanti i colori con l'indicazione dei corrispondenti fluidi dovrà essere installato 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.

Oneri vari

Il prezzo unitario in opera del tubo dovrà essere comprensivo dei seguenti oneri:

- oneri di stoccaggio, sollevamento, movimentazione, ecc.
- oneri di installazione (ponteggio, sollevamenti, ecc.) in qualsiasi posizione e luogo, nessuno escluso
- staffaggi
- sfridi
- verniciatura con due mani di antiruggine di diverso colore (e terza mano di finitura dove richiesto)
- pezzi speciali (curve, raccordi conici, T, ecc.)
- compensatori di dilatazione ivi compreso il calcolo dei carichi sui punti fissi
- accessori vari (rubinetto di scarico, barilotti di sfiato, bocchettoni, flange, targhette, frecce direzionali, ecc.)
- quant'altro occorra per dare completa l'installazione.

8.1.1 Tubazioni in materiale metallico

Le tubazioni dovranno essere realizzate in acciaio nero in esecuzione senza saldatura nella serie UNI 10225 oppure UNI EN 10216-1:2002. Per eventuale impiego con acqua surriscaldata o vapore superiore a 8 bar, le tubazioni saranno del tipo API 5L scheda 40 ss. Le giunzioni saranno con saldature; dove specificatamente richiesto saranno usate 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.

I pezzi speciali quali curve, riduzioni, ecc. saranno realizzati con opportuni raccordi; per piccoli diametri sarà ammessa la piegatura purché effettuata con apposito attrezzo. Non saranno accettati tubi piegati che risultino sforzati o difettosi.

I raccordi di riduzione nelle tubazioni orizzontali saranno di tipo eccentrico per mantenere il fondo dei due tubi continui allo stesso livello.

Le tubazioni dovranno essere collegate ben dritte a squadra. Nel montaggio si dovranno realizzare, ove necessario, 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.

Ove specificatamente indicato a progetto potranno essere utilizzate tubazioni in acciaio nero o acciaio inox in barre pre-isolate, idonee allo specifico campo di applicazione. Tali linee dovranno essere posate secondo manuale di installazione utilizzando giunti e componenti speciali indicati dal costruttore.

L'interconnessione tra i collettori di zona ed i terminali di impianto potranno essere realizzati utilizzando tubazioni multistrato pre-coibentate (per i dettagli si faccia riferimento allo paragrafo specifico).

I materiali utilizzabili per la realizzazione di linee antincendio dovranno devono far riferimento a norme tecniche di prodotto e dichiarati idonei dal fabbricante e conformi alla legislazione vigente in materia. In generale le linee antincendio dovranno essere specificatamente realizzate con tubazioni in acciaio al carbonio zincate e rivestiti con resine epossidiche tipo Dalmine idonei all'impiego in impianti antincendio, nei diametri compresi tra 1" e 8". I tubi dovranno essere rivestiti con resine epossidiche in modo da evitare all'installatore la verniciatura in cantiere, l'applicazione della vernice avviene mediante fusione di polveri epossidiche sulla superficie del tubo, sabbiata con graniglia metallica e riscaldata a circa 200 °C, spessore minimo 50 micron, realizzata secondo UNI EN 10240, colore rosso RAL 3000, temperatura di esercizio compresa tra -10°C e +110 °C.

I materiali utilizzabili per la realizzazione di linee gas dovranno devono far riferimento a norme tecniche di prodotto e dichiarati idonei dal fabbricante e conformi alla legislazione vigente in materia. Possono essere utilizzati tubazioni in acciaio non legato secondo UNI EN 10255, con o senza saldatura longitudinale; le giunzioni dovranno essere realizzate con saldatura di testa per fusione giunzioni, i raccordi filettati sono consentiti esclusivamente per diametri inferiori al DN 50.

Verniciature di protezione

La Ditta installatrice dovrà eseguire le verniciature di protezione con due mani di antiruggine di diverso colore di tutte le parti ferrose, escluse quelle zincate, come tubazioni, valvole, staffe, serbatoi, grigliati, previa spazzolatura ed asportazione di eventuale ruggine.

Le parti ferrose sotto traccia, in cunicoli o in luoghi non accessibili dovranno ricevere due mani di vernice bituminosa prima di essere coperte.

Tutti i motori elettrici, i corpi delle pompe, le valvole, le flange e le apparecchiature montate in fabbrica dovranno, dopo l'installazione, essere puliti; qualora vi fosse presenza di ruggine oppure la verniciatura completa con una mano di smalto finale di colore uguale a quello originario salvo indicazioni particolari della D.L.

La Ditta dovrà provvedere alla verniciatura a forno di tutte quelle superfici di componenti che risultassero danneggiate durante la posa in opera.

L'onere per quanto sopra richiesto rientra nel prezzo contrattuale. La Ditta non potrà pretendere compensi aggiuntivi di nessun genere.

8.1.2 Tubazioni in materiale plastico

Ove specificatamente indicato a progetto potranno essere utilizzate tubazioni in polietilene reticolato in barre complete di barriera impermeabile all'ossigeno ed alla luce costituita in lega di alluminio, temperatura di impiego $-20^{\circ}\text{C} \div 95^{\circ}\text{C}$, pressione massima di esercizio PN 10 bar. Le tubazioni multistrato dovranno essere idonee per il trasporto di fluidi, caldi e freddi, per consumo umano e potabile ove previsto, per riscaldamento a radiatori, condizionamento a basse temperature, pannelli radianti a pavimento e altri impianti compatibili con il materiale di base, dovranno essere conformi alle norme UNI EN ISO 21003.

Le tubazioni multistrato dovranno essere per quanto possibile del tipo in verghe nelle montanti, nei tratti a vista e nei tratti all'interno dei vani tecnici dei controsoffitti, mentre dovranno essere del tipo in rotolo, per quanto possibile senza giunzioni, nei tratti incassati o sottopavimento.

Le tubazioni dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- permeabilità ossigeno 0 mg/l;
- temperatura max. esercizio 95°C ;
- temperatura max. di picco 100°C ;
- pressione max. a 95°C 10 bar;
- conduttività termica a 20°C 0,43 W/mK°
- coefficiente dilatazione 0,026 mm/mK°
- rugosità interna 0,007 mm
- raggio di curvatura a 90° \varnothing del tubo x 6 volte
- potabilità e organoletticità conformità alle direttive ministeriali

Nei tratti sottopavimento le tubazioni potranno essere di tipo pre-isolato, sempre nel rispetto nei criteri di posa previsti dal costruttore e con spessori conformi alla normativa vigente.

Non sono accettati giunti sottotraccia, in punti incassati ovvero in zone non accessibili.

Le linee scarichi dovranno essere realizzate con tubazioni realizzate con miscela in polipropilene (PEAD) del tipo da saldare in testa, completi di tutti i pezzi speciali occorrenti (braghe semplici o doppie, riduzioni, sifoni, curve, ispezioni ecc) per sistemi di scarico a bassa e alta temperatura all'interno di edifici o ancorati esternamente del tipo insonorizzato, aventi le seguenti caratteristiche:

- temperatura max. esercizio 80°C ;
- temperatura max. di picco 95°C ;
- pressione max. 1,5 bar.

Per le linee di ventilazione dovranno essere utilizzate la stessa tipologia di ventilazione.

Per le distribuzioni all'interno del locale servito potranno essere utilizzate tubazione del tipo non silenziato. Durante l'esecuzione delle lavorazioni, fino al collegamento degli apparecchi, gli attacchi di scarico dovranno essere protetti contro la penetrazione di corpi estranei mediante tappi provvisori a pressione.

8.2 Isolamenti termici ed anticondensa

Tutte le tubazioni percorsi da fluidi caldi e freddi (comprese le linee percorsa da acqua potabile) dovranno essere debitamente isolati. Ad eccezione delle eventuali linee percorse da vapore od acqua surriscaldata dovranno essere utilizzate guaine in materiale elastomerico a cellule chiuse di colore nero in Classe 1.

Tutto l'infilaggio delle guaine dovrà avvenire mediante scorrimento sui tubi prima della relativa posa ed incollaggio con apposito adesivo per la realizzazione delle giunzioni di testa dei vari tronchi di guaina; per il rivestimento dei tratti non isolati prima della posa (raccordi, valvole, ecc.) si procederà alla posa delle guaine mediante taglio longitudinale e ricongiungimento con adesivo. In generale dovranno comunque essere rispettate le modalità di lavorazione indicate dal fabbricante.

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte, qualora vi siano giunzioni a saldatura potranno essere applicati solo dopo le prove di tenuta dei circuiti. Prima della posa dell'isolante le eventuali scorie e sporcizia dovranno essere rimossi; le superfici dovranno essere pulite ed asciutte; in corrispondenza degli staffaggi l'isolamento dovrà essere continuo, non sono ammesse discontinuità di alcun genere.

Vengono di seguito riassunti i tipi, le modalità e gli spessori dell'isolamento termico ed anticondensa delle tubazioni, secondo quanto prescritto dal D.P.R. 412/93, considerando una conduttività dell'isolamento pari a 0,035 W/m. I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5. Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3. Nel caso di tubazioni pre-isolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica valgono le norme tecniche UNI. Nel caso la linea sia percorsa da fluidi caldi e freddi in funzione della stagione si faccia riferimento alla tabella A.

A ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

INSTALLAZIONE	MATERIALE	FINITURA	DIAMETRO	SPESSORE
ALL'ESTERNO	COPPELLE IN LANA DI VETRO O GUAINE FLESSIBILI	LAMIERINO D'ALLUMINIO	fino a 1" da 1" 1/4 a 1" 1/2 da 2" a 2" 1/2 da 3" a 4" oltre i 4"	30 mm 40 mm 50 mm 55 mm 60 mm
CENTRALI TECNICHE	TIPO ARMAFLEX/AC			
MONTANTI VERTICALI POSTI VERSO L'INTERNO DELL'EDIFICIO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AC	LAMIERINO D'ALLUMINIO	fino a 1" da 1" 1/4 a 1" 1/2 da 2" a 2" 1/2 da 3" a 4" oltre i 4"	15 mm 20 mm 25 mm 30 mm 30 mm
IN CONTROSOFFITTO A PAVIMENTO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AC	FOGLI IN PVC -	fino a 1" da 1" 1/4 a 1" 1/2 da 2" a 2" 1/2 da 3" a 4"	9 mm 12 mm 15 mm 18 mm

			oltre i 4"	20 mm
--	--	--	------------	-------

B ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

INSTALLAZIONE	MATERIALE	FINITURA	DIAMETRO	SPESSORE
ALL'ESTERNO CENTRALI TECNICHE	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AF	LAMIERINO D'ALLUMINIO	fino a 1"	20 mm
			da 1" 1/4 a 1" 1/2	30 mm
			da 2" a 2" 1/2	40 mm
			da 3" a 4"	50 mm
			oltre i 4"	50 mm
MONTANTI VERTICALI POSTI VERSO L'INTERNO DELL'EDIFICIO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AF	LAMIERINO D'ALLUMINIO	fino a 1"	12 mm
			da 1" 1/4 a 1" 1/2	15 mm
			da 2" a 2" 1/2	18 mm
			da 3" a 4"	20 mm
			oltre i 4"	25 mm
IN CONTROSOFFITTO A PAVIMENTO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AF	FOGLIO IN PVC -	fino a 1"	12 mm
			da 1" 1/4 a 1" 1/2	15 mm
			da 2" a 2" 1/2	18 mm
			da 3" a 4"	20 mm
			oltre i 4"	25 mm

C ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTO IDRICO

INSTALLAZIONE	MATERIALE	FINITURA	DIAMETRO	SPESSORE
ALL'ESTERNO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AC	LAMIERINO D'ALLUMINIO	fino a 1"	20 mm
			da 1" 1/4 a 1" 1/2	30 mm
			da 2" a 2" 1/2	40 mm
			da 3" a 4"	50 mm
			oltre i 4"	50 mm
MONTANTI VERTICALI POSTI VERSO L'INTERNO DELL'EDIFICIO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AC	LAMIERINO D'ALLUMINIO	fino a 1"	15 mm
			da 1" 1/4 a 1" 1/2	20 mm
			da 2" a 2" 1/2	25 mm
			da 3" a 4"	30 mm
			oltre i 4"	30 mm
IN CONTROSOFFITTO A PAVIMENTO	GUAINE FLESSIBILI TIPO ARMAFLEX/AC	FOGLIO IN PVC -	fino a 1"	9 mm
			da 1" 1/4 a 1" 1/2	12 mm
			da 2" a 2" 1/2	15 mm
			da 3" a 4"	18 mm
			oltre i 4"	18 mm

D – ISOLAMENTO FLANGE, VALVOLE ED ACCESSORI IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

Scatole in lamierino d'alluminio, sp. 8/10 mm, dotate di appositi kit di coibentazione.

Gli isolamenti si intendono continui e perfettamente installati.

8.3 Elettropompe

Ogni pompa deve essere garantita per la portata di acqua richiesta e con la prevalenza specificata a funzionamento continuo, senza che si verifichi surriscaldamento del motore, dei cuscinetti, e delle parti rotanti, senza rumore udibile nell'edificio e all'esterno del locale dove sono installate le pompe.

Ogni pompa deve essere azionata da un motore asincrono. La potenza assorbita dalle pompe alla velocità di progetto non deve in nessun caso superare la potenza nominale dei motori.

Prima dell'ordinazione delle elettropompe devono essere sottoposte alla Direzione Lavori per l'approvazione le curve di funzionamento e di rendimento. Il rendimento deve essere il massimo consentito, tenuto conto della portata e della prevalenza, comunque non inferiore al 55%.

Salvo diverse indicazioni, i circolatori devono in generale essere dotato di sistema di gestione della velocità ad inverter retroazionato ad un misuratore di pressione e alle impostazioni settate sulla centralina di gestione oppure, ove specificato, ad un misuratore di differenza di temperatura mandata/ritorno.

L'inversione periodica di funzionamento deve essere implementata da dispositivo a corredo del circolatore gemellare in modo da consentire un'usura uniforme del dispositivo.

Tutte le pompe devono essere corredate di cuscinetti antivibranti e protette da filtro (posizionato in mandata, a monte della pompa, ovvero sulla linea di ritorno).

8.3.1 Circolatori

Circolatore del tipo a rotore bagnato, senza tenuta meccanica e cuscinetti lubrificati dal liquido pompato, nella versione singola o gemellare, idonee ad operare con fluidi caldi e freddi, con le seguenti caratteristiche costruttive:

- elettronica e regolatore integrato;
- pannello di controllo sulla scatola della morsettiera;
- sensore di pressione differenziale e di temperatura integrato;
- corpo pompa in ghisa o acciaio inox;
- eventuali versioni gemellari;
- protezione esterna del motore non necessaria;
- gusci isolanti forniti con le pompe singole;
- temperature del liquido da -10 a 110°C;
- massima pressione di esercizio PN 16 o PN 10 ove specificato.

In generale le pompe si intendono di tipo flangiato per diametri \geq DN 40. I circolatori che elaborano acqua calda sanitaria dovranno essere idonei allo scopo.

8.3.2 Pompe in linea

Pompa singola/gemellare a coclea, monostadio, a presa diretta, con bocche di aspirazione e di scarico in linea di diametro identico, attacchi flangiati. La pompa gemellare sarà dotata di due teste pompa parallele. La pompa sarà dotata di un design a sfilamento superiore, vale a dire la testa della pompa (motore, testa pompa e girante) può essere rimossa per la manutenzione o il servizio con il corpo pompa ancora nella tubazione.

Ogni testa della pompa sarà dotata di una tenuta a soffietto in gomma non bilanciata. La tenuta meccanica è secondo EN 12756. Il collegamento delle tubazioni è tramite flange DIN PN 16. Ciascuna testa della pompa sarà dotata di un motore sincrono, raffreddato ad aria, di identiche dimensioni. Il rendimento del motore è classificato come IE5 secondo IEC 60034-30-2.

Il componente avrà le seguenti caratteristiche costruttive:

- regolatore integrato o esterno;
- sensore di pressione differenziale e di temperatura;
- protezione IP55;
- corpo pompa in ghisa;
- eventuali versioni gemellari;
- temperature del liquido da -25 a 120°C;
- massima pressione di esercizio PN 16.

8.3.3 Pompe normalizzate

Pompe normalizzate per acqua, singole, idonee per circuiti di riscaldamento e condizionamento, motore in classe IE5, corpo a spirale con sezione radiale, completo di piedini di appoggio, anelli di usura sostituibili, completa di regolatore elettronico e rilevatori di pressione per pompe, aventi le seguenti caratteristiche:

- protezione IP55;
- corpo pompa in ghisa o acciaio inossidabile ove specificato;
- protezione esterna del motore non necessaria;
- temperature del liquido da -20 a 110°C;
- versione con regolazione della velocità;
- massima pressione di esercizio PN 16.

8.4 Accumuli e volani termici

I volani termici, i bollitori e gli accumuli in generale dovranno essere dotati di valvola di sicurezza, scarico completo di rubinetto convogliato, termometro ed essere protetti direttamente da almeno un vaso di espansione di dimensioni idonee.

8.4.1 Accumulo inerziali

Accumuli per acqua calda e refrigerata, del tipo verticale, realizzati in lamiera di acciaio al carbonio, attacchi filettati, coibentazione in poliuretano espanso a cellule chiuse con funzione termica ed anticondensa, spessore minimo 50mm, rivestimento in PVC colorato con chiusura a cerniera, in alluminio per installazione in esterno.

Nel caso di utilizzo con acqua potabile gli accumuli dovranno essere completi di smaltatura interna idoneo allo scopo.

8.4.2 Produttori di acqua calda sanitaria

Produttore di acqua calda sanitaria in acciaio inox AISI 316 (omologato 95°C e 8 bar) con singolo/doppio scambiatore interno fisso spiralato in acciaio inox AISI 316 (omologato 99°C e 10 bar), eventualmente idoneo all'uso con impianto solare termico, con superficie di scambio maggiorata per generatori a condensazione

e/o pompe di calore, con coibentazione in PU rigido (poliuretano, 55mm o 85mm) o in PLFH (fibra di poliestere ad alta densità, 100mm) e rivestimento in PVC colorato.

Ove previsto a progetto lo scambiatore di calore potrà essere esterno a piastre abbinato a circuito primario completo di pompa di circolazione.

8.5 Valvolame impianti idronici

Tutto il valvolame flangiato dovrà essere fornito sempre completo di contro-flange, guarnizioni e bulloni (il tutto compreso nel prezzo unitario). Il valvolame filettato dovrà essere fornito completo di giunto a tre pezzi. Qualora i diametri delle estremità delle valvole e quelli delle tubazioni in cui esse vanno inserite o quelli delle apparecchiature da intercettare siano diversi, verranno usati dei tronchetti conici di raccordo in tubo di acciaio (o di materiale adeguato), con conicità non superiore a 15 gradi.

Le valvole impiegate per acqua potabile dovranno avere la certificazione del costruttore che i materiali impiegati sono conformi alle Normative del Ministero della Sanità.

Tutte le valvole dovranno essere facilmente manovrabili.

8.5.1 Valvole di intercettazione e regolazione portata a flusso avviato

Saranno in ghisa a flusso avviato, flangiate, del tipo esenti da manutenzione, delle seguenti caratteristiche: tenuta morbida con tappo gommato corpo e coperchio di ghisa, asta di acciaio inox pressione PN 10/16, tenuta verso l'esterno con anello (O-Ring) fra corpo e coperchio adatte per acqua fredda e calda (max 110°C). Per i circuiti dove sarà prevista anche la necessità di effettuare una taratura, le valvole dovranno avere l'indicatore di apertura, bloccaggio dell'asta ed essere accompagnate da diagrammi riportanti le curve caratteristiche.

Ove specificatamente indicato, previa autorizzazione della direzione lavori, potranno essere utilizzate valvola wafer super compatta con corpo in ghisa, con attacchi flangiati PN6/10.

8.5.2 Valvole a sfera

Nelle linee percorse da acqua potabile, per diametri inferiori a DN 40 potranno essere utilizzate valvole a sfera con corpo in ottone, sfera in ottone cromato, guarnizione delle sedi e guarnizioni di tenuta dello stelo in teflon, pressione massima di esercizio 10 bar, temperatura massima di esercizio 100 °C, giunzioni flangiate o filettate.

8.5.3 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno saranno a basse perdite di carico del tipo a flusso avviato ad ogiva in gomma o in ghisa, con corpo in ghisa, PN 10.

8.5.4 Valvole per gas

Valvola gas G4 con attacchi filettati da 1/2" (DN15) a 2" (DN50): valvola a sfera per impianto, certificata secondo la norma EN 331 DVGW, Leva. Dispositivo di sicurezza termico FIREBAG® (DIN 3586) integrato in entrata con resistenza HTB in caso di incendio. Versioni diritta, connessione filettata (MOP5) o flangiata (MOP16). Temperatura di esercizio -20°C + 60°C. MOP 5 / MOP16. ^[17] Resistenza alle alte temperature HTB 650° per 30' (EN1775).

Valvola gas G4F con attacchi flangiati da DN25 a DN150: valvola a sfera per impianto, certificata secondo la norma EN 331 DVGW, completa di leva. Dispositivo di sicurezza termico FIREBAG® (DIN 3586) integrato in entrata con resistenza HTB in caso di incendio. Versioni diritta, connessione lettata (MOP5) o angolata (MOP16). Temperatura di esercizio -20°C + 60°C. MOP 5 / MOP16. ^[1]_{SEP} Resistenza alle alte temperature HTB 650° per 30' (EN1775).

8.5.5 Valvole termostatiche per radiatori

Le valvole termo-statizzabili e i detentori saranno di tipo cromate, con attacchi dritti o a squadra, per tubi in ferro (o altro materiale ove indicato). Le valvole termo-statizzabili sono tipicamente impiegate per l'intercettazione del fluido sui terminali degli impianti di climatizzazione. Le valvole sono dotate di un particolare codolo con tenuta idraulica in gomma che permette il collegamento al radiatore in modo veloce e sicuro, senza l'ausilio di altro mezzo sigillante.

Caratteristiche tecniche valvole e detentori:

- Corpo: ottone EN 12165 CW617N, cromato
- Asta di comando otturatore: acciaio inox
- Tenute idrauliche: EPDM
- Manopola di comando e cappuccio: ABS (RAL 9010)
- Prestazioni Fluidi di impiego: acqua, soluzioni glicolate
- Max percentuale glicole: 30%
- Pressione differenziale max con comando montato: 1 bar
- Pressione max esercizio: 10 bar
- Campo temperatura fluido vettore: 5÷100°C

Le valvole dovranno essere abbinate a comando termostatico per valvole termo-statizzabili e termostatiche con sensore incorporato con elemento sensibile a liquido complete di un elemento regolatore di comando che, intervenendo automaticamente sull'apertura della valvola, mantiene costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono consistenti risparmi energetici. Principali caratteristiche tecniche:

- Scala di regolazione: *÷5;
- Campo di regolazione temperatura: 7÷28°C;
- Intervento antigelo: 7°C;
- Temperatura di stoccaggio: -10÷50°C.

8.5.6 Rubinetti di scarico e sfiato

I rubinetti di scarico e di intercettazione degli sfiati dei punti alti saranno del tipo in bronzo, a sfera con passaggio totale, filettati.

8.5.7 Rubinetti a maschio

I rubinetti a maschio non sono ammessi; al loro posto impiegare valvole a sfera.

8.6 Componenti INAIL

Ove previsto a progetto si dovranno installare nuovi dispositivi INAIL conformi alla raccolta R del D.M. 01.12.75 e s.m.i., montati su apposito tronchetto in mandata dal generatore di calore, nei primi 50 cm (valvola di sicurezza entro 1 m).

Termometro fondo scala 120 °C con elemento sensibile immerso nella mandata del generatore entro 0,5 metri dallo sbocco della stessa, in aggiunta a quello che normalmente correde il generatore di calore, come dotazione fornita dal costruttore.

Bitermostato con sonda ad immersione. Attacco sonda 1/2" M. Scatola di protezione in materiale plastico autoestinguente. Contatti in Ag 1000/1000. Tmax testa 80°C. Tmax bulbo 125°C. Pmax guaina 10 bar. Gradiente termico 1 K/min. Tensione da 24 a 380 V. Portata contatti 15 A (2,5) a 250 V e 7 A a 380 V. Grado di protezione IP 40. Omologato INAIL, è costituito da: termostato di sicurezza a riarmo manuale (Taratura 100°C con tolleranza +0 -6 K. Tensione da 24 a 380 V), termostato regolabile (Campo di regolazione temperatura da 0° a 90°C. Differenziale Dt 4 +- 1 K). Completo di manopola con scala graduata per impostazione temperatura di intervento.

Pozzetti di controllo temperatura omologati INAIL con diametro interno 10 mm posato a 45° rispetto il flusso dell'acqua, utilizzati per le verifiche tecniche da parte del personale INAIL durante le operazioni di rilascio del libretto matricolare INAIL;

Idrometro diametro 80 mm con attacco radiale diametro 3/8", fondo scala 6 bar o 10 bar c.a., completo di rubinetto a briglia e ricciolo ammortizzatore per la stabilizzazione della lettura della pressione dell'impianto; Valvola di intercettazione combustibile gas omologata e tarata al banco INAIL, a riarmo manuale, installata a valle della valvola d'intercettazione manuale in prossimità del bruciatore, compreso il collegamento al pozzetto sulla tubazione di mandata nei primi 50 cm; attacchi filettati fino a 2" (DN50), attacchi flangiati PN6/10 da 2"1/2 (DN65) e oltre;

Valvola di sicurezza a membrana, certificata e tarata a banco INAIL. Dotata di marchio CE secondo direttiva 97/23/CE. Attacchi 1/2" F x 3/4" F (1/2"x3/4", 3/4"x1", 1"x1"1/4, 1"1/4x1"1/2). Corpo e coperchio in ottone. Membrana e guarnizione in EPDM. Manopola in plastica rinforzata con fibre di vetro. Tarature disponibili: 1 - 1,5 - 2 - 2,25 - 2,5 - 2,7 - 3 - 3,5 - 4 - 4,5 - 5 - 5,4 - 6 - 7 - 8 bar. Campo di temperatura di esercizio 5÷110°C. Sovrappressione di apertura 10%, scarto di chiusura 20%. Sicurezza positiva. Corredata di verbale di taratura a banco INAIL;

Pressostato di sicurezza a riarmo manuale. Attacco 1/4"F. Coperchio in ABS. Contatti in lega di argento. Pressione max d'esercizio 15 bar. Campo di temperatura fluido: 0÷110°C. Campo di temperatura ambiente: -10÷55°C. Tensione 250 V. Portata contatti 16 A. Campo di regolazione pressione di intervento da 1 a 5 bar. Taratura di fabbrica 3 bar. Grado di protezione IP 40. Omologato INAIL (D.M. 1.12.1975).

Pressostato di minima a riarmo manuale. Attacco 1/4"F. Coperchio in ABS. Contatti in lega di argento. Pressione max d'esercizio 15 bar. Campo di temperatura fluido: 0÷110°C. Campo di temperatura ambiente: -10÷55°C. Tensione 250 V. Portata contatti 16 A. Campo di regolazione pressione di intervento da 0.7 a 1.0 bar. Taratura di fabbrica 0.7 bar. Grado di protezione IP 40. Omologato INAIL (D.M. 1.12.1975).

Il flussostato per acqua rileva la presenza o l'assenza di flusso nella tubazione ed attiva o disattiva un contatto elettrico. Mediante il flussostato si possono controllare apparecchiature quali: pompe, bruciatori, valvole motorizzate, attivazione di dispositivi di segnalazione, di allarme e regolazione di apparecchiature. Negli impianti di riscaldamento il flussostato ha il compito di provocare lo spegnimento del bruciatore qualora

venga a mancare la circolazione del fluido vettore nel circuito caldaia. La mancanza di circolazione pregiudica l'intervento dei dispositivi di sicurezza e protezione sensibili alla temperatura.

8.6.1 Vasi di espansione

Ove indicato nei documenti di progetto dovrà essere prevista l'installazione di vasi di espansione del tipo a membrana. È consigliabile installare i vasi di espansione sulla tubazione che contiene l'acqua alla temperatura più bassa. Per gli impianti di riscaldamento, l'installazione corretta è sulla tubazione di ritorno. La permeabilità della membrana ai gas aumenta al superamento dei limiti di temperatura, con diminuzione della capacità di compensazione della pressione e con grande rischio di formazione di aria nel circuito.

Per gli impianti sanitari, l'installazione corretta è sulla tubazione di alimentazione acqua fredda in ingresso.

Le linee di interconnessione tra i vasi e l'impianto non dovranno essere intercettabili, dovranno avere diametro minimo pari a $D = \sqrt{P/1,163}$ mm e dovranno presentare raggi di curvatura pari ad almeno 1,5 volte il diametro del tubo di espansione.

In generale dovranno essere installati:

- vaso d'espansione saldato, per impianti di riscaldamento certificato CE. Attacco 3/4" (3/4" da 8 a 50 l e 1" da 80 a 600 l) M (EN 10226-1). Corpo in acciaio. Membrana a diaframma in SBR. Attacco alla tubazione in acciaio zincato. Colore grigio. Fluidi d'impiego acqua e soluzioni glicolate; massima percentuale di glicole 50%. Pressione massima d'esercizio 6 bar. Pressione di precarica 1,5 bar. Campo di temperatura sistema $-10 \div 120^{\circ}\text{C}$; campo di temperatura membrana $-10 \div 70^{\circ}\text{C}$.
- vaso d'espansione saldato, per impianti idrosanitari e autoclave certificato CE. Attacco 3/4" (3/4" da 8 a 33 l, 1" da 50 a 100 l e 1 1/4" da 200 a 500 l) M (ISO 228-1). Corpo in acciaio. Membrana a vescica; in butile (da 8 a 33 l) o in EPDM (da 50 a 500 l; sostituibile per volumi da 60 a 500 l). Attacco alla tubazione in acciaio zincato. Protezione attacco alla tubazione: inserto in materiale plastico (da 8 a 33 l) o rivestimento epossidico (da 50 a 500 l). Colore blu. Fluido d'impiego acqua. Pressione massima d'esercizio 10 bar. Pressione di precarica 2,5 bar. Campo di temperatura sistema $-10 \div 70^{\circ}\text{C}$; campo di temperatura membrana $-10 \div 70^{\circ}\text{C}$.

8.7 Antivibranti e Compensatori di dilatazione

Gli antivibranti saranno di forma sferica con rete di supporto di nylon e filo d'acciaio altamente resistente agli strappi ed alle pressioni interne. I giunti dovranno essere installati evitando tensioni, torsioni e inclinature. Lo spazio di montaggio dovrà essere quello imposto dal costruttore. Pressione massima ammissibile 16 Kg/cmq.

I compensatori di dilatazione saranno di tipo assiale a soffietto in acciaio inox AISI 321, attacchi a flangia PN 16, completi di contro-flange, bulloni e guarnizioni. L'appaltatore dovrà eseguire e fornire i calcoli per il dimensionamento dei compensatori e delle spinte sui punti fissi.

8.8 Componenti di linea nei circuiti idronici

8.8.1 Filtri per acqua tecnica

Filtro a Y, a basso consumo energetico e a ridotte perdite di carico, con corpo in ghisa, cartuccia filtrante estraibile e sostituibile in acciaio inox, PN 10.

8.8.2 Filtri per acqua sanitaria e reintegro

Filtri ad azione meccanica costituiti da contenitore per cartucce filtranti standard da 10". Attacchi filettati 3/4" (e 1") F. Corpo in ottone. Bicchiere trasparente in materiale plastico ad alta resistenza. Tenuta ad O-Ring in NBR. Pressione massima di esercizio 16 bar. Campo di temperatura di esercizio 5÷40°C. Corredato di chiave di manovra. I filtri saranno completi di cartuccia filtrante da 10" standard, in rete di acciaio inox. Pressione differenziale massima (Δp) 3 bar. Luce passaggio filtro 50 μm .

8.8.3 Defangatori

Defangatore con attacchi flangiati per diametri superiori a DN 50, filettati per diametri inferiori, accoppiamento con contro-flangia EN 1092-1, attacco superiore 3/4" (con tappo), valvola di scarico in ottone 1" F (da DN 50 a DN 150); 2" F (da DN 200 a DN 300). Corpo in acciaio verniciato con polveri epossidiche. Elemento interno in acciaio inox. Tenute idrauliche in fibra non asbestos. Fluidi d'impiego acqua, soluzioni glicolate non pericolose escluse dal campo di applicazione della direttiva 67/548/CE; massima percentuale di glicole 50%. Pressione massima di esercizio 10 bar. Campo di temperatura di esercizio 0÷110°C. Capacità di separazione particelle fino a 5 μm . Coibentazione a guscio in schiuma poliuretanica espansa rigida a celle chiuse per misure fino a DN 100 (PE-X espanso a celle chiuse per DN 125 e DN 150). Pellicola esterna in alluminio grezzo goffrato. Campo di temperatura di esercizio 0÷105°C (0÷100°C per DN 125, DN 150 e serie 5466). Sostegni a pavimento per misure DN 200. Separazione anche per induzione magnetica del magnete.

8.8.4 Separatori

Separatore idraulico con corpo in acciaio verniciato con polveri epossidiche, con coibentazione, pressione massima di esercizio 10 bar, attacchi flangiati per diametri superiori a DN 50. Campo di temperatura di esercizio 0÷110°C. Fornito di:

- Valvola automatica di sfogo aria. Attacco 3/4" F. Attacco scarico 3/8" F. Corpo in ottone. Galleggiante in acciaio inox. Tenute idrauliche in VITON.
- Valvola di scarico. Attacco 1 1/4" F. Corpo in ottone; 2" F per DN 200÷DN 300.
- Attacchi porta-sonda ingresso/uscita 1/2" F.
- Coibentazione in schiuma poliuretanica espansa rigida a celle chiuse per misure fino a DN 100 (PE-X espanso a celle chiuse per DN 125 e DN 150). Pellicola esterna in alluminio grezzo goffrato. Campo di temperatura di esercizio 0÷105°C (0÷100°C per DN 125 e DN 150).
- Sostegni a pavimento per misure DN 200÷DN 300.

8.8.5 Scambiatori

Scambiatori di calore a piastre in acciaio inox AISI 304 o AISI 316 con piastre corrugate ad alto rendimento., ottenute mediante stampaggio di lamiera in acciaio inox, dotate di guarnizioni in gomma di tenuta periferica. Il pacco piastre è racchiuso tra 2 piastroni di fondo in acciaio al carbonio, facilmente amovibili per consentire la pulizia delle singole piastre costituenti lo scambiatore, e collegati tra loro mediante barre filettate in acciaio zincato la cui tensione di fissaggio assicura la tenuta delle guarnizioni.

Il componente dovrà essere dotato di kit coibente. Salvo diverse indicazioni il dimensionamento dovrà essere effettuato con salto di pressione massimo in entrambi i circuiti pari a 1,5 m.c.a. e delta termico tra primario e secondario massimo di 2°C.

8.8.6 Separatore d'aria

Gli impianti dovranno essere equipaggiati di sistema automatico di disareazione.

Il componente dovrà avere attacchi flangiati DN 50 (da DN 50 a DN 150) PN 16, flangiati DN 200 (da DN 200 a DN 300) PN 10, accoppiamento con controflangia EN 1092-1, filettati per diametri minori di DN 50. Attacchi a saldare DN 50 (da DN 50 a DN 150). Valvola di scarico in ottone 1" M con tappo (da DN 50 a DN 150), 2" F (da DN 200 a DN 300). Corpo in acciaio verniciato con polveri epossidiche. Elemento interno in acciaio inox. Tenute idrauliche in EPDM. Fluidi d'impiego acqua, soluzioni glicolate non pericolose escluse dal campo di applicazione della direttiva 67/548/CE; massima percentuale di glicole 50%. Pressione massima di esercizio 10 bar. Pressione massima di scarico 10 bar. Campo di temperatura di esercizio 0÷110°C. Valvola automatica sfogo aria: corpo in ottone, galleggiante in PP, guida galleggiante e asta in ottone, leva galleggiante e molla in acciaio inox. Coibentazione a guscio in schiuma poliuretana espansa rigida a celle chiuse per misure fino a DN 100 (PE-X espanso a celle chiuse per DN 125 e DN 150) e pellicola esterna in alluminio grezzo goffrato. Campo di temperatura di esercizio 0÷105°C (0÷100°C per DN 125 e DN 150).

8.9 Componenti linee gas

I generatori gas dovranno essere dotati di filtro per gas metano, dispositivo che impedisce il passaggio di particelle di polvere o detriti portati dal gas proteggendo i dispositivi di regolazione e sicurezza. È composto da una cartuccia filtrante ampiamente dimensionata e realizzata in materiale sintetico lavabile; è completamente estraibile per una totale ispezione e pulizia. Ogni filtro consente la misurazione della pressione a monte tramite un apposito attacco a norma. Norma di riferimento EN 126. Attacchi filettati da DN15 a DN50. Attacchi flangiati da DN65 a DN300. In conformità a: Direttiva PED 2014/68/UE (ex 97/23/CE), Direttiva Gas 2009/142/CE fino al 20/04/2018, Regolamento (UE) 2016/426 dal 21/04/2018.

Parimenti dovranno essere previsti giunti compensatori/antivibranti che servono per assorbire vibrazioni e cambiamenti di lunghezza nelle tubazioni dovuti a dilatazioni termiche, disallineamenti e spostamenti angolari. Questa funzione è svolta da un soffietto metallico inserito tra le due connessioni.

In tutte le versioni le parti a contatto con il gas sono in acciaio INOX. Nelle versioni flangiate le flange sono girevoli, in questo modo è possibile adattare con maggior facilità alle contro flange dell'impianto, evitando così inutili sforzi meccanici sul soffietto. Attacchi filettati da DN15 a DN50. Attacchi flangiati da DN65 a DN300.

8.10 Impianto di espulsione dei fumi

Per quanto riguarda gli impianti di espulsione dei fumi, se presenti, si faccia riferimento ai singoli progetti.

8.11 Trattamento acqua

Gli impianti dovranno essere dotati di impianti di trattamento dell'acqua conforme al D.M. 26 giugno 2015, costituito da un sistema di condizionamento chimico e, in presenza di acqua di alimentazione con durezza totale maggiore di 15 gradi francesi, anche da un impianto di addolcimento dell'acqua di impianto. I dispositivi di trattamento dovranno sempre essere abbinati ad un riduttore di pressione e ad un sistema di by-pass manuale.

8.11.1 Condizionamento chimico

Il gruppo di caricamento per impianti di condizionamento sarà adeguato a fornire acqua filtrata e condizionata per il reintegro dell'impianto. La stazione di dosaggio consentirà il dosaggio proporzionale di condizionanti liquidi impiegati negli impianti di produzione e distribuzione di acqua calda e fredda per il dosaggio dei prodotti antincrostanti, anticorrosivi e risananti.

L'unità sarà completa di modulo di supporto per tanica, realizzato in robusto materiale plastico resistente alle sostanze acide e alcaline, predisposto per l'alloggiamento di taniche da 20 kg, completo di contenitore di sicurezza per evitare lo sversamento del prodotto e di staffa per il montaggio della pompa dosatrice. Pompa dosatrice elettronica a dosaggio proporzionale mediante segnale proveniente da contatore lancia impulsi, con possibilità di moltiplicazione e divisione impulsi, completa di testata con disareazione manuale, di tubazione di mandata ed iniettore. Crepine di aspirazione da inserire nella tanica del prodotto, completa di sonda di minimo livello. Contatore lancia impulsi per il comando proporzionale della pompa dosatrice, a elevata precisione, con minima perdita di carico, da installare sulla tubazione dell'acqua da trattare.

Il dispositivo rispetterà le disposizioni tecniche per uso tecnologico rispondendo, quindi, a quanto previsto dalla norma UNI 8065/19 e dal D.M. 26 giugno 2015.

8.11.2 Addolcimento dell'acqua

Se previsto a progetto dovrà essere installato un addolcitore bi-blocco automatico elettronico a microprocessore, per acqua ad uso tecnologico o sanitaria, con rigenerazione a tempo con frequenza programmabile. Completo di display con visualizzazione numero di rigenerazioni effettuate, autonomia residua, avviso richiesta assistenza tecnica, nonché la fase di rigenerazione in corso. Alimentazione di sicurezza 24 Vac, 1 anno di memoria in assenza di alimentazione elettrica. Comprensivo di valvola antiallagamento, valvola ritegno, valvola anti vacuum e valvola miscelazione doppia taratura. Bombola resine con liner interno in PE del tipo alimentare, raccordo scarico, serbatoio salamoia con piastra per doppio fondo e troppopieno. Dichiarazione di conformità CE. Apparecchio realizzato con materiali rispondenti al D.M. 174/04 e in conformità al D.M. Salute 25/2012.

8.12 Strumenti di misura e controllo

Si dovranno prevedere strumenti di misura e controllo, aventi le caratteristiche sotto riportate, in ogni punto dei vari circuiti composti sia da tubazioni che da condotte dell'aria, ove se ne ravvisi la necessità funzionale di controllo e comunque nei punti ove sono indicati in progetto. Eventuali strumenti all'aperto saranno a tenuta stagna.

Tutti gli strumenti dovranno avere una precisione, rispetto al fondo scala, non superiore al 2%.

8.12.1 Termometri

Per tubazioni

Sono previsti del tipo a quadrante, con carica di mercurio e gambo sensibile in guaina immerso in pozzetto. La guaina, rigida in ottone, dovrà raggiungere il centro della tubazione e dovrà sporgere dall'isolamento termico. I termometri dovranno essere facilmente smontabili e la guaina dovrà essere tale da potervi inserire un termometro di controllo.

I termometri dovranno presentare le seguenti scale:

tubazioni acqua calda e acqua calda sanitaria : $0 \div 120^{\circ}\text{C}$
tubazioni acqua refrigerata, acqua potabile fredda, acqua di pozzo : $-20 \div +50^{\circ}\text{C}$

Ove le normative vigenti lo prescrivano e ove indicato sui disegni di progetto, a fianco di ogni termometro dovrà essere installato un pozzetto termometrico per il controllo con il termometro campione. Non sono ammessi termometri a contatto.

Per canali aria

I termometri per condotte d'aria saranno del tipo a quadrante, a carica di mercurio, con gambo verticale e con bordo per fissaggio sulla colonna.

I termometri a quadrante avranno la cassa in ottone cromato, diametro 80 mm, gambo rigido, con lunghezza tale da raggiungere il centro del canale e dovranno essere corredati di dispositivo di taratura.

I termometri dovranno presentare una scala $0 \div 50^{\circ}\text{C}$.

8.12.2 Manometri, idrometri

Gli apparecchi dovranno essere a quadrante del diametro minimo di 80 mm, sistema "Bourdon", cassa in ottone cromato, attacchi filettati diametro 1/2", lancetta di massima. Saranno completi di rubinetto di intercettazione con flangia di attacco per manometro campione, a norme ISPEL.

A monte e a valle delle pompe dovranno essere previste due prese di pressione, ciascuna con intercettazione, ed un solo idrometro.

Il fondo scala sarà adatto alle pressioni del circuito secondo le indicazioni di progetto. In mancanza di specifiche indicazioni si utilizzeranno apparecchi con fondo scala pari a circa 1,5 volte la massima pressione riscontrabile nel circuito.

8.12.3 Contabilizzatori di calore

I contatori volumetrici dovranno essere installati secondo specifiche del costruttore in posizione adeguata al fine di garantire la correttezza delle rilevazioni. I contatori volumetrici saranno ad ultrasuoni, utilizzati per misurare portata e quantità dell'acqua in circolazione in impianti di riscaldamento. L'uscita per la trasmissione dei segnali è di tipo: "litri/impulsi". Per elaborare i segnali trasmessi il dispositivo andrà connesso all'integratore elettronico di energia. Il dispositivo di misura è formato da 2 emettitori/ricevitori, che si scambiano impulsi ad ultrasuoni. Sfruttando l'effetto "DOPPLER", viene misurato il differenziale di tempo di percorrenza delle onde, che è legato alla velocità dell'acqua che scorre nel tubo. Ove i diametri lo consentono i dispositivi dovranno essere in esecuzione flangiata. Il dispositivo dovrà essere abbinato ad integratore per la misura della la quantità di energia termica e frigorifera in funzione della portata d'acqua in circolazione nell'impianto, e della differenza di temperatura tra mandata e ritorno, rilevata dalle due sonde a corredo. Conteggio termico e frigorifero separato con commutazione automatica. Il componente dovrà poter rilanciare per mezzo di 2 uscite impulsive la misura di energia termica / frigorifera per il calcolo della portata e della potenza istantanee. Comunicazione con sistemi di telegestione mediante collegamento C-Bus. Alimentazione: 230 V ~ Assorbimento: 0,5 VA. Con pila tampone al litio. Contenitore stagno 105 x 115.

Ripartitori

Ove indicato a progetto i caloriferi/scaldasalviette dovranno essere dotati di ripartitore di calore per la misurazione delle temperature per applicazioni di ripartizione dei costi di riscaldamento con sezione radio a

868MHz per la trasmissione delle informazioni ad un sistema di rilevamento e gestione dei dati di consumo, progettato per essere installato sui radiatori di riscaldamento di tipo comune in impianti di riscaldamento centralizzati con $t_{max} = 90^{\circ}\text{C}$, $t_{min}=35^{\circ}\text{C}$ (modalità 2 sensori) oppure $t_{min}=55^{\circ}\text{C}$ (modalità a 2 sensori).

Un sistema di fissaggio universale, appositamente sviluppato per l'installazione semplice, veloce e a prova di manomissione permette di installare il ripartitore sui radiatori a pannello e lamellari più comuni.

Se previsto a progetto il sistema dovrà essere abbinato a ripetitori wireless in grado di acquisire il segnale da uno o più misuratori comunicanti secondo lo standard M-BUS wireless (868 MHz) e di ritrasmettere i dati ricevuti ad una rete di altri dispositivi al fine di estendere la portata wireless dei misuratori, abbinati a data logger per l'acquisizione di dati provenienti dai ripetitori.

9 PROVE E COLLAUDI

Durante l'esecuzione delle opere saranno eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, in modo che esse risultino complete prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tutte le verifiche e prove saranno programmate ed eseguite nei giorni concordati con la Stazione Appaltante e, qualora richiesto, alla presenza dei rappresentanti della Stazione Appaltante stessa.

Il materiale, le apparecchiature ed il personale per tutte le prove sopra elencate sarà a carico dell'Appaltatore.

Dovendo la Ditta Assuntrice predisporre gli impianti per la consegna nelle condizioni richieste nel presente Capitolato, si precisa che le verrà concessa la possibilità di ripetere come massimo due serie di prove, sia sul collaudo funzionale finale e complessivamente sui collaudi stagionali prescritti, alla presenza della Direzione dei Lavori e/o del Collaudatore. Saranno a carico della ditta assuntrice tutti gli oneri per ulteriori verifiche derivanti da mancanze e/o inefficienze ad essa imputabili, compresi gli oneri per la copertura dei costi della Direzione dei Lavori e/o del Collaudatore.

Tutta la strumentazione necessaria per lo svolgimento delle prove dovrà essere messa a disposizione dall'impresa e dotata di regolare certificato di taratura in corso di validità.

In fase di collaudo finale tutti gli impianti si intendono perfettamente funzionanti e completi di tutta la documentazione.

9.1 Bilanciamenti e tarature

le operazioni di bilanciamento riguarderanno interamente tutti gli impianti, comprese quelle parti già installate che non sono oggetto di intervento e ciò per garantirne il funzionamento a regola d'arte secondo le prescrizioni del contratto.

La ditta installatrice dovrà sottoporre per approvazione alla DL le "procedure" di taratura secondo le seguenti operazioni:

- cronoprogramma delle operazioni di tabs;
- manuale di bilanciamento
- tabs revisione del progetto
- documentazione tabs finale certificata
- la messa in funzione dell'impianto iniziale e nei diversi periodi stagionali;
- la taratura delle portate, dei fluidi, delle temperature e di tutti i parametri necessari per permettere all'impianto di funzionare correttamente fino al raggiungimento delle tolleranze previste in contratto;
- l'assistenza in corso di verifiche in campo da parte della D.L.
- l'assistenza al collaudatore in corso di collaudo.

Tutte le operazioni di bilanciamento e taratura saranno a carico dell'impresa esecutrice. La documentazione finale dovrà essere firmata da tecnico abilitato e consegnata alla DL.

9.2 Installazione di impianti frigoriferi e/o in pompa di calore

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate in particolare le seguenti prove:

- prova di tutte le tubazioni, ad una pressione non inferiore a due volte quella massima di esercizio;

- prova idraulica a freddo, a rete ultimata: la prova idraulica a freddo avviene ad una pressione di 300 kPa superiore alla normale pressione di esercizio, mantenendo tale pressione per almeno 12 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Si riterrà positiva la prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti;
- prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti, dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera b). La prova preliminare di tenuta a caldo e di dilatazione avviene portando la temperatura al valore massimo di progetto e mantenendola tale per tutto il tempo occorrente ad una accurata ispezione dell'intera rete di distribuzione dei circuiti di centrale. Il controllo avrà inizio quando il complesso degli impianti avrà raggiunto lo stato di regime della temperatura indicata. Il risultato della prova è favorevole solo quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti ed i vasi di espansione siano tali da contenere con largo margine di sicurezza le variazioni del volume dell'acqua dell'impianto;

Durante l'esecuzione dei lavori saranno anche eseguite tutte le prove e verifiche che la Stazione Appaltante riterrà necessarie, al fine di accertare il perfetto funzionamento dei materiali impiegati alle prescrizioni contrattuali.

A lavori eseguiti saranno effettuati i seguenti controlli:

- controllo delle distribuzioni dell'acqua calda/refrigerata (acqua di torre/acqua refrigerata);
- controllo visivo che gli organi di intercettazione e di regolazione siano accessibili;
- controllo che siano state correttamente eseguite le procedure di pulitura e sgrassaggio delle tubazioni;
- controllo che siano stati immessi i liquidi condizionanti;
- controllo del riempimento e della pressurizzazione dei sistemi di espansione;
- controllo dei dispositivi di sicurezza;
- il salto termico dello scambiatore di calore deve corrispondere a quello previsto in fase di progetto;
- controllo del rispetto delle emissioni acustiche in ambiente;
- controllo dei motori elettrici.

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

Il funzionamento del nuovo gruppo frigorifero/pompa di calore dovrà risultare regolare; l'avviamento dovrà essere solo manuale mentre il funzionamento normale è in automatico. Le tarature dei set-point di temperatura dovranno essere verificate e corrette per le esigenze dell'impianto sotteso.

Ciascuna pompa dovrà essere verificata con le curve caratteristiche il corretto funzionamento in assetto normale dell'assorbimento e quindi di portata. Il rendimento dovrà essere compreso nel 5% dal rendimento massimo.

9.3 Impianti idronici e di produzione di acqua calda sanitaria

La verifica e le prove preliminari di cui appresso, dovranno essere effettuate durante l'esecuzione delle opere e ad impianto ultimato, in modo che risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori:

- prova di tutte le tubazioni, ad una pressione non inferiore a due volte quella massima di esercizio;

- prova idraulica a freddo, a rete ultimata: la prova idraulica a freddo avviene ad una pressione di 300 kPa superiore alla normale pressione di esercizio, mantenendo tale pressione per almeno 12 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Si riterrà positiva la prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti;
- prove idrauliche a freddo, per le distribuzioni di acqua fredda e calda sanitaria, da effettuarsi prima del montaggio della coibentazione e prima della chiusura dei vani, cavedi, controsoffitti, ecc.;
- prova di circolazione e coibentazione della rete di distribuzione di acqua calda sanitaria, con erogazione nulla;
- prova di erogazione di acqua fredda sanitaria;
- prova di erogazione di acqua calda sanitaria;
- verificata la possibilità di svuotare tutte le tubazioni e di sfogare l'aria;
- verifica portate sui circuiti idronici;
- verifica del corretto funzionamento dei terminali di riscaldamento;
- verifica delle temperature e delle pressioni dei fluidi;
- verifica del livello di rumore.

Relativamente ai sistemi a.c.s. le prove e verifiche dovranno essere effettuate secondo le modalità indicate nelle norme UNI 9182 e UNI EN 806 varie parti. Relativamente ai sistemi di climatizzazione le prove e verifiche dovranno essere effettuate secondo le modalità indicate nelle norme UNI 12599, UNI 5164, ovvero secondo relativi e decreti di settore.

La verifica e le prove preliminari di cui sopra dovranno essere eseguite dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e di esse e dei risultati ottenuti si deve compilare regolare verbale.

Se i risultati ottenuti, a suo giudizio, non saranno conformi alle prescrizioni del presente Capitolato, la Direzione dei Lavori emette il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Appaltatore siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni ritenute necessarie.

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

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

9.4 Termoregolazione

L'esame a vista deve accertare, avvalendosi anche della documentazione di progetto, che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano scelti correttamente e installati in conformità alla Norma CEI 64-8 e non siano danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.

La conformità alle prescrizioni di sicurezza può essere accertata dallo esame di marchi, certificazioni, dichiarazioni di conformità rilasciate dal costruttore.

Le verifiche devono comprendere, di massima, le seguenti verifiche:

- prova di funzionamento dei regolatori installati;
- verifica dei set-point impostati e dei criteri di termoregolazione;
- verifica del corretto funzionamento delle sonde in campo;
- verifica della completezza delle pagine grafiche se presenti;
- verifica della rete di comunicazione tra quadri e regolatori in campo mediante idonea strumentazione.

9.5 Prove acustiche

Saranno a cura dell'Impresa le misure acustiche necessarie per l'accettazione del livello di pressione sonora negli ambienti occupati; essa si applica al rumore prodotto dagli impianti tecnici in qualsiasi ambiente, sia esso quello servito oppure comunque disturbato dall'impianto.

Sarà impiegato un fonometro completo di calibratore, completo di certificato di taratura messo a disposizione dall'Impresa. Le misure saranno relazionate all'interno di un report controfirmato da tecnico abilitato.

Le prove andranno effettuate secondo normativa vigente, in generale il rumore proveniente da sorgenti interne all'edificio sede del locale disturbato, andrà misurato collocando il microfono nelle posizioni in cui il locale viene maggiormente utilizzato, con specifico riferimento alle funzioni del locale stesso, ad almeno 1 m dalle pareti, ad altezza di 1,20 m dal pavimento, in modo da consentire una valutazione del livello sonoro all'interno dell'ambiente, significativo ai fini dell'individuazione del suo valore massimo.

Per ridurre o evitare i disturbi alle onde stazionarie, sarà opportuno eseguire almeno 3 rilievi ruotando il microfono su archi di circonferenza di sviluppo di $\pm 0,5$ m nei due sensi. Secondo la natura del rumore in esame si dovranno rilevare le diverse grandezze fonometriche, secondo quanto prescritto dalla Norma UNI 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione".

In tutti gli ambienti dovranno essere rispettati i valori limite previsti dalla norma.

Il rumore generato dalle macchine facenti parte dell'impianto e che potrà essere trasmesso all'esterno per via aerea (da torri di raffreddamento, centrale termica, gruppi ventilanti, centrale frigorifera, gruppi elettrogeni ecc...) non dovrà superare i limiti previsti dalla normativa vigente, ovvero quanto riportato nella relazione acustica.

Il rumore da misurare sarà il "livello sonoro continuo equivalente" (ponderato A) per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro, con microfono (munito di schermo antivento) collocato all'esterno degli edifici, ad un metro dalla facciata (per edifici con facciata a filo della sede stradale o di spazi liberi) o dalla perimetrazione esterna di distacco dalla sede stradale o da spazi liberi. Per aree esterne non edificate i rilevamenti del rumore dovranno essere effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone o comunità.

10 DOCUMENTAZIONE FINALE E FINE LAVORI

Prima di poter ritenere completate le prove di collaudo ovvero prima di ritenere completati i lavori dovranno essere consegnati dall'impresa alla DL ed alla committenza i seguenti documenti, sia in versione digitale che in duplice copia cartacea:

- **dichiarazioni di conformità** degli impianti suddivise per tipologia e per lotti secondo D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 e successive s.m.i. comprensivi degli allegati obbligatori;
- **il manuale di uso e manutenzione;**
- verbali di primo avviamento di caldaie, chiller, pompe di calore ovvero componenti che lo richiedano;
- **libretti** di centrale;
- registrazione degli impianti su catasto impianti;
- certificazione componenti, in particolare certificazioni dispositivi di sicurezza;
- **progetto come costruito**, completa di layout in scala non inferiore a 1:50, contenente le seguenti informazioni:
 - marca, tipo e modello di ciascuna apparecchiatura;
 - dati tecnici funzionali e di assorbimento elettrico di ciascuna apparecchiatura;
 - dimensioni e masse di ciascuna apparecchiatura;
 - posizionamento di tutti gli organi di intercettazione, regolazione e taratura per aria e fluidi;
 - indicazione delle portate dei tronchi di tubazioni, terminali, canali e dei diffusori;
 - indicazione dei punti di misura per le prove ed i collaudi;
 - particolari di fissaggi ed ancoraggi;
 - particolari isolamento termico;
 - particolari costruttivi delle tubazioni, canali dell'aria, con particolare riferimento ai pezzi speciali;
 - particolari costruttivi di installazione dei componenti aria ed acqua (ad es. diffusori, bocchette, terminali acqua, collettori, UTA, ventilatori ecc...).
 - disegni costruttivi di tutte le apparecchiature, disegni di assieme, con piante e sezioni delle centrali e sottocentrali (scala non minore di 1:50), disegni di assieme delle reti fluidi; disegni di assieme delle reti areauliche (non sono ammesse rappresentazioni unifilari delle reti aria), completi di posizionamento di diffusori, bocchette, serrande di taratura, serrande tagliafuoco, valvolame, apparecchiature, ecc. con la indicazione delle portate d'aria e fluidi di tutti i diffusori, bocchette, griglie di presa d'aria esterna e di espulsione, reti areauliche ed idrauliche.
 - schemi funzionali di tutte le centrali, sottocentrali e parti dell'impianto
 - schemi elettrici funzionali delle apparecchiature e/o quadri di competenza
 - schemi funzionali e di collegamento del sistema di regolazione e supervisione
 - tabelle formato EXCEL indicanti tutte le caratteristiche tecniche delle singole apparecchiature individuate per gruppi funzionali;
 - l'elenco dei punti da controllare relativi al sistema di regolazione e/o di supervisione e controllo, compreso il manuale di utilizzo del sistema di termoregolazione.

11 ELENCO MARCHE

Le apparecchiature saranno determinate sulla base dell'elenco riportato nel seguito o altre marche equivalenti, in ogni caso previa approvazione.

Si precisa che l'approvazione da parte della DL di marche e modelli riferiti ai prodotti da impiegare proposti dall'appaltatore riguarda esclusivamente la qualità dei prodotti stessi e non si riferisce ad aspetti dimensionali, di funzionalità, di posa in opera e comunque di idoneità del loro impiego che è ad esclusivo carico dell'appaltatore, il quale ha l'onere di valutare le condizioni di posa, funzionalità, massa in funzione, taratura, bilanciamento e manutenzione conseguenti la scelta dei prodotti da impiegare assumendosene ogni onere conseguente.

Pompe di calore:	Aermec; Daikin; Clivet; Carrier; Trane.
Pompe:	KSB, Grundfos.
Tubi scarico:	Geberit; Valsir; Rehau.
Valvole:	KSB, Caleffi, Brandoni; Giacomini.
Tubi ferro:	Dalmine; Isoplus; Falck.
Tubi plastica:	Isoplus; Aquatherm; Aquatechnik.
Scambiatori/bollitori:	Pacetti; AlfaLaval; Cordivari.
Termoregolazione:	Sauter; Siemens; Honeywell.
Trattamento acqua:	Cillit/Cillichemie; Cillit/BWT; Gel.

IMPIANTI ELETTRICI

12 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI

12.1 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Il presente capitolato impiantistico relativo alle opere di realizzazione degli allacci elettrici di una nuova centrale termofrigorigena destinata al servizio dei nuovi alloggi e residenze per studenti universitari e relativi servizi all'Albergo dei Poveri di Genova.

L'intervento rientra nella fase di sostituzione dei gruppi di climatizzazione del complesso e principalmente le zone esterne interessate dall'intervento ed interesserà principalmente le seguenti attività:

- Ampliamento quadro generale Power center di cabina di trasformazione n.2 Sud;
- integrazione quadro termoregolazione esistente;
- nuovo quadro alimentazione macchine di climatizzazione;
- nuovo quadro centrale idrica piano alloggi.

12.1.1 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte come prescritto dall'art. 6, comma 1 del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i. e secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. Saranno considerati a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Fornitrice del Servizio Telefonico;
- alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- al Regolamento CPR UE n. 305/2011.

12.1.2 Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori:

a) isolamento dei cavi:

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi:

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00712, 00722, 00724, 00726, 00727 e CEI EN

50334. In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) 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 non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI UNEL 35024/1 ÷ 2.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

d) sezione minima dei conduttori neutri:

la sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma CEI 64-8/5.

e) sezione dei conduttori di terra e protezione:

la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm ²)
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato nell'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8/5.

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (CU) 16 (FE)
- non protetto contro la corrosione 25 (CU) 50 (FE)

12.1.3 Tubi Protettivi - Percorso tubazioni - Cassette di derivazione

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione dovrà essere concordato di volta in volta con la Stazione Appaltante. Negli impianti in edifici civili e similari si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi dovranno essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;
- il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non dovrà essere inferiore a 10 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione dovranno essere distinti per ogni montante. Sarà possibile utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati, per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia sarà possibile collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché 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.

Il numero dei cavi che potranno introdursi nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI
 (i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diam. e/diam. i mm	Sezione dei cavi - mm ²								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

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

12.1.4 Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 61386-22.

Essi dovranno essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi dovrà essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo i tubi dovranno essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi dovrà essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non potranno in genere apportarsi sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo dovranno avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentino in tali condizioni. In particolare le scatole rettangolari

porta apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici dovranno essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.

La serie di scatole proposta dovrà essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

12.1.5 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 dei Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, 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 (farli) 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). Lo spessore finale complessivo della sabbia, pertanto, dovrà risultare di almeno cm 15, più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo 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 il diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 o al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al reinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

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.

Relativamente alla profondità di posa, il cavo (o i cavi) dovrà (dovranno) essere posto (o posti) sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie, per riparazioni del manto stradale o cunette eventualmente soprastanti o per movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.

Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 50 ai sensi della norma CEI 11-17.

Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dall'Impresa aggiudicataria.

12.1.6 Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili

I cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti nei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla Stazione Appaltante;
- entro canalette di materiale idoneo, come cemento ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensoline in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente sui ganci, grappe, staffe o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio zincato ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di cm 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo l'Impresa aggiudicataria dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla Stazione Appaltante, sarà a carico dell'Impresa aggiudicataria soddisfare tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà tenersi 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 Stazione Appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio debbano essere zincate a caldo.

I cavi dovranno essere provvisti di fascette distintive, in materiale inossidabile, distanziate ad intervalli di m 150-200.

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

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc. valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il reinterro ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

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

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

In sede di appalto, verrà precisato se spetti alla Stazione Appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc., l'Impresa aggiudicataria dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie.

12.1.8 Posa aerea di cavi elettrici isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi

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

Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori ecc.) sarà di competenza dell'Impresa aggiudicataria.

Tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento ecc.), saranno di competenza esclusiva ed a carico della Stazione Appaltante, in conformità di quanto disposto al riguardo dal Testo Unico di leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui al R.D. 1775/1933 e s.m.i.

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

Saranno ammessi a tale sistema di posa unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1.000 V, isolati in conformità, salvo ove trattasi di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, alimentazioni per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà considerato di 6.000 Volt.

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 20-58;
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione "americana") a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, intervallati non più di cm 40.

Per entrambi i casi si impiegheranno collari e mensole di ammarro, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.

Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto previsto al comma "*Posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi*".

12.1.10 Protezione contro i contatti indiretti

Dovranno essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), dovrà avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che dovrà soddisfare le

prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8/1 ÷ 7 e 64-12. Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- a) 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 (norma CEI 64-8/5);
- b) 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 dovranno essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno (norma CEI 64-8/5);
- c) il conduttore di protezione, parte del collettore di terra, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali sia 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 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
- d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro avrà anche la funzione di conduttore di protezione (norma CEI 64-8/5);
- e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

12.1.11 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- a) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_s$$

dove R_t è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_s è il più elevato tra i valori in ampere della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; ove l'impianto comprenda più derivazioni protette dai dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

- b) coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_d$$

dove R_d è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_d il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società Distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

12.1.12 Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II potrà coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

12.1.13 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7.

In particolare i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898-1 e CEI EN 60947-2.

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possano verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

$$I_q \leq K s^2 \text{ (norme CEI 64-8/1 ÷ 7).}$$

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

Sarà consentito l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (norme CEI 64-8/1 ÷ 7).

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

In mancanza di specifiche indicazioni sul valore della corrente di cortocircuito, si presume che il potere di interruzione richiesto nel punto iniziale dell'impianto non sia inferiore a:

- 3.000 A nel caso di impianti monofasi;
- 4.500 A nel caso di impianti trifasi.

Protezione di circuiti particolari

Protezioni di circuiti particolari:

1. dovranno essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
2. dovranno essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
3. dovranno essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;
4. dovranno essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia e nei locali per sorveglianza o cura intensiva (CEI 64-8/7).

12.1.14 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte dell'impresa appaltatrice

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre non facenti parte del ramo d'arte dell'Appaltatore, contemplate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive siano subordinate ad esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo all'Appaltatore di render note tempestivamente alla Stazione Appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Stazione Appaltante possa disporre di conseguenza.

12.1.15 Materiali di rispetto

La scorta di materiali di rispetto non è considerata per le utenze di appartamenti privati. Per altre utenze, 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 di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di una unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni; di esse dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

12.1.16 Protezione dalle scariche atmosferiche

Generalità

La Stazione Appaltante preciserà se negli edifici, ove debbano installarsi gli impianti elettrici oggetto dell'appalto, dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione dalle scariche atmosferiche.

In tal caso l'impianto di protezione contro i fulmini dovrà essere realizzato in conformità al D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., al D.P.R. 462/2001 ed alle norme CEI EN 62305-1/4.

In particolare i criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro i fulmini sono considerati in due gruppi separati:

- il primo gruppo, relativo alle misure di protezione atte a ridurre il rischio sia di danno materiale che di pericolo per le persone, è riportato nella norma CEI EN 62305-3;
- il secondo gruppo, relativo alle misure di protezione atte a ridurre i guasti di impianti elettrici ed elettronici presenti nella struttura, è riportato nella norma CEI EN 62305-4.

12.1.17 Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

a) Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un limitatore di sovratensioni in conformità alla normativa tecnica vigente.

b) Protezione d'utenza

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, registratori di cassa, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto dovranno essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto a). Detto dispositivo dovrà essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e poter essere installato nelle normali scatole di incasso.

12.1.18 Protezione contro i radiorischi

a) Protezione bidirezionale di impianto

Per evitare che attraverso la rete di alimentazione, sorgenti di disturbo quali ad esempio motori elettrici a spazzola, utensili a motore, variatori di luminosità ecc., convogliano disturbi che superano i limiti previsti dal D.M. 10 aprile 1984 e s.m.i. in materia di prevenzione ed eliminazione dei disturbi alle radiotrasmissioni e radioricezioni, l'impianto elettrico dovrà essere disaccoppiato in modo bidirezionale a mezzo di opportuni filtri.

Detti dispositivi dovranno essere modulari e componibili con dimensioni del modulo base 17,5X45X53 mm ed avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato.

Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese tra 20dB a 100kHz e 60dB a 30MHz.

b) Protezione unidirezionale di utenza

Per la protezione delle apparecchiature di radiotrasmissione e radioricezione e dei dispositivi elettronici a memoria programmabile, dai disturbi generati all'interno degli impianti e da quelli captati via etere, sarà necessario installare un filtro di opportune caratteristiche in aggiunta al filtro di cui al punto a) il più vicino possibile alla presa di corrente da cui sono alimentati.

1) Utenze monofasi di bassa potenza

Questi filtri dovranno essere componibili con le prese di corrente ed essere montabili a scatto sulla stessa armatura e poter essere installati nelle normali scatole da incasso.

Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese tra 35 dB a 100 kHz e 40 dB a 30 MHz.

2) Utenze monofasi e trifasi di media potenza

Per la protezione di queste utenze sarà necessario installare i filtri descritti al punto a) il più vicino possibile all'apparecchiatura da proteggere.

12.1.19 Stabilizzazione della tensione

La Stazione Appaltante, in base anche a possibili indicazioni da parte dell'Azienda elettrica distributrice, preciserà se dovrà essere prevista una stabilizzazione della tensione a mezzo di apparecchi stabilizzatori regolatori, indicando, in tal caso, se tale stabilizzazione dovrà essere prevista per tutto l'impianto o solo per circuiti da precisarsi, ovvero soltanto in corrispondenza di qualche singolo utilizzatore, anch'esso da precisarsi.

12.1.20 Maggiorazioni dimensionali rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge

Ad ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente Capitolato Speciale tipo, rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, saranno adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

12.2 CAVI

Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.

La composizione dei cavi ammessi sono da intendersi nelle seguenti parti:

- il conduttore: la parte metallica destinata a condurre la corrente;
- l'isolante: lo strato esterno che circonda il conduttore;
- l'anima: il conduttore con il relativo isolante;
- lo schermo: uno strato di materiale conduttore che è inserito per prevenire i disturbi;
- la guaina: il rivestimento protettivo di materiale non metallico aderente al conduttore.

Il sistema di designazione, ricavato dalla Norma CEI 20-27, si applica ai cavi da utilizzare armonizzati in sede CENELEC. I tipi di cavi nazionali, per i quali il CT 20 del CENELEC ha concesso espressamente l'uso, possono utilizzare tale sistema di designazione. Per tutti gli altri cavi nazionali si applica la tabella CEI-UNEL 35011: "Sigle di designazione".

Ai fini della designazione completa di un cavo, la sigla deve essere preceduta dalla denominazione "Cavo" e dalle seguenti codifiche:

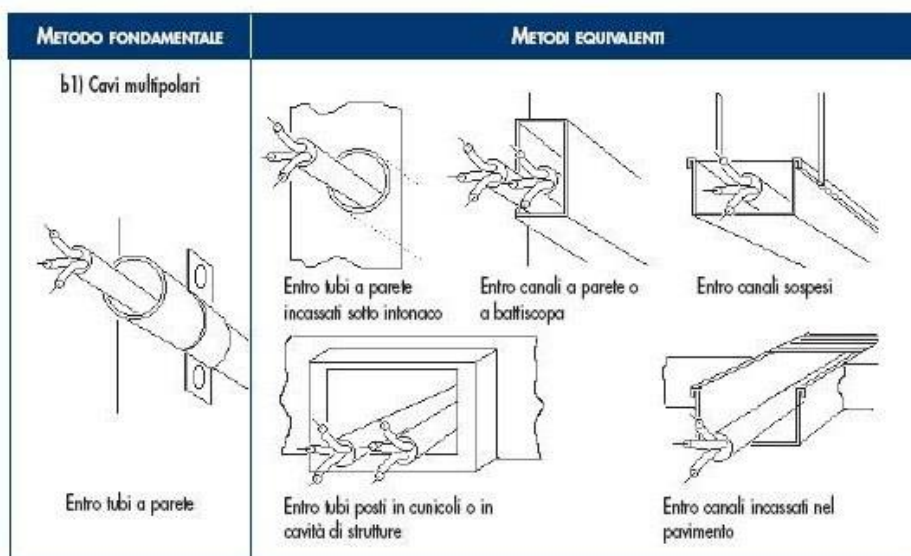
1. Numero, sezione nominale ed eventuali particolarità dei conduttori
2. Natura e grado di flessibilità dei conduttori

3. Natura e qualità dell'isolante
4. Conduttori concentrici e schermi sui cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari
5. Rivestimenti protettivi (guaine/armature) su cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari
6. Composizione e forma dei cavi
7. Conduttori concentrici e schermi sull'insieme delle anime dei cavi multipolari
8. Rivestimenti protettivi (guaine armature) sull'insieme delle anime dei cavi multipolari
9. Eventuali organi particolari
10. Tensione nominale

Alla sigla seguirà la citazione del numero della tabella CEI-UNEL, ove questa esista, e da eventuali indicazioni o prescrizioni complementari precisati.

Isolamento dei cavi:


















I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore. I metodi di installazione consentiti potranno comprendere uno o più tra quelli illustrati di seguito, come da indicazione progettuale e/o della Direzione Lavori:



Colorazione delle anime

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI UNEL 00712, 00722, 00724, 00726, 00727 e CEI EN 50334. In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

Saranno comunque ammesse altre colorazioni per cavi in bassa tensione, in particolare per cavi unipolari secondo la seguente tabella:

Individuazione dei conduttori tramite colori		
Uso		Colore
consigliato come conduttore di fase		nero
consigliato come conduttore di fase		marrone
per uso generale		rosso
per uso generale		arancione
conduttore di neutro o mediano		blu chiaro
per uso generale		viola
per uso generale		grigio
per uso generale		bianco
per uso generale		rosa
per uso generale		turchese
conduttore di protezione (PE)		giallo-verde
conduttore PEN		blu chiaro con marcature giallo-verde alle terminazioni
conduttore PEN		giallo-verde con marcature blu chiaro alle terminazioni
conduttore di neutro o mediano nudo quando identificato mediante colore		banda blu chiara, larga da 15 mm a 100 mm, in ogni comparto o unità e in ogni posizione accessibile
		colorazione blu chiaro per tutta la lunghezza
conduttore di protezione nudo quando identificato mediante colore		nastro bicolore giallo-verde, largo da 15 mm a 100 mm, in ogni comparto o unità e in ogni posizione accessibile
		colorazione giallo-verde per tutta la lunghezza

12.2.1 Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori:

Il decreto legislativo n.106/2017 vieta a partire dal 9 agosto 2017 l'installazione di cavi non conformi al Regolamento UE "CPR" n. 305/2011 immessi sul mercato dopo il primo luglio 2017.

I cavi non ancora disponibili al momento della redazione del progetto potranno essere prescritti dal professionista e installati purché immessi sul mercato prima del primo luglio. I cavi acquistati prima del primo luglio potranno essere utilizzati senza limiti di tempo. Tuttavia dovranno essere impiegati cavi CPR corrispondenti qualora questi dovessero rendersi disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto.

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 non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere

scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI UNEL 35024/1 ÷ 2.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

Sezione minima dei conduttori neutri:

la sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma CEI 64-8/5.

Sezione dei conduttori di terra e protezione:

la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE	
Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm ²)
S ≥ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato nell'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8/5.

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (CU) 16 (FE)
- non protetto contro la corrosione 25 (CU) 50 (FE)

CLASSI DI PRESTAZIONE DEI CAVI ELETTRICI IN RELAZIONE ALL'AMBIENTE DI INSTALLAZIONE / LIVELLO DI RISCHIO INCENDIO

La Norma CEI UNEL 35016 fissa, sulla base delle prescrizioni normative installative CENELEC e CEI, le quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), che consentono di rispettare le prescrizioni installative nell'attuale versione della Norma CEI 64-8.

La Norma CEI UNEL si applica a tutti i cavi elettrici, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati con conduttori metallici o dielettrici, per installazioni permanenti negli edifici e opere di ingegneria civile con lo scopo di supportare progettisti ed utilizzatori nella scelta del cavo adatto per ogni tipo di installazione.

CLASSIFICAZIONE DI REAZIONE AL FUOCO				LUOGHI	CAVI
Requisito principale	Classificazione aggiuntiva			Tipologie degli ambienti di installazione	Designazione CPR (Cavi da utilizzare)
Fuoco (1)	Fumo (2)	Gocce (3)	Acidità (4)		
B2ca	s1a	d1	a1	AEREOSTAZIONI • STAZIONI FERROVIARIE • STAZIONI MARITTIME • METROPOLITANE IN TUTTO O IN PARTE SOTTERRANEE • GALLERIE STRADALI DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 500M • FERROVIE SUPERIORI A 1000M.	FG 18OM16 1- 0,6/1 kV FG 18OM18 - 0,6/1 kV
Cca	s1b	d1	a1	STRUTTURE SANITARIE CHE EROGANO PRESTAZIONI IN REGIME DI RICOVERO OSPEDALIERO E/O RESIDENZIALE A CICLO CONTINUATIVO E/O DIURNO • CASE DI RIPOSO PER ANZIANI CON OLTRE 25 POSTI LETTO • STRUTTURE SANITARIE CHE EROGANO PRESTAZIONI DI ASSISTENZA SPECIALISTICA IN REGIME AMBULATORIALE, IVI COMPRESSE QUELLE RIABILITATIVE, DI DIAGNOSTICA STRUMENTALE E DI LABORATORIO • LOCALI DI SPETTACOLO E DI INTRATTENIMENTO IN GENERE IMPIANTI E CENTRI SPORTIVI, PALESTRE, SIA DI CARATTERE PUBBLICO CHE PRIVATO • ALBERGHI • PENSIONI • MOTEL • VILLAGGI ALBERGO • RESIDENZE TURISTICO-ALBERGHIERE • STUDENTATI • VILLAGGI TURISTICI • AGRITURISMI •	FG16OM16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V H07Z1-N Type2 450/750 V

				OSTELLI PER LA GIOVENTÙ • RIFUGI ALPINI • BED & BREAKFAST • DORMITORI • CASE PER FERIE CON OLTRE 25 POSTI LETTO • STRUTTURE TURISTICO-RICETTIVE ALL'ARIA APERTA (CAM-PEGGI, VILLAGGI TURISTICI, ECC.) CON CAPACITÀ RICETTIVA SUPERIORE A 400 PERSONE • SCUOLE DI OGNI ORDINE, GRADO E TIPO, COLLEGI, ACCADEMIE CON OLTRE 100 PERSONE PRESENTI • ASILI NIDO CON OLTRE 30 PERSONE PRESENTI • LOCALI ADIBITI AD ESPOSIZIONE E/O VENDITA ALL'INGROSSO AL DETTAGLIO, FIERE E QUARTIERI FIERISTICI • AZIENDE ED UFFICI CON OLTRE 300 PERSONE PRESENTI • BIBLIOTECHE • ARCHIVI • MUSEI • GALLERIE • ESPOSIZIONI • MOSTRE • EDIFICI DESTINATI AD USO CIVILE, CON ALTEZZA ANTINCENDIO SUPERIORE A 24M.	
Cca	s3	d1	a3	EDIFICI DESTINATI AD USO CIVILE, CON ALTEZZA ANTINCENDIO INFERIORE A 24M • SALE D'ATTESA • BAR • RISTORANTI • STUDI MEDICI.	FG16OR16 - 0,6/1 kV
					FS17 - 450/750 V
Eca	-	-	-	ALTRE ATTIVITÀ: INSTALLAZIONI NON PREVISTE NEGLI EDIFICI DI CUI SOPRA E DOVE NON ESISTE RISCHIO DI INCENDIO E PERICOLO PER PERSONE E/O COSE.	H05RN – F; H07RN - F H07V-K; H05VV-F

12.3 RIFASAMENTO DEGLI IMPIANTI

Per ovviare ad eventuale basso fattore di potenza C ($\cos \phi$) dell'impianto, si dovrà procedere ad un adeguato rifasamento.

Il calcolo della potenza in kVA delle batterie di condensatori necessari dovrà essere fatto tenendo presenti:

- la potenza assorbita;
- il fattore di potenza ($\cos \phi$) contrattuale di 0,9 (provvedimento CIP);
- l'orario di lavoro e di inserimento dei vari carichi.

L'installazione del complesso di rifasamento dovrà essere fatta in osservanza alle norme CEI EN 60831-1, al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., e ad altre eventuali prescrizioni in vigore.

Dovranno essere installate le seguenti protezioni:

- protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti;
- protezione contro i contatti indiretti;
- protezione dell'operatore da scariche residue a mezzo di apposite resistenze di scarica.

Sarà oggetto di accordi particolari l'ubicazione delle batterie di rifasamento e l'eventuale adozione di un sistema di inserimento automatico.

12.4 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici dovranno essere calcolati per la potenza impegnata, intendendosi con ciò che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere dovranno riferirsi alla potenza impegnata. Detta potenza verrà indicata dalla Stazione Appaltante o calcolata in base a dati forniti dalla Stazione Appaltante.

Per gli impianti elettrici negli edifici civili, in mancanza di indicazioni, si farà riferimento al carico convenzionale dell'impianto. Detto carico verrà calcolato sommando tutti i valori ottenuti applicando alla potenza nominale degli apparecchi utilizzatori fissi e a quella corrispondente alla corrente nominale delle prese a spina, i coefficienti che si deducono dalle tabelle CEI riportate nei paragrafi seguenti.

12.4.1 Valori di Potenza Impegnata negli Appartamenti di Abitazione

1) Per l'illuminazione:

- 10 W per m² di superficie dell'appartamento col minimo di 500 W.

2) Scalda-acqua:

- 1.000 W per appartamenti fino a 4 locali (dovrà considerarsi come locale ogni vano abitabile con esclusione cioè di anticamera, corridoi, cucinino, bagno);
- 2.000 W per appartamenti oltre i 4 locali.

3) Cucina elettrica:

- da considerare solo ove ne sia prevista esplicitamente l'installazione.

4) Servizi vari:

- 40 W per m² di superficie dell'appartamento in zone urbane;
- 20 W per m² di superficie dell'appartamento in zone rurali.

12.4.2 Punti di utilizzazione

Nelle abitazioni si dovranno prevedere i punti di utilizzazione in conformità a quanto indicato nella norma CEI 64-50.

12.4.3 Suddivisione dei circuiti e loro protezione in abitazioni ed edifici residenziali

Nelle abitazioni e negli edifici residenziali in genere si dovranno alimentare, attraverso circuiti protetti e singolarmente sezionabili facenti capo direttamente al quadro elettrico, almeno le seguenti utilizzazioni:

a) illuminazione di base:

sezione dei conduttori non inferiore a 1,5 mm²; protezione 10 A; potenza totale erogabile 2 kW;

b) prese a spina da 10 A per l'illuminazione supplementare e per piccoli utilizzatori (televisori, apparecchi radio ecc.):

sezione dei conduttori 1,5 mm²; protezione 10 A; potenza totale erogabile 2 kW;

c) prese a spina da 16 A ed apparecchi utilizzatori con alimentazione diretta (es. scaldacqua) con potenza unitaria minore o uguale a 3 kW:

sezione dei conduttori 2,5 mm²; protezione 16 A; potenza totale erogabile 3 kW;

d) eventuale linea per alimentazione di utilizzazione con potenza maggiore di 3 kW:

sezione conduttori 4 mm²; protezione 25 A.

Sul quadro elettrico dovranno essere previsti un numero superiore di circuiti protetti ogni qualvolta si verifichino le seguenti condizioni:

- a) elevata superficie abitabile, maggiore di 150 m²:
occorrerà prevedere più linee per l'illuminazione di base al fine di limitare a 150 m² la superficie dei locali interessati da una singola linea;
- b) elevato numero di prese da 10 A:
occorrerà prevedere una linea da 10 A ogni 15 prese;
- c) elevato numero di apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (scalda-acqua, lavatrici, lavastoviglie) che dovranno funzionare contemporaneamente prelevando una potenza totale superiore a 3 kW:
occorrerà alimentare ciascun apparecchio utilizzatore con potenza unitaria maggiore di 2 kW direttamente dal quadro con una linea protetta.

Nella valutazione della sezione dei conduttori relativi al singolo montante, oltre a tener conto della caduta di tensione del 4%, occorrerà considerare anche i tratti orizzontali (ad esempio 6 m in orizzontale dal quadro contatori al vano scale). Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere di almeno 3.000 A (CEI 64-8/1 ÷ 7) a meno di diversa comunicazione dell'azienda di distribuzione dell'energia elettrica (ENEL ecc.); gli interruttori automatici dovranno essere bipolari con almeno un polo protetto in caso di distribuzione fase-neutro, bipolari con due poli protetti in caso di distribuzione fase-neutro, bipolari con due poli protetti in caso di distribuzione fase-fase.

12.4.4 Coefficienti per la valutazione del carico convenzionale delle unità d'impianto

Impianto	Illumi- nazio- ne	Scalda-acqua	Cucina	Servizi vari, comprese le prese a spina (per queste la potenza è quella corrispondente alla corrente nominale)	Ascensore (la potenza è quella corrispondente alla corrente di targa)
Appartamenti di abitazione	0,65 0,75	1 per l'apparecchio di maggior potenza, 0,75 per il secondo, 0,50 per gli altri	(1) 1 per l'apparecchi	vedi paragrafo "Suddivisione dei circuiti" 0,5	(2) 3 per il motore dell'ascensore di

Alberghi, Ospedali, Collegi	0,90	1 per l'apparecchio di maggiore potenza, 0,75 per il secondo, 0,50 per gli altri	o di maggior potenza, 0,75 per gli altri	0,5	maggiore potenza, 1 per il successivo, 0,7 per tutti gli altri ascensori
Uffici e negozi		1 per l'apparecchio di maggiore potenza, 0,75 per il secondo, 0,50 per il terzo, 0,25 gli altri			3 per il motore dell'ascensore di maggiore potenza, 1 per il successivo, 0,7 per tutti gli altri ascensori

(1) Per le derivazioni facenti capo a singoli apparecchi utilizzatori o a singole prese a spina dovrà assumersi, come valore del coefficiente, l'unità, fatta eccezione per il caso degli ascensori.

(2) Per gli ascensori ed altri servizi generali di edifici di abitazione comuni, i dati relativi sono allo studio.

12.4.5 Coefficienti per la valutazione del carico convenzionale delle colonne montanti che alimentano appartamenti di abitazione

unità di impianto	valore del coefficiente
1	1
da 2 a 4	0,8
da 5 a 10	0,5
11 ed oltre	0,3

12.4.6 Impianti trifase

Negli impianti trifase (per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte dell'azienda di distribuzione dell'energia elettrica (ENEL ecc.) non è possibile applicare il dimensionamento dell'impianto di cui all'articolo "Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti"; tale dimensionamento dell'impianto sarà determinato di volta in volta secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle norme CEI. In particolare le condutture dovranno essere calcolate in funzione della potenza impegnata che si ricava nel seguente modo:

a) potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore (P1 - P2 - P3 - ecc.) intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore (PU) moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione (Cu);

$$P1 = Pu \times Cu;$$

b) potenza totale per la quale dovranno essere proporzionati gli impianti (P_t) intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore ($P_1 - P_2 - P_3 - \text{ecc.}$) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità (C_c);

$$P_t = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) \times C_c$$

Le condutture e le relative protezioni che alimentano i motori per ascensori e montacarichi dovranno essere dimensionate per una corrente pari a 3 volte quella nominale del servizio continuativo; ove i motori siano più di uno (alimentati dalla stessa condotta) si applicherà il coefficiente della tabella di cui al paragrafo "*Coefficienti per la valutazione del carico convenzionale delle unità d'impianto*".

La sezione dei conduttori sarà quindi scelta in relazione alla potenza da trasportare, tenuto conto del fattore di potenza, e alla distanza da coprire.

Si definisce corrente d'impiego di un circuito (I_b) il valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. Essa si calcola in base alla potenza totale ricavata dalle precedenti tabelle, alla tensione nominale e al fattore di potenza.

Si definisce portata a regime di un conduttore (I_z) il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato. Essa dipende dal tipo di cavo e dalle condizioni di posa ed è indicata nella tabella CEI UNEL 35024/1 ÷ 2.

Il potere d'interruzione degli interruttori automatici dovrà essere di almeno 4.500 A (Norme CEI 64-8/1 ÷ 7), a meno di diversa comunicazione dell'azienda di distribuzione dell'energia elettrica (Enel ecc.).

Gli interruttori automatici dovranno essere tripolari o quadripolari con 3 poli protetti.

12.5 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

12.5.1 Assegnazione dei valori di illuminazione

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori su un piano orizzontale posto a m 0,85 dal pavimento, in condizioni di alimentazione normali, saranno desunti, per i vari locali, dalle tabelle della norma UNI EN 12464-1.

Ai sensi della stessa norma il rapporto tra i valori minimi e massimi di illuminazione, nell'area di lavoro non deve essere inferiore a 0.80.

In fase di progettazione si adotteranno valori di illuminazione pari a 1.25 volte quelli richiesti per compensare il fattore di deprezzamento ordinario (norma UNI EN 12464-1).

12.5.2 Tipo di illuminazione (o natura delle sorgenti)

Il tipo di illuminazione sarà prescritto dalla Stazione Appaltante, scegliendo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- a LED;

Le imprese concorrenti possono, in variante, proporre qualche altro tipo che ritenessero più adatto.

In ogni caso, i circuiti relativi ad ogni accensione o gruppo di accensioni simultanee non dovranno avere un fattore di potenza inferiore a 0,9 ottenibile eventualmente mediante rifasamento. Dovranno essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

12.5.3 Corpi illuminanti

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere in maniera imprescindibile le seguenti caratteristiche:

- elevata efficienza luminosa;
- elevata affidabilità;
- lunga durata di funzionamento;
- compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema dello smaltimento delle sorgenti esauste).

Inoltre nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano diventano prioritari anche i seguenti requisiti:

- tonalità della luce (temperatura di colore);
- indice di resa cromatica.

12.5.4 Condizioni ambiente

La Stazione Appaltante fornirà piante e sezioni, in opportuna scala, degli ambienti da illuminare, dando indicazioni sul colore e tonalità delle pareti degli ambienti stessi, nonché ogni altra eventuale opportuna indicazione.

12.5.5 Apparecchiatura illuminante

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

Soltanto per ambienti con atmosfera pulita sarà consentito l'impiego di apparecchi aperti con lampada non protetta. Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un migliore sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, la Stazione Appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indietro o totalmente indiretto.

12.5.6 Ubicazione e disposizione delle sorgenti

Particolare cura si dovrà porre all'altezza ed al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto o indiretto, come prescritto dalla norma UNI EN 12464-1.

In mancanza di indicazioni, gli apparecchi di illuminazione dovranno ubicarsi a soffitto con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente di disuniformità consentito.

In locali di abitazione è tuttavia consentita la disposizione di apparecchi a parete (applique), per esempio, nelle seguenti circostanze: sopra i lavabi a circa m 1,80 dal pavimento, in disimpegni di piccole e medie dimensioni sopra la porta.

12.5.7 Potenza emittente (Lumen)

Con tutte le condizioni imposte sarà calcolata, per ogni ambiente, la potenza totale emessa in lumen, necessaria per ottenere i valori di illuminazione prescritti.

12.5.8 Alimentazione dei servizi di sicurezza e alimentazione di emergenza (CEI 64-8/1 ÷ 7)

Si definisce alimentazione dei servizi di sicurezza il sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti dell'impianto necessari per la sicurezza delle persone. Il sistema include la sorgente, i circuiti e gli altri componenti.

Si definisce alimentazione di riserva il sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti dell'impianto necessari per la sicurezza delle persone. Il sistema include la sorgente, i circuiti e gli altri componenti.

Si definisce alimentazione di riserva il sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti dell'impianto per motivi diversi dalla sicurezza delle persone.

Alimentazione dei servizi di sicurezza

Essa è prevista per alimentare gli utilizzatori ed i servizi vitali per la sicurezza delle persone, come ad esempio:

- lampade chirurgiche nelle camere operatorie;
- utenze vitali nei reparti chirurgia, rianimazione, cure intensive;
- luci di sicurezza scale, accessi, passaggi;
- computer e/o altre apparecchiature contenenti memorie volatili.

Sono ammesse le seguenti sorgenti:

- batterie di accumulatori;
- pile;
- altri generatori indipendenti dall'alimentazione ordinaria;
- linea di alimentazione dell'impianto utilizzatore (ad esempio dalla rete pubblica di distribuzione) indipendente da quella ordinaria solo quando sia ritenuto estremamente improbabile che le due linee possano mancare contemporaneamente;
- gruppi di continuità.

L'intervento dovrà avvenire automaticamente.

L'alimentazione dei servizi di sicurezza è classificata, in base al tempo T entro cui è disponibile, nel modo seguente:

- $T=0$: di continuità (per l'alimentazione di apparecchiature che non ammettono interruzione);
- $T<0,15s$: ad interruzione brevissima;
- $0,15s<T<0,5s$: ad interruzione breve (ad es. per lampade di emergenza).

La sorgente di alimentazione dovrà essere installata a posa fissa in locale ventilato accessibile solo a persone addestrate; questa prescrizione non si applicherà alle sorgenti incorporate negli apparecchi.

La sorgente di alimentazione dei servizi di sicurezza non dovrà essere utilizzata per altri scopi salvo che per l'alimentazione di riserva, purché abbia potenza sufficiente per entrambi i servizi e purché, in caso di sovraccarico, l'alimentazione dei servizi di sicurezza risulti privilegiata.

Qualora si impieghino accumulatori la condizione di carica degli stessi deve essere garantita da una carica automatica e dal mantenimento della carica stessa. Il dispositivo di carica deve essere dimensionato in modo da effettuare entro 6 ore la ricarica (Norma CEI EN 60598-2-22).

Gli accumulatori non dovranno essere in tampone.

Il tempo di funzionamento garantito dovrà essere di almeno 3 ore.

Non dovranno essere usate batterie per auto o per trazione.

Qualora si utilizzino più sorgenti e alcune di queste non fossero previste per funzionare in parallelo devono essere presi provvedimenti per impedire che ciò avvenga.

L'alimentazione di sicurezza potrà essere a tensione diversa da quella dell'impianto; in ogni caso i circuiti relativi dovranno essere indipendenti dagli altri circuiti, cioè tali che un guasto elettrico, un intervento, una modifica su un circuito non compromettano il corretto funzionamento dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza.

A tale scopo potrà essere necessario utilizzare cavi multipolari distinti, canalizzazioni distinte, cassette di derivazione distinte o con setti separatori, materiali resistenti al fuoco, circuiti con percorsi diversi ecc.

Dovrà evitarsi, per quanto possibile, che i circuiti dell'alimentazione di sicurezza attraversino luoghi con pericolo d'incendio; quando ciò non sia praticamente possibile i circuiti dovranno essere resistenti al fuoco.

È vietato proteggere contro i sovraccarichi i circuiti di sicurezza.

La protezione contro i corti circuiti e contro i contatti diretti e indiretti dovrà essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria, sia dell'alimentazione di sicurezza o, se previsto, di entrambe in parallelo.

I dispositivi di protezione contro i corti circuiti dovranno essere scelti e installati in modo da evitare che una sovracorrente su un circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza.

I dispositivi di protezione comando e segnalazione dovranno essere chiaramente identificati e, ad eccezione di quelli di allarme, dovranno essere posti in un luogo o locale accessibile solo a persone addestrate.

Negli impianti di illuminazione il tipo di lampade da usare dovrà essere tale da assicurare il ripristino del servizio nel tempo richiesto, tenuto conto anche della durata di commutazione dell'alimentazione.

Negli apparecchi alimentati da due circuiti diversi, un guasto su un circuito non dovrà compromettere né la protezione contro i contatti diretti e indiretti, né il funzionamento dell'altro circuito.

Tali apparecchi dovranno essere connessi, se necessario, al conduttore di protezione di entrambi i circuiti.

Alimentazione di riserva

È prevista per alimentare utilizzatori e servizi essenziali ma non vitali per la sicurezza delle persone, come ad esempio:

- luci notturne;
- almeno un circuito luce esterna e un ascensore;
- centrale idrica;
- centri di calcolo;
- impianti telefonici, intercomunicanti, segnalazione, antincendio, videocitofonico.

La sorgente di alimentazione di riserva, ad esempio un gruppo elettrogeno oppure un gruppo di continuità, dovrà entrare in funzione entro 15 s dall'istante di interruzione della rete.

L'alimentazione di riserva dovrà avere tensione e frequenza uguali a quelle di alimentazione dell'impianto.

La sorgente dell'alimentazione di riserva dovrà essere situata in luogo ventilato accessibile solo a persone addestrate.

Qualora si utilizzassero più sorgenti e alcune di queste non fossero previste per funzionare in parallelo dovranno essere presi provvedimenti per impedire che ciò avvenga.

La protezione contro le sovracorrenti e contro i contatti diretti e indiretti dovrà essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria sia dell'alimentazione di riserva o, se previsto, di entrambe in parallelo.

Luce di sicurezza fissa

In base alla norma CEI EN 60598-2-22 dovranno essere installati apparecchi di illuminazione fissi in scale, cabine di ascensori, passaggi, scuole, alberghi, case di riposo e comunque dove la sicurezza lo richieda.

Luce di emergenza supplementare

Al fine di garantire un'illuminazione di emergenza in caso di black-out o in caso di intervento dei dispositivi di protezione, dovrà essere installata una luce di emergenza estraibile in un locale posto preferibilmente in posizione centrale, diverso da quelli in cui è prevista l'illuminazione di emergenza di legge.

Tale luce dovrà essere componibile con le apparecchiature della serie da incasso, essere estraibile con possibilità di blocco, avere un led luminoso verde per la segnalazione di "pronto all'emergenza" ed avere una superficie luminosa minima di 45 X 50 mm.

In particolare nelle scuole, alberghi, case di riposo ecc. dovrà essere installata una luce di emergenza componibile in ogni aula e in ogni camera in aggiunta all'impianto di emergenza principale e in tutte le cabine degli ascensori.

12.6 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER IMPIANTI PER SERVIZI TECNOLOGICI E PER SERVIZI GENERALI

Tutti gli impianti destinati ad alimentare utenze dislocate nei locali comuni dovranno essere derivati da un quadro sul quale dovranno essere installate le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione.

12.6.1 Quadro generale di protezione e distribuzione

Detto quadro dovrà essere installato nel locale contatori e dovrà avere caratteristiche costruttive uguali a quelle prescritte ai paragrafi "*Quadri di comando in lamiera*", "*Quadri di comando isolanti*" e "*Quadri elettrici da appartamento o similari*" dell'articolo "*Qualità e caratteristiche dei materiali*" ed essere munito di sportello con serratura.

Sul quadro dovranno essere montati ed elettricamente connessi, almeno le protezioni ed il comando dei seguenti impianti.

12.6.2 Illuminazione area esterna e locali tecnici

L'impianto elettrico in questi locali dovrà realizzarsi con l'impiego di componenti a tenuta stagna (grado minimo di protezione IP55).

Le prese fisse dovranno essere ubicate in posizioni tali da evitare la necessità di ricorrere a prolunghe e dovranno essere installate ad un'altezza minima del pavimento di 1,50 m.

12.6.3 Illuminazione esterna

Le lampade destinate ad illuminare zone esterne ai fabbricati dovranno essere alimentate dal quadro servizi generali. I componenti impiegati nella realizzazione dell'impianto, nonché le lampade e gli accessori necessari dovranno essere protetti contro la pioggia, l'umidità e la polvere.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

12.6.4 Altri impianti

a) Per l'alimentazione delle apparecchiature elettriche degli altri impianti relativi a servizi tecnologici (come impianto di condizionamento d'aria, impianto acqua potabile, impianto sollevamento acque di rifiuto e altri eventuali) dovranno essere previste singole linee indipendenti, ognuna protetta in partenza dal quadro dei servizi generali da proprio interruttore automatico differenziale. Tali linee faranno capo ai quadri di distribuzione relativi all'alimentazione delle apparecchiature elettriche dei singoli impianti tecnologici.

b) Per tutti gli impianti tecnologici richiamati al precedente comma a), la Stazione Appaltante indicherà se il complesso dei quadri di distribuzione per ogni singolo impianto tecnologico, i relativi comandi e controlli e le linee derivate in partenza dai quadri stessi dovranno far parte dell'appalto degli impianti elettrici, nel qual caso la Stazione Appaltante preciserà tutti gli elementi necessari. Nell'anzidetto caso, in corrispondenza ad ognuno degli impianti tecnologici, dovrà venire installato un quadro ad armadio, per il controllo e la protezione di tutte le utilizzazioni precisate. Infine, in partenza dai quadri, dovranno prevedersi i circuiti di alimentazione fino ai morsetti degli utilizzatori.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

12.7 CABLAGGIO STRUTTURATO RETI LAN

Definizioni

Le reti locali sono sistemi coerenti di interconnessione tra dispositivi che consentono la condivisione di informazioni e risorse.

Il cablaggio strutturato è una tipologia di rete informatica che identifica una infrastruttura integrata per l'implementazione di servizi, di cui i principali sono l'utilizzo della fonia e dei dati. Esso permette di fruire dei servizi per la trasmissione dei dati, mediante l'integrazione di diverse tipologie di interfacce, sia con collegamenti fisici, come la fibra ottica ed il cavo in rame, che con l'etere mediante le reti wireless.

Il cablaggio strutturato è composto sia da una parte passiva identificata da cavi, prese utente, armadi rack, connettori e permutatori (patch panel) per i cavi in rame e cassette ottici per cavi in fibra, che da parte attiva, identificata con router, switch ed access point.

Le norme di riferimento standard internazionali per il cablaggio strutturato delle reti sono le seguenti:

- EIA/TIA 568A (Electronic Industries Alliance/Telecommunication Industries Association);

- ISO/IEC 11801 (International Standard Organization/International Electrotechnical Commission);
- CEI EN 50173 (European Norms emesse dal Comitato Tecnico CENELEC).

La scelta dei tipi di rete e di cavi dipenderà dal tipo di dispositivi da collegare, dalla loro posizione e dal modo in cui verranno utilizzati.

12.7.1 Rete LAN con cablaggio strutturato

Una LAN è un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro, entro un'area delimitata, utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso d'errore. In generale, anche se non unicamente, le reti LAN utilizzano l'infrastruttura di telecomunicazioni rappresentata dal cablaggio strutturato. La sintesi del quadro normativo per la progettazione e realizzazione di questa infrastruttura con tutti i riferimenti specifici applicabili è contenuto nella Guida CEI 306-10. In particolare le Norme relative ai criteri di installazione sono contemplate nella norma CEI EN 50174-2 e CEI EN 50174-3 (quest'ultima è da considerare nei limiti del campo di applicazione del DM 37/08).

Nell'ottica della sicurezza si farà anche riferimento alla norma CEI EN 50310 (Prescrizioni per il collegamento equipotenziale) e poiché la produzione della Dichiarazione di Conformità ai sensi del DM 37/08 presuppone l'esito positivo di verifiche, si indica anche la CEI EN 50346 (Prova del cablaggio installato).

Le prestazioni installative generali a cui si presterà attenzione sono dettate dalla norma CEI EN 50173-1.

La categoria attesta le caratteristiche trasmissive del singolo componente, escludendo il contesto installativo. La *classe*, invece, è riferita alle prestazioni di ogni singola linea.

L'estratto della Tabella CEI EN sottostante, riporta le *Classi* e *Categorie* raccomandate nel progetto.

Frequenza trasmissione	Categoria	Classe	ISO/IEC 11801	EIA/TIA 568A	CEI EN 50173
fino a 100 MHz	5	D	X	X	X
	5e	D 2000	X	X	X
fino a 250 MHz	6	E		X	
fino a 600 MHz	7	F		X	
2 GHz	fibra ottica	Ottica	X	X	X

12.7.2 Requisiti e norme di riferimento

Le principali proprietà e caratteristiche delle reti locali dovranno essere:

- l'elevata velocità
- le basse probabilità di errore
- l'elevata affidabilità
- l'espansibilità

La topologia di una rete locale indica come le diverse stazioni sono collegate al mezzo trasmissivo. Le principali topologie della rete locale saranno:

- a stella
- ad anello
- a bus o dorsale
- ad albero

Il cablaggio strutturato dovrà integrare i principali sistemi di distribuzione di segnali in un edificio: telefonia e rete dati. Dovrà eliminare costi rilevanti di modifica dell'impianto conseguenti alla dinamica di utilizzo futuro dell'edificio e l'estensione ad altri sistemi che trasmettono e ricevono segnali su una infrastruttura fisica comune.

Le reti dovranno inoltre essere conformi alle norme accettate a livello nazionale ed internazionale ed essere in grado di evolvere in modo da crescere nel tempo secondo le esigenze della committenza senza significativi cambiamenti strutturali.

Per la realizzazione di un cablaggio strutturato ad elevate prestazioni, oltre alla qualità propria dei componenti, è indispensabile garantire una corretta installazione di tutti i componenti. Le infrastrutture dei cablaggi secondo lo standard CEI EN 50174 richiedono la predisposizione di opere edilizie adeguate, quali:

- spazi dedicati per l'installazione degli armadi
- canalizzazioni per il cablaggio di dorsale
- canalizzazioni per il cablaggio orizzontale

Le canalizzazioni per il cablaggio orizzontale, generalmente, rappresentano uno dei fondamentali problemi in fase di realizzazione dell'impianto; ad esempio, l'incongruenza tra le predisposizioni realizzate e le necessità di posa secondo l'architettura di rete voluta. Un efficace coordinamento tra lavori edili e predisposizione delle tubazioni per il cablaggio strutturato risolverà questo genere di problematiche. L'installatore dovrà prestare attenzione alla:

- verifica che la massima lunghezza del cavo nel cablaggio orizzontale o di piano rispetti la normativa di riferimento per i cavi CEI EN 50288;
- verifica dell'etichettatura e del raggio di curvatura dei cavi;
- stesura ed inserimento dei cavi nei cavidotti, affinché si eviti la mescolanza con quelli elettrici e/o di antenne e causi problemi di interferenze, malfunzionamenti e una difficile identificazione in fase di collegamento;
- misurazione di parametri fondamentali come il NEXT (segnale di disturbo che si induce all'inizio di una coppia quando viene generato un segnale all'inizio della coppia adiacente).

Il progettista configurerà la migliore soluzione per ogni uso atteso, prevedendo eventuali upgrade futuri e dotando l'Armadio Rack di sistemi di raffreddamento, ventilazione, nomenclatura, e quant'altro risulti opportuno e garantisca un sistema di qualità conforme alla norma CEI EN 50174.

12.7.3 Componenti principali del cablaggio strutturato

Componenti passivi

- Armadio Rack di distribuzione di edificio e/o di piano cui sono installati i pannelli di permutazione, e che ospitano apparati attivi
- Patch panel - Pannello di permutazione a cui si attestano i connettori dei cavi di dorsale e di distribuzione
- Equipment Cable - Cavo di apparato per interconnettere gli apparati ai pannelli di permutazione
- Patch cord - Cavo di Permutazione che consente di interconnettere i cavi entranti con quelli uscenti, oppure i cavi di apparato con i cavi di dorsale e/o con i cavi della distribuzione orizzontale
- Patch cord - Cavo di Permutazione che consente l'interconnessione tra la presa utente e le apparecchiature al posto di lavoro
- Presa (da parete, a torretta, da tavolo, etc.) a cui l'utente può collegare i propri sistemi (telefono, computer, etc.)

La distribuzione planimetrica, spaziale e funzionale degli elementi passivi di cablaggio seguirà opportuni criteri di minimizzazione di distanze e ingombri disponibili nell'edificio e rispetterà rigorosamente le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

Canalizzazioni

Tutto il cablaggio dovrà risultare conforme alle prescrizioni antincendio relative all'ambiente di installazione.

I conduttori potranno essere posati in canalizzazioni metalliche o isolanti, tubolari o rettangolari, dotate di coperchio. I canali potranno essere di tipo isolato o chiuso, ed il loro grado di protezione dipenderà dal luogo di posa. La posa potrà essere sotto traccia, a vista, in cavedio, in controsoffitto o sotto pavimento galleggiante. La tipologia dei cavidotti sarà determinata di volta in volta in accordo con la destinazione d'uso e le caratteristiche architettoniche ed estetiche dei locali, come da indicazione del Progettista e/o del Direttore dei lavori. Le canalizzazioni dovranno terminare in spazi (scatole di derivazione) sufficientemente ampi da permettere la posa dei cavi senza curvarli troppo (non si devono realizzare curve il cui raggio interno sia inferiore a 6 volte (o 10 volte per diametri superiori ai 50 mm) il diametro interno del tubo).

I cavi non devono essere sottoposti a raggi di curvatura troppo accentuati, ed in particolare:

$$R_{\min} = 8 \times d \text{ durante l'installazione}$$

$$R_{\min} = 4 \times d \text{ in esercizio}$$

dove: R_{\min} = Raggio minimo di curvatura; d = diametro esterno del cavo

Componenti attivi

Potranno essere previsti i seguenti componenti attivi:

HUB: apparecchiatura che consente di realizzare un sistema di cablaggio strutturato, dove tutte le connessioni provenienti dalle workstation confluiscono verso il centro di connessione, un concentratore, che avrà ha come funzione principale quella di amplificazione del segnale su una rete di comunicazione organizzata con una topologia logica a bus o a stella.

SWITCH: apparecchiatura di rete con cablaggio strutturato che collega insieme altri dispositivi. Gli switch gestiscono il flusso di dati attraverso una rete trasmettendo un pacchetto ricevuto, solo da uno o più dispositivi. Ogni dispositivo collegato in rete a uno switch può essere identificato dal suo indirizzo di rete,

consentendo allo switch di dirigere il flusso di traffico. Lo switch agisce sull'indirizzamento e sull'instradamento all'interno delle reti LAN mediante indirizzo fisico (MAC di destinazione), selezionando i frame ricevuti e dirigendoli, a differenza dell'Hub, verso il dispositivo corretto. L'instradamento avviene per mezzo di una corrispondenza univoca porta-indirizzo.

ROUTER: dispositivo di rete che, in una rete informatica a commutazione di pacchetto, si occupa di instradare i dati, suddivisi in pacchetti, fra sottoreti diverse. Caratteristica fondamentale dei router è l'utilizzo di indirizzi di livello 3 (rete) del modello OSI (corrispondente al livello IP dello stack TCP/IP). Il router potrà incorporare anche la funzionalità di access point per reti wireless Wi-Fi e modem per l'aggancio alla rete Internet.

SCHEDA DI RETE: componente attivo inserito all'interno della apparecchiatura da connettere in rete che svolge le seguenti funzioni: 1) codifica (o decodifica) i singoli bit in segnali; 2) sincronizza il trasmettitore e il ricevitore, quindi ne gestisce il collegamento.

L'interconnessione tra due reti che utilizzano lo stesso metodo di comunicazione e talvolta lo stesso tipo di supporto di trasmissione è detta **BRIDGE**. Tale funzione ponte dev'essere garantita dai componenti attivi utilizzati nella configurazione e collegamento di reti.

Tipologie di cavi

I cavi di dorsale, di distribuzione, di permutazione o d'utente (in rame o a fibre ottiche) usati per raccordare i terminali d'utente alle prese d'utente e queste ultime ai pannelli di permutazione, o ancora per raccordare gli apparati attivi ai pannelli di permutazione o questi ultimi tra di loro, saranno conformi alle indicazioni della norma CEI EN 50290-4-2. Tali mezzi trasmissivi normalmente utilizzati nel cablaggio strutturato saranno di tipo a coppie ritorte (twisted pair). I formati previsti saranno di 24 o 22 AWG per il cavo posato ed in genere 24 AWG per i cordoni di permutazione.

Le **guaine** contenenti i cavi saranno del tipo PVC o LSZH (Low smoke zero halogen), conformi alle norme di riferimento CEI EN 50267-2 e CEI 20-38 (CEI 20-37/0; CEI 20-37/4-0; CEI 20-37/6), quindi in grado di garantire, in caso d'incendio, una produzione contenuta di fumi opachi, gas tossici e corrosivi.

Le tipologie di **cavi** previste saranno le seguenti:

UTP (Unshielded Twisted Pair): cavo composto da 8 fili di rame intrecciati a coppie, le cui coppie sono a loro volta intrecciate tra loro. Non schermato.

FTP (Foiled Twisted Pair): cavo composto da 8 fili di rame intrecciati a coppie, ove ogni coppia è intrecciata con le altre e presenta una schermatura esterna in lamina d'alluminio.

STP (Shielded Twisted Pair): cavo con duplice schermatura in lamina d'alluminio, una per ogni coppia e una esterna. Composto da otto fili di rame intrecciati a coppie, inoltre ogni coppia è intrecciata con le altre. L'intreccio dei fili ha lo scopo di ridurre le interferenze, i disturbi e limitare il fenomeno del crosstalk.

Fibra ottica: supporto di trasmissione composto da un'anima di vetro o plastica rivestita da una placcatura protettiva. La fibra ottica viene contraddistinta da due numeri n/m , dove n è il diametro della parte conduttrice di luce ed m il diametro della parte esterna. I segnali vengono trasmessi come impulsi luminosi ed inseriti nella fibra da un emettitore luminoso, un laser o un LED.

Il connettore modulare 8P8C (RJ-45) sarà utilizzato come interfaccia fisica per il cablaggio della rete secondo gli standard Ethernet / IEEE 802. In merito alle lunghezze dei collegamenti, lo standard ISO 11801 fissa la lunghezza massima del cavo di collegamento tra le Prese Utenti ed il Patch Panel.

Prescrizioni di posa

La posa in opera dei cavi dovrà essere eseguita con cura operando con le seguenti prescrizioni: nelle aree con controsoffitti e pavimenti rialzati in cui non siano disponibili cavidotti, l'appaltatore dovrà raggruppare i cavi in fasci. I fasci di cavi saranno sostenuti da idonei ganci fissati alla struttura esistente ad intervalli regolari non superiori a 1.5 metri.

Dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura e gli sforzi di trazione massimi indicati dal Costruttore. Cavidotti e raccordi non devono presentare schiacciate o sbavature, conseguenti a difetti di lavorazione in fabbrica o ad operazioni in cantiere. Durante le operazioni di posa, i cavi non dovranno subire torsioni: per questo si raccomanda l'impiego di bobine svolgicavo. Occorre prestare la massima attenzione ad evitare che i cavi vengano calpestati, schiacciati o comunque maltrattati, per prevenire alterazioni delle loro caratteristiche prestazionali.

I cavi dovranno essere identificati univocamente sia nei cavidotti che all'interno degli armadi e nelle scatole da frutto. Le fascette identificatrici non dovranno essere strette al punto da deformare il cavo, onde prevenire alterazioni delle loro caratteristiche prestazionali. Allo stesso scopo, all'interno degli armadi di permutazione dovranno essere previsti idonei pannelli passacavo, oltre ad una congrua identificazione e fascettatura dei cavi.

12.7.4 Tipologie di rete

Il Comitato Internazionale **IEEE 802** (Institution of Electrical and Electronics Engineering) ha sviluppato negli anni diversi standard di reti locali.

I principali standard applicativi utilizzati sono i seguenti:

1. Rete Token ring, (IEEE 802.5) o rete ad "anello" a 4 o 16 Mbit/s che, come suggerito dal nome, è caratterizzata da un anello continuo che passa attraverso ogni dispositivo. Questo assicura che i segnali inviati da un dispositivo siano visti da tutti gli altri con un meccanismo di "passaggio del testimone", cioè un tipo di rete ad anello in cui la determinazione di quale calcolatore abbia diritto a trasmettere avviene tramite un particolare messaggio, detto token (gettone). La configurazione fisica è spesso realizzata a stella tramite l'uso di concentratori (Hub).

2. Rete Ethernet e Fast Ethernet (rispettivamente IEEE 802.3 e IEEE 802.3u) su cavo in rame o fibra ottica che usa un protocollo di rete a 10 e 100 Mbit/s. Il cablaggio della rete è in genere caratterizzato dai seguenti standard:

- 100 Base-TX (cavo UTP Cat. 5) - 100 Base-FX (Fibra mono e multimodale) - 100 Base-T4 (Cat. 3)

(**NOTA:** Lo standard applicativo **10BaseT** eventualmente previsto, utilizza il doppino telefonico UTP per realizzare i collegamenti ed ammette la connessione di due sole stazioni nella modalità punto-punto)

(Standard di tipo link). La velocità di trasmissione è pari a 10 Mbit/s e la lunghezza massima di ciascun segmento è di 100 m).

3. Rete Gigabit Ethernet su cavo in rame o fibra ottica che usa un protocollo di rete a 1000 Mbit/s (standard IEEE 802.3z su fibra e IEEE 802.3ab su rame). Una nuova evoluzione del protocollo Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z) è stato definito **10 Gigabit Ethernet** (IEEE 802.3ae) e opera a 10 Gbit/s. Ideali per la realizzazione di dorsali.

4. Rete 100 VG Any LAN standardizzata dal comitato IEEE 802.12, consente di utilizzare cavi UTP e STP o fibra ottica ed opera ad una velocità di 100 Mbit/s. Supportando altre reti locali Ethernet o TokenRing viene indicata col nome anyLAN, mentre il termine VG deriva dal fatto che la rete può essere realizzata utilizzando 4 coppie di doppino non schermato di categoria 3, ossia di tipo telefonico (Voice Grade).

5. Rete FDDI è una versione ad alta velocità della rete Token Ring, che opera su fibra ottica a 100 Mbit/s e anche con cavi UTP e STP. I sistemi FDDI possono avere due anelli completi che trasferiscono l'informazione in senso opposto; tuttavia, un solo anello (il primario) è effettivamente utilizzato per la trasmissione dei dati. L'altro anello (il secondario) entra in funzione soltanto nel caso di malfunzionamenti o guasti sull'anello o sulle stazioni connesse agli anelli. Ideale per la realizzazione di dorsali.

Comitato STD IEEE	TIPO LAN
802.1	Bridging & Management
802.2	LLC Logical Link Control
802.3	Ethernet
802.3u	Fast Ethernet
802.3z	Gigabit Ethernet
802.4	Token bus
802.5	Token ring
802.6	DQDB - rete MAN
802.7	Broadband technical advisory group
802.8	Fiber - optic technical advisory group
802.9	Integrated Services LAN
802.10	Interoperable LAN Security
802.11	Wireless local area network
802.12	100 VG - Any LAN

12.7.5 Scheda tecnica cablaggio rete LAN

Componente rete	Descrizione	Note
Armadio Rack	Armadio a muro per trasmissione dati a 42 Unità Rack profondità 1000 mm, colore grigio. Struttura a elementi con porta anteriore in vetro temperato di sicurezza completa di chiave, con parte intermedia e pannello posteriore per un facile accesso ai permutatori ed agli apparati; kit di messa a terra, IPXX. Equipaggiato con Patch Panel RJ45 CAT.6A.	
Cavi dorsali	Cavo UTP CAT. 6A guaina LSZH OMOLOGATI CPR	
Canalizzazione	Canalina monofilo metallica 300x60 mm tubazioni secondarie in TAZ / PVC completa di accessori di fissaggio	
Curve, T e pezzi speciali	Ove necessario	

12.8 PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO TELEFONICO

Nella nuova area si dovranno prevedersi le tubazioni destinate a contenere i cavi telefonici.

L'appaltatore dovrà provvedere all'installazione delle tubazioni delle scatole di derivazione delle scatole porta prese in conformità alle disposizioni della citata azienda fornitrice del servizio telefonico.

L'impianto telefonico dovrà essere separato da ogni altro impianto.

12.9 IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

12.9.1 Premessa

La **protezione interna** dalle sovratensioni sarà necessaria per evitare la formazione di scariche pericolose all'interno della struttura, attraverso l'equipotenzialità tra gli elementi del sistema di protezione e i conduttori interni alla costruzione.

Impianto SPD

Un impianto SPD impedisce il danneggiamento di circuiti e di apparati provocati da sovratensioni di origine esterna come i fulmini e di origine interna (manovre o interventi di dispositivi di protezione). In sostanza il limitatore di sovratensioni SPD rappresenta un dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti, verso terra.

Questi limitatori di tensione dovranno essere installati tra conduttori attivi e terra. La loro scelta dipenderà dal punto di installazione nell'impianto e della relativa corrente di scarica, nonché dalla distanza esistente tra le apparecchiature da proteggere e l'SPD e dalla tensione di tenuta ad impulso delle stesse.

Gli SPD di bassa tensione, secondo la norma CEI EN 61643-1, dovranno essere dimensionati in relazione alla tenuta all'impulso dell'apparecchiatura da proteggere, installati in prossimità dell'apparecchiatura da proteggere e coordinati con gli altri dispositivi di protezione dalle sovratensioni.

La scelta dell'appropriato livello di tensione di protezione di un SPD dipende dalla:

- tensione di tenuta ad impulso dell'apparato da proteggere;
- lunghezza delle connessioni dell'SPD;
- lunghezza e percorso delle connessioni tra l'SPD e l'apparato.

Connessione degli SPD

Per la protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica trasmesse da un sistema di alimentazione elettrica, la norma CEI 64-8 prescrive la connessione degli SPD a valle/monte di un interruttore, e prevede tre modalità di connessione:

- **Tipo A:** negli impianti dove c'è una connessione diretta fra il neutro e il conduttore di protezione nel punto d'installazione dell'SPD, o vicino ad esso, o, se non esiste il neutro, fra ciascun conduttore di fase e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione principale, scegliendo tra i due percorsi il percorso più breve;
- **Tipo B:** negli impianti dove non c'è una connessione diretta fra il neutro e il conduttore di protezione nel punto d'installazione dell'SPD, o vicino ad esso fra ciascun conduttore di fase e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione principale, e fra il conduttore di neutro e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione, scegliendo comunque il percorso più breve;
- **Tipo C:** negli impianti dove non c'è una connessione diretta fra il neutro e il conduttore di protezione nel punto di installazione dell'SPD, o vicino ad esso fra ciascun conduttore di fase e il conduttore di neutro e fra il conduttore di neutro e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione, scegliendo comunque il percorso più breve.

13 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESECUZIONE DEI LAVORI VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

13.1 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

13.1.1 Generalità

Quale regola generale si intende che tutti i materiali, apparecchiature e componenti, previsti per la realizzazione degli impianti dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.

Tali materiali e apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento, anche se non espressamente citati nella documentazione di progetto; inoltre, dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI UNEL ecc.), anche se non esplicitamente menzionate.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di autorizzarne l'impiego o di richiederne la sostituzione, a suo insindacabile giudizio, senza che per questo possano essere richiesti indennizzi o compensi suppletivi di qualsiasi natura e specie.

Tutti i materiali che verranno scartati dal Direttore dei Lavori, dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti.

Salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, nei casi di sostituzione i nuovi componenti dovranno essere della stessa marca, modello e colore di quelli preesistenti, la cui fornitura sarà computata con i prezzi degli elenchi allegati. Per comprovati motivi, in particolare nel caso di componenti non più reperibili sul mercato, l'Appaltatore dovrà effettuare un'accurata ricerca al fine di reperirne i più simili a quelli da sostituire sia a livello tecnico-funzionale che estetico.

Tutti i materiali, muniti della necessaria documentazione tecnica, dovranno essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame del Direttore dei Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti è vincolata dall'esito positivo di tutte le verifiche prescritte dalle norme o richieste dal Direttore dei Lavori, che potrà effettuare in qualsiasi momento (preliminarmente o anche ad impiego già avvenuto) gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove, analisi e controlli.

Tutti i materiali per i quali è prevista l'omologazione, o certificazione similare, da parte dell'I.N.A.I.L., VV.F., A.S.L. o altro Ente preposto saranno accompagnati dal documento attestante detta omologazione.

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegate e le modalità del loro montaggio dovranno essere tali da:

- a) garantire l'assoluta compatibilità con la funzione cui sono preposti;
- b) armonizzarsi a quanto già esistente nell'ambiente oggetto di intervento.

Tutti gli interventi e i materiali impiegati in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio verticali ed orizzontali dovranno essere tali da non degradarne la Classe REI.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fornire alla Ditta aggiudicataria, qualora lo ritenesse opportuno, tutti o parte dei materiali da utilizzare, senza che questa possa avanzare pretese o compensi aggiuntivi per le prestazioni che deve fornire per la loro messa in opera.

13.1.2 Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina

Dovranno impiegarsi apparecchi da incasso modulari e componibili.

Gli interruttori dovranno avere portata 16 A; sarà consentito negli edifici residenziali l'uso di interruttori con portata 10 A; le prese dovranno essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare un sistema di sicurezza e di servizi fra cui impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

La serie dovrà consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi nella scatola rettangolare; fino a 3 apparecchi di interruzione e 2 combinazioni in caso di presenza di presa a spina nella scatola rotonda.

I comandi e le prese dovranno poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP40 e/o IP55.

Comandi in costruzioni a destinazione sociale

Nelle costruzioni a carattere collettivo-sociale aventi interesse amministrativo, culturale, giudiziario, economico e comunque in edifici in cui sia previsto lo svolgimento di attività comunitarie, le apparecchiature di comando dovranno essere installate ad un'altezza massima di 0,90 m dal pavimento.

Tali apparecchiature dovranno, inoltre, essere facilmente individuabili e visibili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protetti dal danneggiamento per urto (DPR 503/1996).

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (lavatrice, lavastoviglie, cucina ecc.) dovranno avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase o interruttore magnetotermico.

Detto dispositivo potrà essere installato nel contenitore di appartamento o in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore.

13.1.3 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi dovranno essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A dovranno essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;

b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE ecc.) dovranno essere modulari e accoppiati nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);

c) gli interruttori con relè differenziali fino a 63 A dovranno essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Dovranno essere del tipo ad azione diretta e conformi alle norme CEI EN 61008-1 e CEI EN 61009-1;

d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A dovranno essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento sia provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A e conformi alle norme CEI EN 61008-1 e CEI EN 61009-1;

e) il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

13.1.4 Interruttori scatolati

Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su dovranno appartenere alla stessa serie.

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro.

Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo dovranno essere selettivi rispetto agli automatici fino a 80 A almeno per correnti di c.c. fino a 3.000 A.

Il potere di interruzione dovrà essere dato nella categoria di prestazione PZ (CEI EN 60947-2) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione. Gli interruttori differenziali da 100 a 250 A da impiegare dovranno essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

13.1.5 Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Negli impianti elettrici che presentino c.c. elevate (fino a 30 kA) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A dovranno essere modulari e componibili con potere di interruzione di 30 kA a 380 V in classe P2.

Installati a monte di interruttori con potere di interruzione inferiore, dovranno garantire un potere di interruzione della combinazione di 30 kA a 380 V. Installati a valle di interruttori con corrente nominale superiore, dovranno garantire la selettività per i c.c. almeno fino a 10 kA.

13.1.6 Quadri di comando in lamiera

I quadri di comando dovranno essere composti da cassette complete di profilati normalizzati DIN per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche.

Detti profilati dovranno essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati dovranno essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e dovranno essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Nei quadri dovrà essere possibile l'installazione di interruttori automatici e differenziali da 1 a 250 A.

Detti quadri dovranno essere conformi alla norma CEI EN 61439-1 e costruiti in modo da dare la possibilità di essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave a seconda della indicazione della Direzione dei Lavori che potrà esser data anche in fase di installazione.

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione dovranno essere del tipo ad elementi componibili che consentano di realizzare armadi di larghezza minima 800 mm e profondità fino a 600 mm.

In particolare dovranno permettere la componibilità orizzontale per realizzare armadi a più sezioni, garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni senza il taglio di pareti laterali.

Gli apparecchi installati dovranno essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e dovranno essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi.

Sugli armadi dovrà essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave fino a 1,95 m di altezza anche dopo che l'armadio sia stato installato. Sia la struttura che le porte dovranno essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

13.1.7 Quadri di comando isolanti

Negli ambienti in cui la Stazione Appaltante lo ritenga opportuno, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante.

In questo caso dovranno avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960 gradi C (CEI 50-11).

I quadri dovranno essere composti da cassette isolanti con piastra portapacchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Dovranno essere disponibili con grado di protezione IP40 e IP55, in questo caso il portello dovrà avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri dovranno consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta ed essere conformi alla norma CEI EN 61439-1.

13.1.8 Quadri elettrici da appartamento o similari

All'ingresso di ogni appartamento dovrà installarsi un quadro elettrico composto da una scatola da incasso in materiale isolante, un supporto con profilato normalizzato DIN per il fissaggio a scatto degli apparecchi da installare ed un coperchio con o senza portello.

Le scatole di detti contenitori dovranno avere profondità non superiore a 60/65 mm e larghezza tale da consentire il passaggio di conduttori lateralmente, per l'alimentazione a monte degli automatici divisionari.

I coperchi dovranno avere fissaggio a scatto, mentre quelli con portello dovranno avere il fissaggio a vite per una migliore tenuta. In entrambi i casi gli apparecchi non dovranno sporgere dal coperchio ed il complesso coperchio portello non dovrà sporgere dal filo muro più di 10 mm. I quadri in materiale plastico dovranno avere l'approvazione IMQ per quanto riguarda la resistenza al calore, e al calore anormale e al fuoco.

I quadri elettrici d'appartamento dovranno essere adatti all'installazione delle apparecchiature prescritte, descritte al paragrafo "Interruttori scatolati".

Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici dovranno essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature. È opportuno installare all'interno dei quadri elettrici un dispositivo elettronico atto ad individuare le cause di guasto elettrico. Qualora tale dispositivo abbia una lampada di emergenza incorporata, potrà omettersi l'illuminazione di emergenza prevista al punto successivo.

Illuminazione di emergenza dei quadri di comando

Al fine di consentire all'utente di manovrare con sicurezza le apparecchiature installate nei quadri elettrici anche in situazioni di pericolo, in ogni quadro dovranno essere installate una o più lampade di emergenza fisse o estraibili ricaricabili con un'autonomia minima di 2 ore.

13.1.9 Prove dei materiali

La Stazione Appaltante indicherà preventivamente eventuali prove, da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non faranno carico alla Stazione Appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

13.1.10 Accettazione

I materiali dei quali siano richiesti i campioni, non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte della Stazione Appaltante. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna qualora nel corso dei lavori si fossero utilizzati materiali non contemplati nel contratto.

L'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere, a proprie spese e nel più breve tempo possibile, all'allontanamento dal cantiere ed alla sostituzione di eventuali componenti ritenuti non idonei dal Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per il buon esito dell'intervento.

13.2 ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e dal progetto.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori o con le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre imprese.

L'Impresa aggiudicataria sarà ritenuta pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e a terzi.

Salvo preventive prescrizioni della Stazione Appaltante, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale.

La Direzione dei Lavori potrà però prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salva la facoltà dell'Impresa aggiudicataria di far presenti le proprie osservazioni e risorse nei modi prescritti.

13.3 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

Durante il corso dei lavori, alla Stazione Appaltante è riservata la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento ed in tutto quello che potrà essere utile al cennato scopo.

Dei risultati delle verifiche e prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

14 CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO

14.1 Dispositivo per il controllo dell'isolamento nelle reti a neutro isolato per sistemi IT

Il dispositivo per il controllo dell'isolamento deve avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 6155 – 7. CEI 64 – 8/7 SEZ. 710.

Tensione nominale di impiego: 230 V c.a.

Resistenza interna (tra rete e terra): $\geq 100 \text{ k}\Omega$

Tensione di controllo: $\leq 24 \text{ V c.c.}$

Corrente di controllo: $\leq 0,001 \text{ A c.c.}$

Soglia di intervento regolabile (valore di riferimento minimo per locali di chirurgia e simili 50 k Ω)

Tensione della rete da controllare:

- ☐ 230 V c.a.
☐ 24 V c.a.

Indicazioni per la sicurezza: il dispositivo deve essere adatto a mantenere permanentemente sotto controllo il valore della resistenza verso terra della rete derivata dal trasformatore di isolamento;

- il dispositivo deve prevedere la possibilità di collegamento di una o più unità di segnalazione acustica e luminosa a distanza;
- la segnalazione acustica di tali unità deve poter essere tacitata localmente mentre la segnalazione luminosa deve rimanere inserita fino all'eliminazione del guasto;
- deve essere possibile accertare in ogni momento l'efficienza del dispositivo di allarme mediante un apposito pulsante di prova.

Esecuzione:

- ☐ modulare, modulo 17,5 mm – montaggio a scatto su profilato EN 50022
- ☐ non modulare

14.2 Verifica per la messa in servizio di un impianto elettrico

Durante la realizzazione e in ogni caso prima di essere messo in servizio, ogni impianto deve essere verificato a vista e provato dall'installatore secondo la Norma CEI 64-8 parte 6 e le raccomandazioni riportate nella Guida CEI 64-14.

L'esame a vista (art. 61.2 della Norma 64-8) di un impianto elettrico consiste nell'accertare che i componenti elettrici siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme (questo può essere accertato dalla presenza di marchi o di certificazioni)
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della Norma 64-8 e con le istruzioni dei relativi costruttori
- non siano visibilmente danneggiati in modo tale da compromettere la sicurezza

Le prove (art.61.3 della Norma 64-8) su un impianto elettrico consistono nell'effettuazione di misure o altre operazioni atte ad accertare l'efficienza dello stesso.

La sopra citata Norma CEI prescrive, per quanto applicabili, le seguenti prove preferibilmente nell'ordine indicato:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico
- protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica
- resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- protezione addizionale
- prove di polarità
- prova dell'ordine delle fasi
- prove di funzionamento
- caduta di tensione

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova (e ogni altra prova precedente) che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

Le verifiche devono essere effettuate da persona esperta, competente in lavori di verifica.

A verifica completata deve essere redatto il seguente "Rapporto di verifica" che riporta il controllo di tutti i principali aspetti di buona tecnica previsti dalla Norma CEI 64-8.

RAPPORTO DI VERIFICA

I dati di verifica sottostanti, per brevità si riferiscono ai servizi principali:

Si attesta che sono state eseguite sull'impianto elettrico le verifiche contrassegnate nella colonna "verifiche eseguite" con esito positivo.

N°	Voci delle verifiche	Eseguito (X)
1	L'impianto eseguito è conforme alla documentazione tecnica allegata.	
2	I componenti sono conformi alle prescrizioni di sicurezza in quanto dotati di marchiatura CE ove richiesta. Inoltre possono essere muniti di: a) marchi di conformità alle Norme (Marchio IMQ o altri marchi della UE) oppure; b) certificati di conformità rilasciati da Enti riconosciuti (per l'Italia IMQ, CESI) oppure; c) dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore	
3	I componenti hanno caratteristiche adeguate all'ambiente per costruzione e/o installazione	
4	Le protezioni contro i contatti diretti e indiretti sono adeguate (tenuto conto anche dei punti 28, 29, 30, 31)	
5	Gli impianti elettrici alimentati a tensione superiore a 1000V (cabine MT/BT) sono conformi alla Norma CEI 11-1 (sino al 2013) e alla Norma CEI EN 61936-1 e alla relativa Norma per gli impianti di terra CEI EN 50522	
6	I conduttori sono stati scelti e posati in modo da assicurare le portate e cadute di tensione previste	
7	Le protezioni delle condutture contro i sovraccarichi sono conformi alle prescrizioni delle Norme CEI	
8	Le protezioni delle condutture contro i cortocircuiti sono conformi alle prescrizioni delle Norme CEI	
9	Il sezionamento dei circuiti è conforme alle prescrizioni delle Norme CEI	
10	Gli interruttori di comando unipolari sono inseriti sul conduttore di fase	
11	Il comando, l'interruzione e l'arresto di emergenza è stato previsto dove necessario	
12	I conduttori hanno tensioni nominali di isolamento adeguate	
13	I conduttori hanno sezioni minimi $\geq 1,5\text{mm}^2$ per uso generale e $\geq 0,5\text{mm}^2$ per segnalazione	
14	I colori e/o le marcature per l'identificazione dei conduttori sono rispettati	
15	Le canalizzazioni hanno dimensioni adeguate	
16	Le connessioni dei conduttori sono adeguate	

17	L'impianto elettrico nei locali da bagno e docce è conforme alle prescrizioni della Norma CEI 64-8 / parte 7 / sez. 701	
18	Le dimensioni minime dei dispersori, dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali (principali e supplementari) sono conformi alle prescrizioni delle Norme CEI	
19	Il/i nodi/i o collettore/i di terra è/sono accessibile/i	
20	Il conduttore di protezione è stato predisposto per tutte le masse, masse estranee, in tutte le prese a spina, punti luce ed utilizzatori fissi	
21	Le quote di installazione delle apparecchiature in relazione alle disposizioni di Legge sulle Barriere Architettoniche sono rispettate	
22	La predisposizione delle tubazioni telefoniche risponde alle Norme CEI 64-8	
23	L'impianto elettrico della centrale termica risponde alle prescrizioni delle Norme CEI	
24	L'impianto elettrico dell'autorimessa risponde alle prescrizioni delle Norme CEI	
25	L'impianto di protezione contro i fulmini risponde alle Norme della serie CEI 81-10	
26	Impianto di antenna TV risponde alle Norme EN 50083	
27	Le barriere tagliafiama o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco sono conformi alle Norme CEI/UNI	
28	E' stato verificato il coordinamento delle protezioni come previsto per il sistema TN ($I_a \leq U_0 / Z_g$)	
29	La prova della continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari ha avuto esito favorevole	
30	La resistenza dell'impianto di terra, nelle ordinarie condizione di funzionamento, è di _____ Ω	
31	La prova dell'efficienza delle protezioni differenziali ha avuto esito positivo	
32	La minima resistenza dell'isolamento tra conduttori attivi e tra conduttori passivi e terra è superiore ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8	
33	La verifica della separazione tra circuiti SELV e PELV e circuiti a tensione ordinaria è conforme alle prescrizioni della Norma CEI	
34	L'illuminamento medio di tutti gli ambienti è risultato conforme al progetto	
35	Tutti i componenti sono stati sottoposti ad una prova di funzionamento ed è stata verificata la regolare installazione e regolazione	
36	Tutti gli impianti di sicurezza e riserva sono stati provati con esito favorevole	
37	L'impianto di chiamata, comunicazione e segnalazione è stato provato con esito favorevole	
38	I sistemi di protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica dei circuiti (eventuali) sono conformi alle prescrizioni della Norma CEI 64-8	

Nota: Nel caso di impianti per ambienti ed applicazioni particolari possono essere necessarie verifiche aggiuntive secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8.

Firmato da:

Installatore o titolare della società installatrice

Responsabile tecnico della società installatrice

Verifiche periodiche

Ad integrazione delle verifiche periodiche previste per tutti gli impianti elettrici di seguito sono elencate le verifiche periodiche da effettuare nei locali ad uso medico e le relative periodicità.

Tipo di verifica	Periodicità
Prova funzionale dei dispositivi di controllo dell'isolamento.	semestrale
Controllo, mediante esame a vista, delle tarature dei dispositivi di protezione regolabili	Annuale
Esame delle misure per verificare il collegamento equipotenziale supplementare	Triennale
Prova funzionale dell'alimentazione dei servizi di sicurezza con motori a combustione. -Prova a vuoto	Mensile
Prova funzionale dell'alimentazione dei servizi di sicurezza con motori a combustione. - Prova a carico per almeno 30 minuti.	Quadrimestrale
Prova funzionale dell'alimentazione dei servizi di sicurezza a batteria secondo le istruzioni del costruttore.	Semestrale
Prova dell'intervento, con Idn, degli interruttori differenziali.	Annuale

14.3 Collaudo

Per i collaudi dei macchinari, dei quadri, ecc., per i quali le norme CEI richiedono l'esecuzione di prove presso l'officina del costruttore, l'Impiantista dovrà esibire al committente, prima dell'installazione degli equipaggiamenti, il relativo certificato di prova.

Durante e dopo l'esecuzione dei lavori dovranno essere eseguite verifiche sugli impianti:

- Verifica qualitativa e quantitativa del materiale costituente la fornitura e controllo della corrispondenza alle prescrizioni contrattuali
- Verifica della corrispondenza di fasi e colorazioni
- Accertamento della rispondenza alle norme CEI sugli impianti elettrici
- Verifica del tipo, del dimensionamento e delle marchiature previste per i componenti, in relazione alle condizioni di posa ed ai carichi degli utilizzatori
- Verifica della sfilabilità dei cavi
- Verifica del dimensionamento dei tubi protettivi in riferimento al numero ed alla sezione dei cavi installati
- Misura della resistenza di isolamento
- Verifica delle protezioni contro le sovracorrenti
- Verifica delle protezioni contro i contatti diretti
- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti
- Misura della resistenza di terra

La procedura di accettazione dei lavori da parte del Committente comprende le seguenti fasi:

- **Accettazione Provvisoria:** da effettuarsi entro 30 giorni dalla data del verbale di ultimazione lavori.

In caso di risultato positivo la Committente dovrà avere la facoltà di uso delle opere.

In caso negativo l'Assuntore dovrà eliminare i difetti riscontrati.

Ad eliminazione effettuata si provvederà ad altra accettazione provvisoria.

- **Accettazione Definitiva:** da effettuarsi entro 12 mesi dalla data del verbale di ultimazione lavori.

In caso di osservazioni da parte della Committente, l'Assuntore dovrà provvedere agli interventi di adeguamento necessari richiesti.

Ad esecuzione degli interventi effettuati si dovrà provvedere ad un nuovo collaudo che in caso di esito positivo comporterà l'accettazione dei lavori. L'Assuntore dovrà provvedere a tutto quanto necessario per i collaudi in termini di strumenti di misura, manodopera e assistenza.

Le modalità di esecuzione dei collaudi degli impianti elettrici dovranno essere quelle previste dalle seguenti Norme CEI:

- CEI 64-14 "Guida alle Verifiche degli Impianti Elettrici Utilizzatori".
- CEI 11-1 "Impianti Elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".

I collaudi dei Quadri Elettrici con riferimento alle Norme CEI:

- CEI 17.6 "Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensione da 1 a 52 KV".
- CEI 17.13/1 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".
- CEI 17.21 "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione".

Dovranno essere eseguite dal Costruttore e/o da Laboratorio di Misure alla presenza della Committente. L'Assuntore dovrà comunicare alla Committente, con congruo anticipo, la data dei collaudi dei Quadri Elettrici.

14.4 ART. A8: COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI E GARANZIA

Sono a carico della ditta assuntrice tutte le spese inerenti al collaudo di tutti gli impianti. Per questi ultimi la ditta metterà a disposizione della Direzione Lavori sia il personale, che le apparecchiature e strumentazioni occorrenti.

Resta stabilito che gli impianti si intendono completi, funzionanti, eseguiti a regola d'arte e controllabili in ogni loro parte. Tutte le opere ritenute non conformi alle prescrizioni inoltrate, saranno smantellate e rifatte a cura e spese dell'Impresa aggiudicatrice.

La ditta esecutrice dell'impianto elettrico si impegna a offrire e garantire l'assistenza tecnica gratuita della durata di mesi dodici, intesa come sostituzione di eventuali apparecchiature e/o parti di apparecchiature e/o parti di impianto difettose, nonché la relativa mano d'opera e spese di trasporto. Si escludono dalla garanzia guasti a seguito di manomissioni, dolo, devastazioni, fulmini, inondazioni e terremoti.

Il Committente ha la facoltà di richiedere, anche durante il corso del lavoro, l'allontanamento e la sostituzione, a spese dell'Assuntore, dei materiali e manufatti che risultino a suo giudizio non rispondenti alle prescrizioni contrattuali o che fossero danneggiati durante il trasporto e l'immagazzinamento. Resta comunque impregiudicato il diritto del Committente di formulare la relativa accettazione successivamente in sede di collaudo.

In sede di collaudo provvisorio il Committente provvederà alla constatazione che le opere, gli impianti e le forniture presentino i requisiti prescritti in contratto.

L'assuntore è tenuto ad eseguire immediatamente a sue spese smontaggi, rifacimenti, riparazioni, sostituzioni e quegli altri lavori che a seguito delle operazioni di collaudo saranno risultati necessari. In sede di collaudo definitivo si accerterà se l'Assuntore abbia provveduto ad eseguire detti lavori.

Il Committente si riserva il diritto di utilizzare gli impianti, anche se l'esito del collaudo provvisorio è sfavorevole, rilasciando all'Assuntore, su richiesta dello stesso, un documento di presa di consegna.

Il collaudo definitivo sarà dichiarato favorevole se l'Assuntore avrà ottemperato alle prescrizioni contrattuali ed alle disposizioni impartitegli in sede di collaudo provvisorio e gli impianti produrranno le prestazioni funzionali e di rendimento indicate o richieste nel progetto.

In nessun caso le divergenze con il committente daranno diritto all'assuntore di rifiutarsi ad ottemperare alle disposizioni impartite dal Committente né potranno impedire che il Committente usufruisca dell'oggetto del contratto.

Ad impianto ultimato si dovrà provvedere alle seguenti verifiche:

- rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge in particolare al D.Lgs. n. 81/2008 del 9/4/2008
- rispondenza degli impianti alle prescrizioni dei VV.F.
- rispondenza alle prescrizioni particolari inserite nella descrizione tecnica ed in particolare modo alle Norme UNI 9795
- rispondenza dell'impianto alla legge n.186 del 1/3/1968 (Norme C.E.I.)

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la D.L. ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, indicate nelle specifiche allegate, in modo che esse risultino soddisfatte prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Di seguito sono elencate le principali verifiche che dovranno essere eseguite sugli impianti.

Esame a vista

Dovrà essere eseguita una ispezione visiva per accertare che gli impianti siano stati realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, e delle norme particolari riferite all'impianto in oggetto.

I controlli a vista dovranno comprendere la verifica della corretta installazione e rispondenza funzionale dei dispositivi (ad esempio, il controllo delle protezioni volumetriche con misura dell'area protetta), la verifica della classe di protezione che deve risultare adeguata alle condizioni di installazione (ambienti umidi, esterno, ecc.), l'identificazione dei conduttori, ecc.

Collaudi

Prima della consegna degli impianti alla Committente ed alla presenza del personale della stessa, dovrà essere effettuato un collaudo.

Tale collaudo dovrà accertare, mediante ricognizione e prove di funzionamento, che i vari componenti non presentino difetti manifesti e che l'impianto sia in grado di assicurare tutte le funzioni previste e richieste.

Documentazione dell'impianto

In occasione del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente il complesso di documenti definitivi delle opere eseguite, come di seguito indicati:

- una copia dei disegni degli impianti "As Built" in formato cartaceo e una copia su supporto magnetico
- una documentazione completa degli impianti installati, contenente:
 - schemi funzionali ed identificazione delle apparecchiature con riferimento alle loro targhette;
 - manuali d'uso;
 - elenco delle parti di ricambio fornite in dotazione (se fornite);
 - operazioni di manutenzione programmata consigliate.

La documentazione di cui sopra sarà raccolta in cartelle rilegate e munite di indici ed elenchi numerati per una rapida ed agevole consultazione.

Corsi di istruzione

Dopo il completamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione tecnici competenti, per un periodo sufficiente da concordare con la D.L., durante il quale i tecnici operatori della Committente saranno istruiti in merito al funzionamento ed alla manutenzione degli impianti installati.

STRUTTURE

15 CONTENUTI TECNICI DEL PROGETTO ESECUTIVO

Il presente documento fa parte dei documenti del progetto esecutivo per la procedura di gara per la scelta del contraenete.

16 PREMESSA

Si precisa che per evitare descrizioni che potrebbero risultare difficilmente rappresentabili, in alcuni articoli del presente capitolato sono stati prescritti alcuni materiali da costruzione con l'indicazione del tipo previsto dal progettista: ciò non costituisce forma di propaganda né costituisce un obbligo di approvvigionamento nei confronti dell'Impresa, il quale è libero di rifornirsi dove meglio gli aggrada, ma costituisce un riferimento circa la tipologia e le caratteristiche dei materiali da porre in opera, per quanto riguarda sia le dimensioni sia le proprietà fisiche sia le proprietà meccaniche; i materiali utilizzati dovranno pertanto essere qualitativamente equivalenti ed in nessun caso inferiori a quelli prescritti.

17 ACCETTAZIONE, QUALITÀ, PROVVISTA E IMPIEGO DEI MATERIALI

Tutti i materiali dovranno corrispondere perfettamente alle prescrizioni di legge, al presente capitolato speciale e agli elaborati grafici; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, rispondenti a quanto previsto dal progetto.

I materiali occorrenti alla realizzazione di tutti gli interventi da effettuarsi sui manufatti, dovranno essere della migliore qualità, eguali, ovvero il più possibile compatibili, con i materiali pre-esistenti, in modo da non risultare assolutamente in contrasto con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento, anche in relazione alla durabilità e al comportamento nel tempo delle succitate caratteristiche. Sarà facoltà dell'Amministrazione verificare in ogni momento le caratteristiche dei materiali presenti in cantiere. In particolar modo, dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti atti ad evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici ed atmosferici.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Prima della posa in opera i materiali devono essere riconosciuti idonei e accettati dalla direzione lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio e/o di certificazioni fornite dal produttore, nonché di prove 'in situ'.

La direzione lavori avrà facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto; l'appaltatore dovrà rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nei termini prescritto dalla direzione lavori, la stazione appaltante potrà provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione eseguita d'ufficio.

Qualora si accertasse che i materiali accettati e già posti in opera fossero di cattiva qualità si procederà come disposto dall'art. 18 del capitolato generale d'appalto, approvato con decreto del Ministero dei lavori pubblici 19-4-2000, n. 145.

Queste prescrizioni non potranno in ogni caso pregiudicare i diritti della stazione appaltante nella collaudazione finale.

L'appaltatore assume, con la firma del contratto d'appalto, l'obbligo di provvedere tempestivamente tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione di lavori compresi nell'appalto, e comunque ordinati dalla direzione lavori, quali che possano essere le difficoltà di approvvigionamento.

L'appaltatore dovrà dare notizia alla direzione lavori della provenienza dei materiali e delle eventuali successive modifiche della provenienza stessa volta per volta, se ciò richiesto dalla direzione lavori.

Qualora l'appaltatore di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni eccedenti le prescritte, o di caratteristiche migliori, o di più accurata lavorazione, ciò non gli darà diritto ad aumenti di prezzo.

L'appaltatore resta obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati, o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni presso i lavoratori ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla direzione lavori previa apposizione di sigilli e firme del direttore lavori e dell'appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati così ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed ad essi unicamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Ogni materiale in fornitura per il quale è richiesta una caratteristica di resistenza e/o reazione al fuoco, va accompagnato dalla relativa certificazione e/o omologazione del Ministero dell'Interno in originale o copia conforme nonché dalla copia della bolla di fornitura. La certificazione e/o omologazione dovrà corrispondere alle effettive condizioni di impiego del materiale anche in relazione alle possibili fonti di innesco.

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

17.1 PROCEDURE E PROVE SPERIMENTALI D'ACCETTAZIONE

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R.

21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uso stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

18 SABBIE, GHIAIE, PIETRE NATURALI, MARMI

18.1 SABBIE

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi seguenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

18.2 AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DEL CALCESTRUZZO DEL CALCESTRUZZO

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055- 1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella allegata, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella: Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55 Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Tabella: Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella.

La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Tabella: Aggregati che devono riportare la marcatura CE

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella, insieme ai relativi metodi di prova. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella: Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4

Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	UNI EN 1097-2
---	---------------

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;

UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;

UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;

UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;

UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);

UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;

UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;

UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;

UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;

UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;

UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;

UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;

UNI EN 13139 - Aggregati per malta.

18.3 PIETRE NATURALI

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura o nelle pavimentazioni e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di

sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Saranno assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. In particolare le caratteristiche alle quali dovranno soddisfare le pietre naturali da impiegare nella costruzione in relazione alla natura della roccia prescelta, tenuto conto dell'impiego che dovrà farsene nell'opera da costruire, dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2229 e 2232, nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89 e, se nel caso, dalle "norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" CNR ediz. 1954 e dalle tabelle UNI 2719-ediz. 1945.

18.4 PIETRE DA TAGLIO

Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità. Per le opere a "faccia a vista" sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce.

18.5 MARMI

Devono appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, essere conformi ai campioni di riferimento precedentemente selezionati. Dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli, crepe, discontinuità o altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature. Dovranno inoltre possedere la lavorazione superficiale e/o le finiture indicate a progetto, le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze secondo le indicazioni della D.L.

19 ACQUA, CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, SPECIALI E SINTETICI

19.1 ACQUA PER COSTRUZIONI

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, e scevra da sostanze organiche, materie terrose, cospicue quantità di solfati e cloruri. Dovrà possedere una durezza massima di 32° MEC. Sono escluse acque assolutamente pure, piovane e di nevai.

19.2 ACQUA PER PULITURE

Dovranno essere utilizzate acque assolutamente pure, prive di sali e calcari. Per la pulitura di manufatti a pasta porosa si dovranno utilizzare acque deionizzate ottenute tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO₃H) e basiche (RNH₃OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non rende le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, si potranno ottenere acque di quel tipo operando preferibilmente per via fisica.

19.3 CALCE

Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. La *calce grassa* in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non ben decarburate, siliciose od

altrimenti inerti. L'impiego delle calce è regolato in Italia dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. n. 92 del 18 aprile 1940) che considera i seguenti tipi di calce:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;
- calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5%;
- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue in:
 - fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrossidi $\text{Ca (OH)}_2 + \text{Mg (HO)}_2$ non è inferiore al 91%;
 - calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di $\text{Ca (OH)}_2 + \text{Mg (HO)}_2$ non è inferiore all'82%.

In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e di impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%. Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con fori di mm 0,18 e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce, e il 2% nella calce idrata da costruzione; se invece si utilizza un setaccio da mm 0,09 la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione. Il materiale dovrà essere opportunamente confezionato, protetto dalle intemperie e conservato in locali asciutti. Sulle confezioni dovranno essere ben visibili le caratteristiche (peso. e tipo di calce) oltre al nome del produttore e/o distributore.

19.4 LEGANTI IDRAULICI

I cementi e le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla legge 595 del 26 maggio 1965; le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove di idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. 3 giugno 1968, dal D.M. 31 agosto 1972 e dal D.M. 20 novembre 1984. I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in locali coperti, asciutti, possibilmente sopra pallet in legno, coperti e protetti da appositi teli. Se sfusi i cementi dovranno essere trasportati con idonei mezzi, così pure il cantiere dovrà essere dotato di mezzi atti allo scarico ed all'immagazzinaggio in appositi silos; dovranno essere separati per tipi e classi identificandoli con appositi cartellini. Dovrà essere utilizzata una bilancia per il controllo e la formazione degli impasti. I cementi forniti in sacchi dovranno avere riportato sugli stessi il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura. L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti. Tutti i cementi che all'atto dell'utilizzo dovessero risultare alterati verranno rifiutati ed allontanati.

19.5 CEMENTI E AGGLOMERATI CEMENTIZI

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali.

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella: Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm ²)				Tempo inizio presa (min)	Espansione (mm)
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≥ 52,5	≥ 60	≥ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≥ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella: Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe resistenza	Requisiti ¹
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I - CEM III	Tutte le classi	≥ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I - CEM III	Tutte le classi	≥ 5,0%
Solfati come (SO ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II ² CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≥ 3,5%

			42,5 R 52,5 52,5 R	4,0%
		CEM III ³	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi ⁴	Tutte le classi	0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova
¹ I requisiti sono espressi come percentuale in massa. ² Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO ₃ , per tutte le classi di resistenza. ³ Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO ₃ . ⁴ Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.				

Tabella: Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm ²)	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO ₃ (%) - Limite superiore	Tipo I Tipo II ¹ Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore ²		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

¹ Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO₃ per tutte le classi di resistenza. ² Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

19.6 PRODOTTI DISARMANTI

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866 (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

19.7 RESINE SINTETICHE

Ottenute con metodi di sintesi chimica, sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici, per lo più derivati dal petrolio, dal carbon fossile o dai gas petroliferi. Quali materiali organici, saranno da utilizzarsi sempre e solo in casi particolari e comunque puntuali, mai generalizzando il loro impiego, dietro esplicita indicazione di progetto e della D.L. la sorveglianza e l'autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. In ogni caso in qualsiasi intervento di conservazione e restauro sarà assolutamente vietato utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. Sarà vietato il loro utilizzo in mancanza di una comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno. La loro applicazione dovrà sempre essere a cura di personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori. Le proprietà e i metodi di prova su tali materiali sono stabiliti dall'UNI e dalla sua sezione chimica (UNICHIM), oltre a tutte le indicazioni fornite dalle raccomandazioni NORMAL.

19.8 RESINE ACRILICHE

Polimeri di addizione dell'estere acrilico o di suoi derivati. Termoplastiche, resistenti agli acidi, alle basi, agli alcoli in concentrazione sino al 40%, alla benzina, alla trementina. Resine di massima trasparenza, dovranno presentare buona durezza e stabilità dimensionale, buona idrorepellenza e resistenza alle intemperie. A basso peso molecolare presentano bassa viscosità e possono essere lavorate ad iniezione. Potranno essere utilizzate quali consolidanti e adesivi, eventualmente miscelati con siliconi, con siliconato di potassio ed acqua di calce. Anche come additivi per aumentare l'adesività (stucchi, malte fluide).

19.9 RESINE EPOSSIDICHE

Si ottengono per policondensazione tra eloridrina e bisfenolisopropano, potranno essere del tipo solido o liquido. Per successiva reazione dei gruppi epossidici con un indurente, che ne caratterizza il comportamento, (una diammina) si ha la formazione di strutture reticolate e termoindurenti. Data l'elevata resistenza chimica e meccanica possono essere impiegate per svariati usi. Come rivestimenti e vernici protettive, adesivi strutturali, laminati antifiama. Caricate con materiali fibrosi (fibre di lana di vetro o di roccia) raggiungono proprietà meccaniche molto vicine a quelle dell'acciaio. Si potranno pertanto miscelare (anche con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti), ma solo dietro esplicita richiesta ed approvazione della D.L.

19.10 RESINE POLIESTERE

Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gliacidi bi basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro, di cotone o sintetiche per aumentare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati calcari, gesso, cementi e sabbie. anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche. Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

19.11 LATERIZI

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233, e nell'allegato 1 del D.M. 30 maggio 1974, e alle norme UNI vigenti. I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di

modello costante, e presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua una resistenza alla compressione non inferiore a kg 70 per cm² (UNI 5632-65). I mattoni pieni o semipieni di paramento dovranno essere di forma regolare, dovranno avere la superficie completamente integra e di colorazione uniforme per l'intera partita. Le liste in laterizi per rivestimenti murari (UNI 5632), a colorazione naturale o colorate con componenti inorganici, possono avere nel retro tipi di riquadri in grado di migliorare l'aderenza con le malte o possono anche essere foggiate con incastro a coda di rondine. Per tutti i laterizi è prescritto un comportamento non gelivo, una resistenza cioè ad almeno 20 cicli alternati di gelo e disgelo eseguiti tra i + 50 e -20 °C. Saranno da escludersi la presenza di noduli bianchi di carbonato di calcio come pure di noduli di ossido di ferro. I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg 16 per cm² di superficie totale premuta (UNI 5631-65; 2105-07). I blocchi in laterizio alveolato termo-acustico, per la costruzione di murature portanti, a fori verticali dovranno avere una percentuale massima di foratura pari al 45%, una resistenza meccanica di $f_{bk} > 150 \text{ kg/cm}^2$. Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm 20 dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a kg 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg 1 cadente dall'altezza di cm 20. Sotto un carico di mm 50 d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI 2619-20-21-22).

19.12 BLOCCHETTI IN CLS

I blocchetti in cls da impiegare saranno blocchi sottili maschiati di calcestruzzo aerato autoclavato per tramezze e divisori interni non portanti, con dichiarazione di prestazione DOP (marcatura CE) conforme a UNI EN 771-4, materiale naturale a basso impatto ambientale ed esente da emissioni nocive (dichiarazione EPD), con contenuto di riciclato pari a 16,8% secondo il decreto CAM "Criteri Ambientali Minimi", altezza 25 cm, lunghezza 62,5 cm e spessori indicati in tabella sottostante, dotati di profilatura maschio-femmina sulla faccia verticale, legati in orizzontale con malta collante classe M10, resistente ai solfati, a giunto sottile sp. medio 2 mm, stesa con apposita cazzuola dentata.

Caratteristiche meccaniche e termo igrometriche dei blocchi:

			Spessore elemento (cm)	
			8	12
massa volumica lorda a secco elemento	r	kg/m ³	500	500
resistenza a compressione media elemento	f _b	N/mm ²	3,90	3,90
conduttività termica	l _{10,dry}	W/(m K)	0,12	0,12
fattore di resistenza al vapore acqueo	m	-	5-10	5-10
trasmissione termica di calcolo	U	W/(m ² K)	1,20	0,85
potere fonoisolante parete intonacata	R _w	dB	36	40
reazione al fuoco		-	A1	A1
resistenza al fuoco murature non portanti	El	Min.	E120	E180

19.13 PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, ADDITTIVI)

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

19.14 SIGILLANTI

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- a) compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- b) diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- c) durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- d) durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI ISO 11600 e UNI 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

19.15 ADESIVI

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- a) compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- b) durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- c) durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- d) caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

19.16 ADDITTIVI

Gli additivi per malte e calcestruzzi sono classificati in fluidificanti, aeranti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc., dovranno migliorare, a seconda del tipo, le caratteristiche di lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione. Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Dovranno essere conformi alle definizioni e classificazioni di cui alle norme UNI 7101-20, UNI 8145. Gli additivi dovranno, inoltre, possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (UNI 7101, UNI EN 480/2-10) e dal DM 26 marzo 1980 e s.m.i. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001.

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;

- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

19.17 COLORI E VERNICI

Pitture, idropitture, vernici e smalti dovranno essere di recente produzione, non dovranno presentare fenomeni di sedimentazione o di addensamento, peli, gelatinizzazioni. Verranno approvvigionati in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto, la data di scadenza. I recipienti andranno aperti solo al momento dell'impiego e in presenza della D.L. I prodotti dovranno essere pronti all'uso fatte salve le diluizioni previste dalle ditte produttrici nei rapporti indicati dalle stesse; dovranno conferire alle superfici l'aspetto previsto e mantenerlo nel tempo. Per quanto riguarda i prodotti per la pitturazione di strutture murarie saranno da utilizzarsi prodotti non pellicolanti secondo le definizioni della norma UNI 8751 anche recepita dalla Raccomandazione NORMAL M 04/85. Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti ed in particolare. UNI 4715, UNI 8310 e 8360 (massa volumica), 8311 (PH) 8306 e 8309 (contenuto di resina, pigmenti e cariche), 8362 (tempo di essiccazione). Metodi UNICHIM per il controllo delle superfici da verniciare: MU 446, 456-58, 526, 564, 579, 585. Le prove tecnologiche da eseguirsi prima e dopo l'applicazione faranno riferimento alle norme UNICHIM, MU 156, 443, 444, 445, 466, 488, 525, 580, 561, 563, 566, 570, 582, 590, 592, 600, 609, 610, 611. Sono prove relative alle caratteristiche del materiale: campionamento, rapporto pigmenti-legante, finezza di macinazione, consumo, velocità di essiccamento, spessore; oltre che alla loro resistenza: agli agenti atmosferici, agli agenti chimici, ai cicli termici, ai raggi UV, all'umidità. In ogni caso i prodotti da utilizzarsi dovranno avere ottima penetrabilità, compatibilità con il supporto, garantendogli buona traspirabilità. Tali caratteristiche risultano certamente prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi. La pitturazione e/o verniciatura di edifici e/o manufatti di chiaro interesse storico, artistico, posti sotto tutela, o su manufatti sui quali si sono effettuati interventi di conservazione e restauro, si dovrà procedere dietro specifiche autorizzazioni della D.L. e degli organi competenti. In questi casi sarà assolutamente vietato utilizzare prodotti a base di resine sintetiche.

PITTURE ALL'ACQUA (IDROPITTURE)

Sospensioni acquose di sostanza inorganiche, contenenti eventualmente delle colle o delle emulsioni di sostanza macromolecolari sintetiche.

PITTURE ANTIRUGGINE E ANTICORROSIVE

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di pittura verrà indicato dalla D.L. e potrà essere del tipo oleosintetica, ad olio, al cromato di zinco.

VERNICI SINTETICHE

Composte da resine sintetiche (acriliche, oloalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) dovranno possedere requisiti di perfetta trasparenza, luminosità e stabilità alla luce, fornire le prestazioni richieste per il tipo di applicazione da eseguire ed, infine, possedere le caratteristiche tecniche e decorative richieste. Dovranno essere fornite nelle confezioni originali sigillate, di recente preparazione e, una volta applicate, dovranno assicurare ottima adesività, assenza di grumi, resistenza all'abrasione, capacità di mantenersi il più possibile inalterate ed essiccazione omogenea da effettuarsi in assenza di polvere.

SMALTI

Composti da resine sintetiche o naturali, opportuni pigmenti, cariche minerali ed ossidi vari prendono nome dai loro leganti (alchidici, fenolici, epossidici, ecc.). Dovranno possedere spiccato potere coprente, facilità di applicazione, luminosità, resistenza agli urti e risultare privi di macchie.

20 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

20.1 MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciatore, paglie o da qualsiasi altro difetto prescritto (UNI 2623-29). Fusione, laminazione trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato D.M. 30 maggio 1974 (allegati nn.1, 3,4) ed alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti.

20.2 FERRO

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

20.3 ACCIAIO TRAFILATO LAMINATO

Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a fresco e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare.

20.4 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per l'acciaio utilizzato, di tipo B450C, sono riportati i valori di:

- $f_{yk} = 4500$
tensione caratteristica di snervamento [daN/cm²];
- $f_{tk} = 5175$
tensione caratteristica di rottura [daN/cm²];
- $\epsilon_{uk} = 7.5\%$
deformazione ultima caratteristica;
- $\gamma_s = 1.15$ coefficiente parziale di sicurezza allo SLU del materiale;
- $f_{yd} = 3913$
tensione di progetto di snervamento [daN/cm²];
- $E_s = 2000000$ modulo elastico [daN/cm²];
- $\epsilon_{ud} = 6.75\%$ deformazione ultima di progetto;
- $\epsilon_{yd} = 0.2\%$
deformazione di snervamento di progetto;
- $n = 15$ coefficiente di omogeneizzazione.

deve rispettare i requisiti indicati nella tabella

Tabella: Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}		$\geq f_{ynom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}		$\geq f_{t nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$		$\geq 1,15 \leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_y nom)_k$		$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$		$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche	$\varnothing < 12\text{mm}$	4 \varnothing	-
	$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 \varnothing	-
	per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 \varnothing	-
	per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$	10 \varnothing	-

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno. Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti indicati dalle Nuove norme tecniche.

20.5 ACCIAIO PER CARPENTERIA

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma

armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-I e UNI EN 10045-1.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle.

Tabella: Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella: Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli	Spessore nominale dell'elemento
--------------------------------	---------------------------------

acciai				
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 MH/MLH	275	360	-	-
S 355 MH/MLH	355	470	-	-
S 420 MH/MLH	420	500	-	-
S460 MH/MLH	460	530	-	-

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN ISO 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Per il tipo S275 (EN 10025-2), sono riportati i valori di:

- $E_s = 2100000$ modulo elastico [daN/cm²];
- $\gamma_{M0} = 1.05$ coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni;
- $\gamma_{M1} = 1.05$ coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità;
- $\gamma_{M2} = 1.1$ coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità (ponti stradali e ferroviari);
- $\gamma_{M3} = 1.25$ coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni tese nei riguardi della frattura;

Per spessore nominale dell'elemento minore di 40 mm, si hanno i seguenti valori:

- $f_{tk} = 4300$ tensione caratteristica di rottura [daN/cm²];
- $f_{yk} = 2750$ tensione caratteristica di snervamento [daN/cm²];
- $f_{yd} = 2619.05$ tensione di progetto di snervamento [daN/cm²].

Per spessore nominale dell'elemento maggiore di 40 mm, si hanno i seguenti valori:

- $f_{tk} = 4100$
tensione caratteristica di rottura [daN/cm²];
- $f_{yk} = 2550$
tensione caratteristica di snervamento [daN/cm²];
- $f_{yd} = 2428.57$ tensione di progetto di snervamento [daN/cm²].

Per il tipo S235 (EN 10025-2), sono riportati i valori di:

- $E_s = 2100000$ Modulo elastico [daN/cm²];
- $\gamma_{M0} = 1.05$ coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni;
- $\gamma_{M1} = 1.05$ coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità;
- $\gamma_{M2} = 1.1$ coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità (ponti stradali e ferroviari);
- $\gamma_{M3} = 1.25$ coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni tese nei riguardi della frattura.

Per spessore nominale dell'elemento minore di 40mm, si hanno i seguenti valori:

- $f_{tk} = 3600$
tensione caratteristica di rottura [daN/cm²];
- $f_{yk} = 2350$
tensione caratteristica di snervamento [daN/cm²];
- $f_{yd} = 2238.1$ tensione di progetto di snervamento [daN/cm²];
- $f_{yd} = 1880$
tensione di progetto di snervamento [daN/cm²] per elementi tesi.

20.6 BULLONERIA E CONNETTORI A TAGLIO

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);

dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;

rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 - devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nelle tabelle.

Tabella: Classi di appartenenza di viti e dadi

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.4 sono riportate nella tabella 18.5.

Tabella: Tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti

Classe	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
--------	-----	-----	-----	-----	------

f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

20.7 ACCIAIO FUSO IN GETTI

L'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli o per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

20.8 GHISA

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 menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

20.9 METALLI VARI

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

20.10 ACCIAIO DEL TIPO COR-TEN

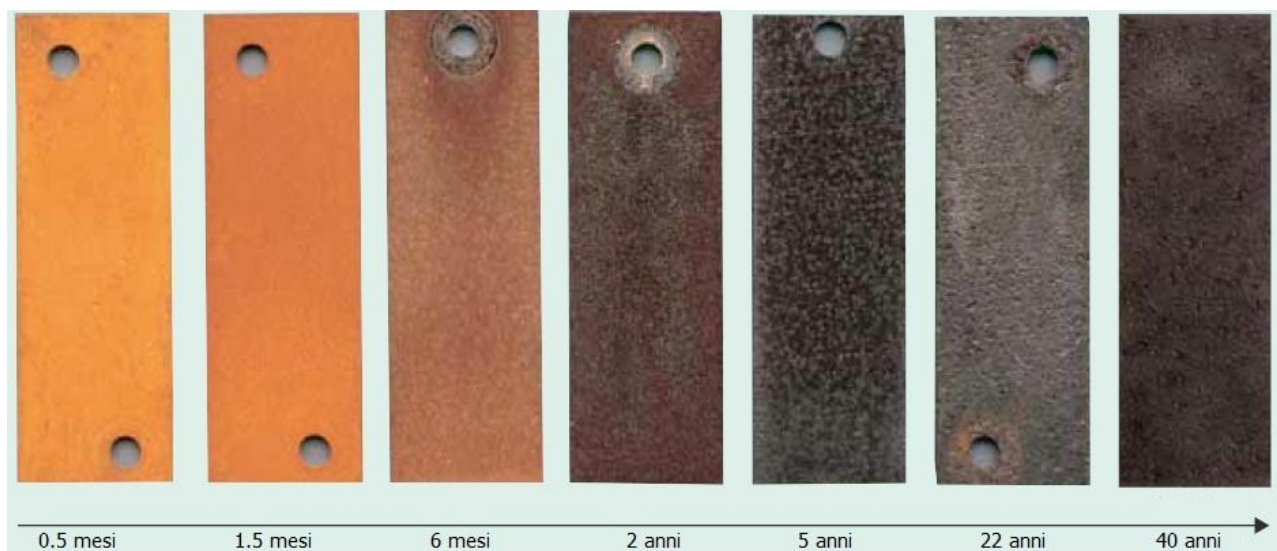
L'acciaio di tipologia COR-TEN o (Weathering Steel) conforme alla norma UNI EN 10025-5 è un acciaio basso-legato ad alta resistenza e auto-passivante, definito "patinabile". Il nome Cor-Ten® deriva dalle iniziali dei termini inglesi CORrosion resistance (resistenza alla corrosione) e TENSile strength (resistenza a trazione) utilizzati per depositare il brevetto USA di questa lega negli anni '30 del '900.

Il prodotto indicato, secondo la norma UNI EN 10025-5 (Parte 5) "Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica", riporterà le seguenti sigle:

- S: indica che si tratta di acciaio per impieghi strutturali
- XXX: indicazione numerica del carico unitario di snervamento
- JX: indicazioni alfanumeriche relative alla resilienza
- W: indica che l'acciaio possiede una resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- P: indica la presenza di un tenore di fosforo maggiorato

Con la sua forte matericità, il suo caratteristico cromatismo e le sue elevate prestazioni, l'acciaio COR-TEN si contraddistingue per l'elevata resistenza, sia meccanica che alla corrosione, e le qualità estetiche date dall'ossidazione controllata.

La principale peculiarità dell'acciaio COR-TEN infatti è quella di autoprotettersi dalla corrosione elettrochimica mediante la formazione di una patina superficiale compatta passivante, costituita dagli ossidi dei suoi elementi di lega, tale da impedire il progressivo estendersi della corrosione; tale film varia di tonalità col passare del tempo assumendo una colorazione sempre più bruna.



Colore differente assunto dal COR-TEN in funzione del tempo di esposizione

Si potranno distinguere 3 tipologie di acciaio COR-TEN: **A, B, C**. In relazione alla diversa composizione chimica (vedi tabella) ed al differente spessore, i tre tipi di COR-TEN presenteranno differenti caratteristiche di resistenza alla corrosione atmosferica e di resistenza meccanica.

Il COR-TEN **A**, detto “al Fosforo”, dovrà mostrare una resistenza alla corrosione atmosferica da 5 a 8 volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio. Tale tipologia si presterà per essere impiegato allo stato nudo e maggiormente per applicazioni architettoniche.

Il COR-TEN **B**, comunemente denominato “al Vanadio”, dovrà essere caratterizzato da una composizione chimica che permetta di mantenere elevate caratteristiche meccaniche anche con spessori ridotti. La resistenza alla corrosione atmosferica dovrà essere di circa 4 volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio. Anch'esso potrà essere impiegato allo stato nudo e troverà vasta applicazione in tutte quelle costruzioni, anche complesse, in cui sono richieste particolari forme e strutture.

Il COR-TEN **C**, che per composizione potrebbe essere definito “al Manganese”, presenterà una resistenza meccanica notevolmente superiore agli altri due tipi (A e B), pur conservando caratteristiche di resistenza alla corrosione atmosferica di circa 4 volte superiori a quelle degli acciai al carbonio. Ne sarà richiesto l'utilizzo specialmente in applicazioni per le quali è necessaria una resistenza meccanica molto elevata (strutture fortemente sollecitate).

Composizione chimica COR-TEN								
Classe	Carbonio %	Manganese %	Fosforo %	Zolfo %	Silicio %	Rame %	Cromo %	Nichel %
A	0,12	0,2-0,5	0,07-0,15	0,035	0,25-0,75	0,25-0,75	0,3-1,25	0,65
B	0,10-0,19	0,9-1,25	0,025	0,035	0,15-0,30	0,25-0,40	0,4-0,65	0,2-0,1

C	0,12-0,19	0,9-1,35	0,025	0,035	0,15-0,30	0,25-0,40	0,4-0,7	0,04-0,1
----------	-----------	----------	-------	-------	-----------	-----------	---------	----------

L'installazione in ambienti esterni con il susseguirsi di cicli wet/dry (bagnato/asciutto) è una delle condizioni necessarie per la formazione di una patina densa e ben aderente. La formazione del film superficiale passivante avviene infatti solo in presenza di determinate condizioni ambientali, quali:

1. esposizione all'atmosfera;
2. alternanza di cicli di bagnato-asciutto;
3. assenza di ristagni e/o contatti permanenti con acqua;
4. ambienti privi di cloruri o di acqua di mare;
5. assenza di pitture o cere protettive.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Designazione (UNI EN 10027)	Carico unitario di snervamento - ReH (N/mm ²)						Tensione di rottura - Rm (N/mm ²)		
	Spessori nominali (mm)						Spessori nominali (mm)		
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 - 150	<3	3 - 100	100 - 150
S235J0(J2)WP	235	225	215	215	215	195	360-510	360-510	350-500
S355J0(J2)WP	355	345	-	-	-	-	510-680	470-630	-
S355J0(J2/K2)W	355	345	335	325	315	295	510-680	470-630	450-600

Resilienza		
min. 27 Joule	min. 40 Joule	Temp. °C
JR	KR	20
J0	K0	0
J2	K2	-20
J3	K3	-30
J4	K4	-40

Gli elementi in acciaio COR-TEN da realizzare sono descritti nel progetto strutturale, e avranno funzione meramente architettonica.

I materiali dovranno essere conformi alle prescrizioni definite a livello nazionale dalla Norma UNI EN 10025-5

Caratteristiche fisico-tecniche dei materiali richiesti	
Designazione (UNI EN 10027)	[es. S355J0WP]

COR-TEN (tipo)	[es. A]
Modulo di elasticità	19.600 - 21.000 Kg/mm ²
Snervamento Re (N/mm ²)	[es. 355]
Resistenza a trazione Rm (N/mm ²)	[es. 510 - 680]
Certificazioni	[Marchio CE, ...]

Prescrizioni operative

Nella messa in opera delle strutture in COR-TEN sarà necessario evitare i ristagni d'acqua e adottare soluzioni progettuali ed esecutive atte a limitarlo.

Al fine di evitare che la patina del COR-TEN vada a "colorare" superfici adiacenti di elementi complementari di diverso materiale sarà opportuno adottare soluzioni per minimizzare le macchie, come ad esempio predisponendo delle canalette per la raccolta dell'acqua meteorica di dilavamento e/o l'utilizzo di volumi di raccolta disposti in modo da deviare il flusso d'acqua oltre le parti interessate.

Si presterà particolare attenzione alla corrosione galvanica generata dall'accoppiamento con materiali più nobili come lo zinco.

Andranno impiegati fissaggi meccanici in acciaio patinabile o in acciaio inox.

Gli elementi di connessione come bulloni, viti, dadi, rondelle dovranno avere la stessa resistenza atmosferica o migliore del materiale base, onde evitare la formazione di celle galvaniche locali, con corrosione per contatto.

La sigillatura delle giunzioni sarà necessaria per prevenire l'infiltrazione dell'acqua.

La piegatura del COR-TEN potrà essere effettuata anche a freddo fino a spessori di 12,5 millimetri purché si tengano presenti i minimi raggi di curvatura riportati nella seguente tabella:

Spessore (mm)	Raggio minimo di piegatura (s = spessore)		
	TIPO A	TIPO B	TIPO C
≤1,5	s	-	-
>1,5 - 6	2s	2s	3,5s
>6 - 12,5	3s	3s	3,5s

Per spessori superiori, o per piegature più severe, è prescritta la piegatura a caldo.

L'acciaio COR-TEN potrà essere saldato in tutti gli spessori e con tutti i più comuni metodi di saldatura. Se utilizzato allo stato "nudo" per impieghi architettonici sarà necessario che la saldatura sia effettuata in più di due passate, ed è prescritto che, per le ultime due, vengano utilizzati elettrodi al 2% o al 3% di Nichel in modo da ottenere cordoni di saldatura con una colorazione simile a quella del COR-TEN.

21 LEGNAMI

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenze essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 e alle norme UNI vigenti; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono

destinati. I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alborno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alborno né smussi di sorta.

22 CALCESTRUZZO

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate in tabella.

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Tabella: Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 N.T.)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Tipo C25/30 sono riportati i valori di:

- $R_{ck} = 300$ Resistenza cubica caratteristica del materiale [daN/cm^2];
- $f_{ck} = 249$ Resistenza cilindrica caratteristica del materiale [daN/cm^2].

Classificazione secondo la norma UNI-EN 206-1:

- classe di esposizione (bagnato raramente secco) XC2
- contenuto minimo di cemento 300 [kg/mc];
- copriferro minimo 20 [mm];
- rapporto A/C massimo 0.6;
- dimensione massima dell'inerte 20 [mm];

23 NEOPRENE PER APPOGGI

L'appoggio elastomerico strutturale dovrà essere conforme alle UNI EN 1337-3/2005 per appoggio semplice di tipo F (oppure di tipo "A" con lamina interna).

Nel progetto si è fatto riferimento ad un appoggio a cuscinetto semplice tipo "NEO 10" che costituisce indicazione delle caratteristiche meccaniche e fisiche minime da garantire.

Caratteristiche		norme		valori
Peso specifico			g/cm^3	1,25
Modulo G	-	EN 1337-3 p. 4.3.1.1	MPa	0,9
Resistenza a trazione	-	ISO 37 tipo 2	provino stampato provino da un appoggio	MPa ≥ 16 ≥ 14
Allungamento minimo a rottura	-	ISO 37 tipo 2	provino stampato provino da un appoggio	% 425 375
Resistenza minima alla lacerazione	24 h; 70 °C	ISO 34-1 metodo A	kN/m	≥ 8
Deformazione residua dopo la compressione	distanziatore 9,38 - 25 %	ISO 815 / 24 h 70 °C	%	≤ 30
Resistenza all'ozono	allungamento: 30 % - 96 h; 40 °C \pm 2 °C; 25 pphm	ISO 1431-1	vista	nessuna incrinatura
Invecchiamento accelerato	(variazione massima del valore non invecchiato)	ISO 188	-	- 5 + 10
Durezza	7 d, 70 °C	ISO 48	IRHD	60 \pm 5
Resistenza a trazione	7 d, 70 °C	ISO 37 tipo 2	%	± 15
Allungamento a rottura	7 d, 70 °C	ISO 37 tipo 2	%	± 25

Prima della fornitura del materiale inoltrare la scheda tecnica del materiale per la necessaria verifica ed approvazione della D.L.

24 MODALITA' ESECUTIVE

24.1 NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

L'impianto e l'organizzazione del cantiere dovrà seguire dettagliatamente il Piano di Sicurezza e coordinamento allegato ai documenti contrattuali. Esso dovrà riportare con chiarezza le varie fasi delle lavorazioni previste e le relative prescrizioni.

Il documento sarà tenuto costantemente aggiornato ed adeguato alle variazioni non previste eventualmente emerse nel progredire dei lavori.

L'appaltatore dovrà eseguire esattamente come indicato nel progetto esecutivo le lavorazioni occorrenti per la salvaguardia ed il restauro delle parti di cui si prevede la conservazione, con particolare riferimento agli stipiti in marmo e/o in legno delle aperture, serramenti e ai pavimenti.

Resta a cura dell'appaltatore raccogliere e produrre tutte le certificazioni relative ai materiali utilizzati e alla loro corretta messa in opera, per le prescrizioni di tipo strutturale, impiantistico, acustico, di prevenzione incendi, di risparmio energetico, imposte dal progetto definitivo ed esecutivo rispetto alle normative vigenti.

24.2 DIREZIONE LAVORI

I lavori verranno diretti per conto e nell'interesse dell'Amministrazione da un tecnico (DL) all'uopo incaricato ed in possesso dei prescritti requisiti; tutti gli oneri derivanti dall'espletamento della pratica professionale di cui sopra (assistenza del personale per misurazioni, messa a disposizione di uomini e mezzi per assistenza alle attività di collaudo e controllo della qualità dei materiali, ecc.) restano a carico della impresa Appaltatrice.

La Ditta dovrà eseguire scrupolosamente, nella esecuzione dei lavori, gli Ordini di Servizio che verranno impartiti dal Direttore dei Lavori.

Gli Ordini di Servizio verranno scritti su due copie e trasmessi alla Ditta, la quale dovrà ritrasmetterne una copia firmata alla Direzione Lavori, una per il Direttore dei Lavori e l'altra per il Responsabile del procedimento.

I disegni di cantiere, i particolari costruttivi e infine le proposte e richieste che la Ditta avanzerà all'Amministrazione Appaltante, dovranno essere vagliati dal Direttore dei Lavori che, dopo averne determinato i rapporti con il Contratto ed il Capitolato, li trasmetterà al Responsabile del Procedimento.

Quest'ultimo adotterà i provvedimenti di competenza o ne curerà l'inoltro all'Amministrazione Appaltante, con l'esplicazione di un preciso parere circa l'opportunità e la convenienza dell'accoglimento della richiesta. Resta comunque inteso, in modo inequivocabile, che eventuali lavori che dovessero comportare un aumento di spesa sul prezzo globale dell'appalto, dovranno essere direttamente e preventivamente autorizzati per iscritto dalla Stazione Appaltante.

1. lavori preliminari

Tutta la zona operativa (interna ed esterna al cantiere) dovrà essere opportunamente delimitata, i passaggi saranno opportunamente individuati e protetti come previsto dal PSC e dal CSE. L'Appaltatore dovrà provvedere al puntellamento ed alla messa in sicurezza provvisoria, tramite opportune opere provvisorie, di tutte quelle porzioni di fabbrica per le quali siano previste opere di demolizione. Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale. Tutti gli interventi di demolizione dovranno essere preventivamente concordati mediante sopralluogo con la D.L. e la competente Soprintendenza, essendo sempre inseriti in contesto storico, tutelato e di complessa stratificazione. Qualora la D.L. lo ritenga opportuno, saranno eseguiti ulteriori saggi stratigrafici e chimico-fisici sugli intonaci, sulle murature da demolire e sulle murature adiacenti, per orientare la correttezza operativa e filologica dell'intervento. Ogni intervento sarà inoltre verificato preventivamente dalla D.L. e si darà inizio alle opere solo dopo specifica autorizzazione.

24.3 OPERE PROVVISORIE E DI PROTEZIONE

Si renderà opportuno, prima di qualsiasi opera di intervento predisporre uno studio preventivo e razionale dell'impianto di cantiere. Comprenderà la distribuzione di tutti i servizi inerenti la costruzione e tendenti a rendere il lavoro più sicuro e spedito. Oltre a quanto già previsto nel piano della sicurezza si elenca:

Ponteggi a sbalzo

Dovranno essere limitati a casi eccezionali e rispondere alle seguenti norme:

- 1) il tavolato non dovrà presentare alcun interstizio e non dovrà sporgere dalla facciata per più di m 1,20;
- 2) i traversi di sostegno dovranno prolungarsi all'interno ed essere collegati rigidamente tra di loro con robusti correnti, dei quali almeno uno dovrà essere applicato subito dietro la muratura;
- 3) le sollecitazioni date dalle sbadacchiature andranno ripartite almeno su una tavola;
- 4) i ponteggi a sbalzo contrappesati saranno limitati al solo caso in cui non sia possibile altro accorgimento tecnico per sostenere il ponteggio.

Ponteggi metallici a struttura scomponibile

Andranno montati da personale pratico e fornito di attrezzi appropriati. Si impiegheranno strutture munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, basi) dovranno portare impressi a rilievo o ad incisione il nome o marchio del fabbricante;
- 2) le aste di sostegno dovranno essere in profilati o in tubi senza saldatura;
- 3) l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base a superficie piana e di area 18 volte maggiore dell'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;
- 4) i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, e ogni controventatura dovrà resistere sia a compressione che a trazione;
- 5) i montanti di ogni fila dovranno essere posti ad interassi maggiori o uguali a m 1,80;
- 6) piani metallici che costituiscono l'impalcato andranno fissate, in modo che non scivolino sui travi metallici;
- 7) i ponteggi metallici di altezza superiore a m 20 o di notevole importanza andranno eretti in base ad un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

25 DEMOLIZIONI

Il progetto esecutivo il PSC ed il cronoprogramma (che andrà perfezionato con il programma esecutivo dell'impresa) comprendono la progettazione dettagliata di tutte le fasi di demolizione e della loro sequenza temporale, nonché delle opere provvisorie necessarie alla salvaguardia delle porzioni di edificio esistente da conservare.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre disporre in modo da non deteriorare l'edificio e gli spazi esterni al di fuori dell'area di cantiere e garantire mediante opportuni accorgimenti il proseguo dell'attività nell'edificio. I tavolati dovranno essere rimossi con cura e accatastati per il loro riutilizzo.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Tutti i materiali di risulta, per i quali non sia concordato con la Direzione dei Lavori il riutilizzo, dovranno essere conferiti a discarica autorizzata.

Le reti elettriche disposte per l'esecuzione dei lavori dovranno essere bene individuabili ed idoneamente protette.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura, sia per quanto riguarda l'eventuale pubblico transito che per quello degli addetti ai lavori.

Tra i materiali di risulta dovranno sempre essere lasciati passaggi sufficientemente ampi, avendo cura che non vi sporgano parti pericolose di legno, ferro, ecc.; i chiodi lungo questi passaggi dovranno essere eliminati. I predetti passaggi dovranno essere tali che in ogni posizione di lavoro la via di fuga sia sempre facile ed evidente.

Dovranno essere adottati adeguati provvedimenti per evitare agli addetti allo scarico cadute o pericolo di essere trascinati dal materiale.

Dovrà essere limitato il sollevamento della polvere irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta; la quantità di acqua irrorata dovrà essere quella strettamente necessaria e, comunque, non dovrà compromettere la stabilità delle strutture.

L'allontanamento dei materiali di risulta dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture orizzontali e verticali.

25.1 DEMOLIZIONE STRUTTURE

La presente specifica tecnica si intende applicabile a lavori di demolizione di strutture di calcestruzzo di cemento armato e non, e strutture in pietra, siano esse fuori o entro terra. Le demolizioni, i disfacimenti e le rimozioni devono essere limitati alle parti e alle dimensioni prescritte e procedere in modo omogeneo, evitando la creazione di zone di instabilità strutturale. Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, gas, acqua, ecc. esistenti nella zona dei lavori; a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società od Enti erogatori di un tramezzo di questo tipo potrebbe, pertanto, portare anche al collasso delle strutture orizzontali.

La demolizione delle murature in pietra dovrà essere eseguita servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione ed eseguita per fasi, come indicato nel progetto strutturale.

Tutti i materiali non recuperabili provenienti dalle demolizioni saranno trasportati alle pubbliche discariche.

26 INTONACI E COLORITURE

La demolizione della passerella esistente e la realizzazione delle sedi di appoggio della nuova, provocherà il distacco d'interi porzioni (o di più strati tecnici) d'intonaco dalle superfici parietali esterne, implicherà delle

evidenti discontinuità sull'apparecchio murario e l'inevitabile messa a nudo di parti di muratura che in questo modo si troveranno esposte all'aggressione degli agenti atmosferici; l'acqua, infatti, potrà penetrare facilmente all'interno della struttura veicolando agenti inquinanti che favoriranno l'insorgenza di degradi in superficie ed in profondità. Al fine di ovviare a quest'inconveniente, si potrà intervenire proteggendo le porzioni scoperte del muro, ripristinando la parte d'intonaco mancante.

26.1 RAPPEZZO DI INTONACO

Previa un'attenta valutazione del reale stato conservativo del supporto il rappezzo d'intonaco dovrà relazionarsi sia all'intonaco ancora presente sulla superficie sia alla natura della muratura garantendo, per entrambi, un'efficace adesione, l'affinità fisico/chimica e meccanica. Il rappezzo dovrà essere, infatti, realizzato con un intonaco compatibile con il supporto e simile a quello esistente per spessore (numero di strati), composizione e traspirabilità; i coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili a quelli dei materiali esistenti così da poter garantire lo stesso comportamento alle diverse sollecitazioni (pioggia battente, vapore, umidità ecc.). La formulazione della malta per realizzare il nuovo intonaco dovrà presentare le caratteristiche tecnologiche dell'intonaco rimasto sulla superficie ovvero, dall'analisi della rimanenza si dovranno dedurre le varie stratificazioni, i diversi componenti e in che modo sono stati combinati tra loro: rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante. Prima di procedere con il rappezzo la superficie dovrà essere preparata; la muratura interessata dall'intervento dovrà essere sufficientemente asciutta (esente da fenomeni d'umidità), scabra (mediante picchiatura, bocciardatura ecc.) e pulita (priva di sali e/o patine al riguardo si rimanda agli articoli specifici inerenti le puliture) in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta sul supporto dopodiché, si eseguirà l'inumidimento della muratura tramite pennello imbevuto d'acqua o, mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale (contrariamente una parete asciutta potrebbe assorbire eccessivamente l'acqua presente nell'impasto provocando il ritiro della malta). Al fine di garantire la corretta realizzazione dell'impasto dovranno essere presi degli accorgimenti sul modo di dosare e amalgamare i diversi componenti. La preparazione della malta, se avverrà in cantiere, dovrà essere fatta in contenitori puliti privi di residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, facendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua (sarà consigliabile iniziare l'impasto con circa 2/3 della quantità d'acqua necessaria aggiungendo, durante le fasi di lavorazione, la parte rimanente) onde evitare la formazione di impasti o troppo fluidi o poco lavorabili, lo scopo dovrà essere quello di ottenere una consistenza tale da garantire la capacità di adesione fino all'avvenuta presa sul supporto (la malta dovrà scivolare dalla cazzuola senza lasciare traccia di calce sulla lama); il dosaggio degli ingredienti dovrà essere fatto con estrema cura e precisione evitando, dove è possibile, metodi di misurazione troppo approssimativi (pala o badile) in modo da riuscire ad ottenere formulati aventi le caratteristiche indicate e richieste da progetto; la quantificazione in cantiere potrà avvenire prendendo come riferimento un'unità di volume identificata in un contenitore facilmente reperibile in sito (secchi e/o carriole). Il secchio da murature corrisponde a circa 12 l (0,012 m³) mentre una carriola avrà una capacità di circa 60 l, circa cinque secchi, (0,060 m³). L'impasto potrà essere eseguito a mano lavorando i componenti su di un tavolato (non sul terreno), o ricorrendo ad attrezzature meccaniche quali piccole betoniere o impastatrici. Compiuta la pulitura, e se necessario il consolidamento, dei margini del vecchio intonaco si procederà all'applicazione sulla parete del rappezzo seguendo i diversi strati indicati da progetto; previa bagnatura del muro, verrà applicato il rinzafo (in malta morbida con

aggregati a grana rossa 1,5-5 mm) in modo tale da penetrare bene negli interstizi dell'apparecchio, a presa avvenuta, previa bagnatura della superficie, si procederà alla stesura dell'arriccio, tramite cazzuola, in strati successivi (1-1,5 cm) fino a raggiungere lo spessore indicato da progetto utilizzando una malta composta da aggregati medi (0,5-1,5 mm), l'ultimo strato di arriccio verrà pareggiato e frattazzato. La finitura verrà applicata con frattazzo in strati sottili lisciati con frattazzini di spugna, leggermente imbevuti di acqua. In presenza di spessori considerevoli (tra i 6-8 cm) sarà consigliabile realizzare, una rincocciatura (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo specifico) della cavità con malta idraulica (calce idraulica naturale NHL 3,5 e scaglie di laterizio rapporto legante inerte 1:3). Particolare attenzione dovrà essere fatta nella messa in opera in prossimità delle zone d'unione tra le due superfici poiché, la loro corretta esecuzione potrà evitare l'insorgenza di punti di discontinuità, a tale riguardo sarà consigliabile rifinire i lembi con spatolini da stuccatore in modo da garantire una maggiore precisione nella rifinitura. L'applicazione del nuovo intonaco dovrà essere fatta con i valori della temperatura esterna tra i 5°C e i 30°C; la malta dovrà essere accuratamente compressa all'interno dell'alacuna al fine di ottenere delle buone caratteristiche meccaniche, inoltre tra la posa dei vari strati dovranno intercorrere dei tempi d'attesa (relazionati alle diverse tipologie di malte) durante i quali le superfici dovranno essere bagnate. La presenza del rappezzo sulla superficie muraria se specificato dagli elaborati di progetto potrà non mimetizzarsi con la preesistenza così da tutelare le diverse stratificazioni storiche; a tale riguardo i rappezzi esterni potranno essere rilevabili diversificando la lavorazione dello strato di finitura (ad esempio passando una spazzola di saggina sullo strato di finitura a presa iniziata ma ancora lavorabile), utilizzando granulometria di inerti leggermente differenti o dipingendolo con una tonalità di colore più chiara o più scura (a discrezione del progettista) mentre, per quanto riguarda i rappezzi interni (meno soggetti all'azione degradante) oltre alle soluzioni sopra citate si potrà decidere di arretrare lo spessore del rappezzo di pochi millimetri rispetto allo spessore del vecchio intonaco. Specifiche: nel caso in cui il rappezzo presentasse un'ampiezza considerevole, sarà opportuno predisporre, sopra il primo strato di rinzafo, delle idonee guide al fine di controllare lo spessore e la planarità dell'intonaco. Tali guide potranno essere messe in opera come segue: si fisseranno alla parete dei piccoli conci di laterizio (allineati verticalmente distanziati di circa 50-100 cm) utilizzando la stessa malta dell'intonaco per uno spessore corrispondente a quello definitivo indicato da progetto, tra i conci verticali verrà eseguita una striscia di malta (la stessa realizzata per l'intonaco), tirata a piombo. È buona norma, al fine di consentire la corretta lavorazione della superficie, che l'interasse delle guide sia 40-50 cm inferiore rispetto alla lunghezza della staggia disponibile in cantiere. Le fasce così realizzate costituiranno il dispositivo di controllo dello spessore dell'intonaco. Al fine di ridurre il rischio di cavillature sarà conveniente seguire delle accortezze tipo: non utilizzare malta con elevato dosaggio di legante (malta grassa) che dovrebbe, in ogni caso essere decrescente dallo strato di rinzafo a quello di finitura, così come dovrebbe essere la resistenza a compressione; applicare la malta per strati successivi sempre più sottili con aggregati a granulometria più minuta partendo dagli strati più profondi fino ad arrivare a quelli più superficiali.

Rappezzo di intonaco di calce (aerea e idraulica) La malta di calce aerea, largamente utilizzata in passato per intonacare le pareti esterne, si componeva principalmente di calce spenta, sabbia e terre colorate; il legante era lo stesso per i diversi strati ciò che variava era la quantità e la dimensione degli inerti (più grandi per gli strati interni più piccoli per quelli esterni). Il rappezzo d'intonaco con questo tipo di malta dovrà essere eseguito con particolare cura tenendo conto dei fattori vincolanti per il risultato finale come i lunghi tempi d'attesa fra le diverse fasi della posa e la necessità di irrorare costantemente la superficie onde evitare di

“bruciare” l’impasto con conseguente diminuzione delle caratteristiche di resistenza e di durabilità; durante il processo di presa, infatti, la perdita d’acqua dovrà essere graduale; il quantitativo d’acqua dovrà essere relazionato ai singoli casi specifici poiché l’asciugatura più o meno veloce dipenderà da diversi fattori tra i quali: l’umidità atmosferica, il sole battente e la velocità del vento. Considerata la difficoltà della messa in operati potrà realizzare un rappezzo limitando la malta di calce aerea (sia grassello di calce sia calce idrata) allo strato finale mentre per i primi strati aggiungere all’impasto una quantità di legante idraulico (calce idraulica naturale NHL o in alternativa calce idraulica naturale con aggiunta di materiali pozzolanici fino ad un massimo del 20% NHL-Z) in modo da poter accorciare i tempi d’attesa fra le diverse fasi operative. Previa preparazione del supporto come indicato nell’articolo inerente il rappezzodi intonaco si procederà alla posa del primo strato di rinzafo che potrà essere composto da 2 parti di grassello di calce, 1 parti di calce idraulica naturale NHL 5 e 9 parti di sabbione (in alternativa si potranno sostituire 3 parti di sabbione con altrettante di cocchio pesto o pozzolana) lasciando la superficie a ruvido, dopo aver atteso almeno tre giorni (durante i quali la superficie verrà costantemente bagnata) previa bagnatura del supporto si stenderà lo strato di arriccio (ad es. 4 parti di grassello di calce, 1 parte di calce idraulica naturale NHL 3,5, 10 parti di sabbia vagliata) in eventuali strati successivi (di spessore non superiore a 1-1,5 cm per singolo strato) fino a raggiungimento dello spessore indicato da progetto. L’ultimo strato verràstaggiato superficialmente portando il profilo dell’intonaco al giusto livello aiutandosi con le fasce di guida, si dovrà provvedere alla frattazzatura così da uniformare la planarità e le superfici dovranno risultare piane ma allo stesso tempo scabre perconsentire alla finitura di aderire bene (per maggiori dettagli sulle finiture si rimanda a quanto detto agli articoli specifici).Specifiche: sarà opportuno ricordare che i rappezzi di sola malta di calce aerea idrata in polvere saranno poco confacenti per superfici esterne poiché poco resistenti nel tempo all’aggressione degli agenti atmosferici (poco resistenti alle sollecitazioni meccaniche e spiccata propensione all’assorbimento capillare d’acqua), si consiglierà pertanto di limitare l’intervento, dove sarà consentito, alle superfici interne. Nella preparazione delle malte con grassello di calce, il grassello dovrà essere anticipatamente stemperato (in pari volumi d’acqua) così da ottenere una densità tale da mantenere limitatamente le forme, in ogni caso tale da non essere autolivellante in superficie; ottenuto il latte di calce, sempre mescolando, verrà aggiunto l’inerte scelto. In caso di malte bastarde con grassello e calce idraulica quest’ultima dovrà essere mescolata precedentemente all’impasto con l’inerte. Per quanto concerne le malte idrauliche dovranno essere utilizzate entro le 2 ore in estate (3 ore in inverno) dall’aggiunta dell’acqua. Ad operazione conclusa sarà possibile porre in risalto l’aggregato, tamponando la superficie con spugne ed acqua deionizzata o sfregando la superficie con pasta abrasiva, rimossa in un secondo tempo con spugna bagnata.

26.2 INTONACI E COLORITURE

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo avere rimossa dai giunti delle murature, ancora in situ ma instabile, ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa. Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno cinque mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore il fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm. 15.

L'esecuzione degli intonaci, se disposto dalla D.L. dovrà seguire l'effettivo andamento della muratura e le riprese parziali di intonaco dovranno adattarsi alle condizioni ed all'andamento della muratura e dell'intonaco lasciato in opera, in modo da risultare il tutto continuo, senza alcuna diversità o discontinuità per l'intera parete.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la D.L.. Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

“Gli intonaci antichi dovranno essere conservati e consolidati. È ammessa la sostituzione delle sole porzioni effettivamente ammalorate ed irrecuperabili, o di quelle realizzate con materiali incompatibili, previo accurato esame diagnostico chimico-mineralogico e mappatura dello stato di conservazione al momento totalmente assente.... La stuccatura delle lacune sia effettuata con materiali compatibili con quelli esistenti, quali malta di calce aerea di granulometria e tonalità di colore simile a quella originaria.... Le nuove porzioni di muratura e di intonaco dovranno essere realizzate con malta di calce (aerea o idraulica), senza l'introduzione di leganti cementizi. La stesura dell'intonaco dovrà avvenire a più strati, seguendo le irregolarità della muratura senza procedere a regolarizzarne la superficie. È da escludere, pertanto, l'uso di punti e linee di lista. Lo strato finale sarà lisciato con la cazzuola o con il frattazzo di legno, previa esibizione di campionatura della lavorazione....” Cfr Parere Soprintendenza MIC|MIC_SABAP-MET-GE|06/12/2021|0019814-P

FINITURE SUPERFICIALI

La finitura così come da definizione, costituisce l'ultimo strato dell'intonaco; realizzata in spessori ridotti si ottiene utilizzando impasti con miscele selezionate di materiali vagliati accuratamente messi in opera seguendo diverse tecniche a seconda dell'effetto finale desiderato, a tale riguardo importante è la tipologia e la granulometria dell'inerte prescelto visto che a questo elemento si lega la consistenza e soprattutto l'aspetto della finitura stessa (liscia o rugosa).

INTONACHINO O COLLA

La finitura ad intonachino verrà applicata su di uno strato d'intonaco, realizzato con calce aerea od idraulica naturale, non lavorato (lasciato a rustico); l'impasto, che si comporrà di grassello di calce (in alternativa si potrà utilizzare una malta imbastardita con una porzione di calce idraulica naturale NHL 2 con un rapporto grassello calce idraulica 1:5) ed inerte la cui granulometria dipenderà dall'effetto finale desiderato (fine o rustico); il rapporto legante-inerte potrà variare da 1:2 (se si utilizzerà una malta bastarda) a 1:1 e lo spessore non dovrà essere superiore a 3 mm. L'intonachino verrà applicato mediante spatola americana in acciaio in uno o più strati, secondo il grado di finitura che si desidera ottenere e in riferimento alle specifiche di progetto. Il risultato dell'operazione dipenderà molto dall'applicazione dell'inerte, per questo la messa in opera sarà preferibile eseguirla quando il supporto d'intonaco si presenterà ancora sufficientemente fresco in modo tale che l'inerte possa ben aderire. La temperatura d'applicazione potrà oscillare tra i +10°C e i +30°C. In

alternativa si potrà stendere un intonachino pigmentato in pasta composto da grassello di calce e pigmenti minerali naturali (ocre rosse e gialle, terre d'ombra, terra di Siena) ovvero ossidi di ferro più resistenti allo sbiancamento prodotto dall'azione alcalina della calce. L'intonachino così composto potrà essere messo in opera in pasta, senza aggregati, rasando con uno strato molto sottile la superficie. Nel caso si voglia aggiungere degli inerti aggiuntivi (quali ad es. polveri di marmo, di pietra o coccio pesto) lo spessore aumenterà fino a 3-4 mm, questo tipo di intonachino risulterà estremamente resistente e duraturo, anche in ragione dello spessore.

INTONACHINO FINE

La finitura ad intonachino fine si otterrà mediante l'uso di un impasto con inerti a granulometria compresa tra i 0,4–0,8 mm (ad es. 0,40-0,60 mm per un 55%, di 0,6-0,8 mm per il restante 45%) applicati in due strati successivi; applicando il secondo strato ad asciugatura del primo, avvenuta. L'ultimo strato verrà lavorato a frattazzo (di spugna o di legno secondo la finitura desiderata) prima della completa asciugatura.

27 SCAVI

27.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, poiché per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

27.2 SCAVI DI FONDAZIONE O IN TRINCEA

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

28 FONDAZIONI SUPERFICIALI CONTINUE-PLATEA

La platea di fondazione è costituita da una piastra di notevole spessore in cemento armato, e su di essa vengono scaricate le sollecitazioni della struttura in elevazione.

La fondazione a platea presenta un comportamento omogeneo, tale da limitare il rischio di cedimenti differenziali nelle strutture e una maggiore facilità nella posa in opera in quanto non necessita di alcuna operazione di carpenteria.

Al contempo, la realizzazione di una soletta in cemento armato di elevato spessore comporta un notevole dispendio di calcestruzzo e ferri di armatura.

28.1 posa in opera e criteri di esecuzione

La platea viene realizzata in cantiere secondo una sequenza operativa:

1. preparazione del piano di posa - il piano di posa viene predisposto attraverso sbancamento e livellamento del terreno con mezzi meccanici di movimentazione delle terre quali bulldozer, pale meccaniche o mini escavatori bobcat;
 2. getto del magrone - dopo aver ultimato la spianatura del terreno e la profilatura dei bordi di scavo, si procede realizzando lo strato di sottofondazione in magrone per rendere più regolare il piano di posa;
 3. posizionamento delle armature - successivamente alla maturazione del magrone si procede al posizionamento delle armature utilizzando reti elettrosaldate e gabbie di barre di acciaio;
- getto di calcestruzzo - in ultimo step si esegue il getto della platea con conseguente costipazione per vibratura.

28.2 Murature in Pietrame a Secco

Dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così con l'accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della Direzione dei Lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

29 ABBATTIMENTO ALBERI E ARBUSTI

L'Appaltatore con la Direzione dei Lavori, contrassegnerà con apposito marchio (segno di vernice visibile) sul tronco le piante individuate da abbattere e solo dopo approvazione, si potrà procedere agli abbattimenti.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di cambiare le piante da abbattere o di aumentarne o diminuirne il numero, tali modifiche saranno valutate in contabilità.

Il periodo di abbattimento delle piante viene stabilito dal cronoprogramma, in caso non sia evidenziato, si potranno abbattere in qualunque periodo dell'anno, tranne i mesi compresi tra marzo e luglio, per salvaguardare l'avifauna. Le piante giudicate pericolose dal progetto o dalla Direzione dei Lavori andranno abbattute nel più breve tempo possibile. L'Appaltatore stesso dovrà far notare alla Direzione dei Lavori le piante sospette di instabilità o portatrici di patologie gravi e contagiose.

Quando si debbano abbattere piante di notevoli dimensioni queste dovranno essere preventivamente sbroccate (eliminate le branche primarie e secondarie) e poi abbattute facendo in modo che i rami più grossi ed il tronco vengano guidati al suolo delicatamente con l'ausilio di opportune attrezzature (funi, carrucole, piattaforme aeree o gru), onde evitare schianti e il costipamento del suolo.

Nel caso di abbattimento di arbusti, l'Appaltatore con la Direzione dei Lavori, contrassegnerà con apposito marchio (segno di vernice visibile) sul fusto le piante individuate da abbattere e solo dopo approvazione, si potrà procedere all'abbattimento.

In seguito all'abbattimento di alberi o arbusti si dovrà sradicare il ceppo oppure si dovrà trivellare con idonea macchina operatrice (fresaceppi) a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori, che a sua discrezione potrà richiedere che le ceppaie restino nel suolo, in questo caso il fusto dovrà essere tagliato a livello del terreno.

Prima di intraprendere i lavori di asportazione del ceppo, sarà cura dell'Appaltatore prendere ogni misura cautelativa nei confronti delle reti tecnologiche aeree (illuminazione, cavi elettrici, telefonici ed altro) restando l'Appaltatore esclusivamente responsabile degli eventuali danni.

Al termine delle operazioni, se necessario, dovrà essere ripristinata la morfologia del terreno anche con riporti di suolo, inoltre dovranno essere allontanati tutti i residui della vegetazione, compreso gli inerti affiorati durante gli scavi e portati alla Pubblica Discarica o altro luogo indicato dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso la pianta da abbattere sia colpita da patologie di facile propagazione, l'Appaltatore è tenuto a seguire tutte le norme igienico-sanitarie del caso, nonché quelle eventualmente previste dalla legislazione vigente.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere anche lo spargimento di prodotti disinfettanti all'interno dello scavo.

Durante le operazioni di abbattimento degli alberi e arbusti dovrà essere garantita la vigilanza a terra di idoneo personale per impedire l'avvicinamento casuale o fortuito di persone, cose od animali nel raggio d'azione e di caduta dell'albero o delle sue parti. I residui legnosi del diceppamento e gli esiti del decespugliamento potranno essere triturati ed utilizzati come sostanza organica ammendante da distribuire in cantiere.

29.1 MESSA A DIMORE DELLE PIANTE

Il periodo per la messa a dimora delle piante va stabilita in base alle specie vegetali impiegate, ai fattori climatici locali e alle condizioni di umidità del terreno; in linea generale deve corrispondere al periodo di riposo vegetativo, dalla fine dell'autunno all'inizio della primavera, sono da evitare i periodi di gelo.

Le piante fornite in contenitore si possono posare in qualsiasi periodo dell'anno, escludendo i mesi più caldi, in questo caso occorre prevedere le necessarie irrigazioni ed ombreggiamenti.

Le piante fornite in zolla o radice nuda andranno messe a dimora esclusivamente nel periodo di riposo vegetativo (dal mese di ottobre a quello di marzo circa). Alcune specie sempreverdi si possono piantare anche nella fase di riposo vegetativo estivo.

Qualche giorno prima della messa a dimora degli alberi, l'Appaltatore dovrà preparare le buche che dovranno essere almeno 1,5 volte le dimensioni del pane di terra da contenere.

Nello scavo della buca si dovrà fare attenzione a non costipare il terreno circostante le pareti o il fondo della stessa buca, in particolare dopo l'uso di trivelle occorrerà smuovere il terreno sulle pareti e sul fondo della buca per evitare l'effetto vaso.

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Appaltatore dovrà procedere al riempimento parziale della buca con terra e torba, predisponendo in modo che le piante poggino la zolla su uno strato idoneo di miscuglio terra-torba ben assestato.

Prima della messa a dimora degli alberi occorrerà procedere ad una concimazione localizzata sul fondo della buca evitando il contatto diretto con la zolla.

Nel caso in cui il progetto o la Direzione dei Lavori prevedano l'uso di micorrize o biostimolanti questi dovranno essere messi a contatto diretto con le radici, in modo uniforme.

Per le piante erbacee invece le buche andranno preparate al momento della piantagione in base al diametro del vaso delle piante da mettere a dimora.

Durante lo scavo della buca il terreno agrario deve essere separato e posto successivamente in prossimità delle radici, il terreno in esubero e l'eventuale materiale estratto non idoneo, a giudizio della Direzione dei Lavori, dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e a spese dell'Appaltatore e sostituito con terreno adatto.

Durante lo scavo, l'Appaltatore si dovrà assicurare che le radici non vengano a trovarsi in una zona di ristagno idrico, nel qual caso, si dovrà predisporre un adeguato drenaggio posando uno strato di materiale drenante

sul fondo della buca; se la Direzione dei Lavori lo riterrà opportuno, l'Appaltatore dovrà predisporre ulteriori soluzioni tecniche al problema.

Nel caso le buche debbano essere realizzate sopra un preesistente tappeto erboso, si dovranno adottare tutte le tecniche più idonee per non danneggiarlo. In questo caso il terreno di scavo andrà appoggiato su teli per facilitarne la completa raccolta.

La messa a dimora degli alberi si dovrà eseguire con i mezzi idonei in relazione alle dimensioni della pianta, facendo particolare attenzione che il colletto si venga a trovare a livello del terreno anche dopo l'assestamento dello stesso, le piante cresciute da talea devono essere piantate 5 cm più profonde della quota che avevano in vivaio.

L'imballo della zolla, costituito da materiale degradabile, dovrà essere tagliato vicino al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo, verrà invece asportato tutto il materiale di imballaggio non biodegradabile (vasi in plastica, terra cotta, ecc.) il quale dovrà essere allontanato dal cantiere.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in maniera tale da ottenere il migliore risultato tecnico ed estetico ai fini del progetto. Gli esemplari andranno orientati con la medesima esposizione che avevano in vivaio.

Dopo il riempimento della buca, è importante compattare e livellare il terreno e subito irrigare, al fine di facilitarne l'ulteriore assestamento e la sua più completa adesione alle radici e alla zolla, nonché la ripresa della pianta.

Nel caso non vi sia un sistema di irrigazione automatico o sotterraneo, al termine del riempimento della buca si dovrà creare una conca attorno agli alberi per trattenere l'acqua. Quest'ultima sarà portata immediatamente dopo l'impianto in quantità abbondante, fino a quando il terreno non riuscirà più ad assorbirne.

Al termine della messa a dimora delle piante, andranno rimosse tutte le legature, asportando i legacci o le reti che andranno portate in pubblica discarica.

Dopo di ché, se necessario, si dovrà procedere con la potatura di trapianto. Si dovranno asportare i rami che si presentino eventualmente danneggiati o secchi. Per le sole piante fornite a radice nuda o in zolla che non siano state preparate adeguatamente in vivaio, su richiesta della Direzione dei Lavori, si dovrà procedere ad un intervento di sfoltimento per ridurre la massa evapotraspirante, nel rispetto del portamento e delle caratteristiche delle singole specie. Non si dovrà comunque procedere alla potatura delle piante resinose, su queste si potranno eliminare solo i rami danneggiati o secchi.