REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AZIENDA SANITARIA LOCALE
N. 7 DI CARBONIA

APPALTO MULTISERVIZI INTEGRATO
PER LA MANUTENZIONE DEGLI OSPEDALI
DELL'AZIENDA USL N. 7 DI CARBONIA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PARTE I	DISCIPLINARE DI GARA
PARTE II	DISCIPLINARE D'ONERI
PARTE III	**SPECIFICHE TECNICHE:**
	Allegato 1 - Prescrizioni Gestionali
	Allegato 2 - Prescrizioni sui Lavori
	Allegato 3 - Elenco dei Presidi

aprile 2010

ing. B. Vacca

Sommario

Capitolo 1 LAVORI EDILI 4
1.1 PRESCRIZIONI SULLE PRICIPALI CATEGORIE DI MATERIALI E SULLE OPERE 4
1.2 OPERE PROVVISIONALI - PONTI DI SERVIZIO 4
1.3 MATERIALI DA COSTRUZIONE 4
1.4 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE 5
1.5 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO 5
1.6 ARMATURE PER CALCESTRUZZO 5
1.7 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI 6
1.8 LEGNAMI 6
1.9 MATERIALE PER PAVIMENTAZIONE 6
1.10 PRODOTTI PER COPERTURE A FALDA DISCONTINUE 7
1.11 MATERIALI CERAMICI E PRODOTTI DI VETRO 9
1.12 TUBI DI CEMENTO 10
1.13 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONI 11
1.14 PRODOTTI SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI 13
1.15 SCAVI IN GENERE 14
1.16 SCAVI DI SBANCAMENTO 14
1.17 SCAVI DI FONDAZIONE 15
1.18 RILEVATI E RINTERRI 15
1.19 PALIFICAZIONI 15
1.20 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 16
1.21 MALTE E CONGLOMERATI 17
1.22 MURATURE IN GENERE 18
1.23 VESPAI 18
1.24 MURATURE DI MATTONI 19
1.25 PARETI DI UNA TESTA ED IN FOGLIO CON MATTONI PIENI E FORATI 19
1.26 MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI 19
1.27 OPERE IN CEMENTO ARMATO E CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO 19
1.28 SOLAI 20
1.29 COPERTURE PIANE CONTINUE 23
1.30 COPERTURE DISCONTINUE A FALDA 25
1.31 PARTICOLARI OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE 27
1.32 INTONACI 28
1.33 PAVIMENTI 29
1.34 RIVESTIMENTI DI PARETI 31
1.35 PRESCRIZIONI COMUNI PER LE OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI 31
1.36 MARMI E PIETRE NATURALI 32
1.37 PIETRE ARTIFICIALI 32
1.38 OPERE DA CARPENTIERE 33
1.39 OPERE DA VETRAIO E DA SERRAMENTISTA 33
1.40 OPERE IN FERRO IN GENERE 35
1.41 TUBAZIONI E CANALI DI GRONDA 35
1.42 CONTROSOFFITTI 37
1.43 TUBAZIONI IN POLIETILENE ALTA DENSITÀ 37
Capitolo 2 OPERE MECCANICHE E IMPIANTI TECNOLOGICI 38
2.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI 38
2.2 MODI DI ESECUZIONE DEI LAVORI 38
2.3 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO 38
2.4 GARANZIA DELLE APPARECCHIATURE MECCANICHE 40
2.5 CONDOTTA E SVOLGIMENTO DEI LAVORI 41
2.6 IDENTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE, VALVOLE 41
2.7 VERIFICHE PROVVISORIE 41
2.8 COLLAUDO DEFINITIVO 42
2.9 NORME DI COLLAUDO PER GLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO 42
2.10 NORME DI COLLAUDO PER GLI IMPIANTI IDRICO SANITARI 43
2.11 IMPIANTI DI TRATTAMENTO ARIA (U.T.A.) 44
2.12 IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE E DIFFUSIONE DELL'ARIA 46

2.13 IMPIANTI DI CANALIZZAZIONI PER ARIA 47
2.14 VALVOLE PER IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE 49
2.15 CONDUTTURE PER IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE 50
2.16 SALDATURE 52
2.17 PROTEZIONI CONTRO LA CORROSIONE 54
2.18 ISOLAMENTI TERMICI 55
2.19 TERMOMETRI, MANOMETRI E ACCESSORI 56
2.20 RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA FREDDA 57
2.21 RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA CALDA 58
2.22 SARACINESCHE E VALVOLE PER LE RETI DI DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA 58
2.23 RETE IDRICA ANTINCENDIO 58
2.24 ATTREZZATURE MOBILI ANTINCENDIO 59
2.25 SEGNALETICA DI SICUREZZA 59
2.26 RETI DI DISTRIBUZIONE DEL VAPORE 59
Capitolo 3 OPERE ELETTRICHE 61
3.1 ESECUZIONE DEI LAVORI 61
3.2 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI 61
3.3 VERIFICA PROVVISORIA, CONSEGNA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI 61
3.4 COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI 61
3.5 GARANZIA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI 63
3.6 REQUISITI DI RISPONDENZA DEGLI IMPIANTI A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI 64
3.7 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CAVI ELETTRICI 64
3.8 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI LE CANALIZZAZIONI 66
3.9 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE 69
3.10 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI 69
3.11 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI 69
3.12 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI IN TUBAZIONI INTERRATE O IN CUNICOLI NON PRATICABILI 70
3.13 POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI AUTOPORTANTI O SOSPESI A CORDE PORTANTI 70
3.14 GIUNZIONI E DERIVAZIONI 71
3.15 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI 71
3.16 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI 72
3.17 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI 79
3.18 IMPIANTO DI MESSA A TERRA 79
3.19 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE 80
3.20 SELETTIVITÀ DELLE PROTEZIONI 81
3.21 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER I LOCALI DA BAGNO 81
3.22 AMBIENTI AD USO MEDICO 82
3.23 PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE 84
3.24 PROTEZIONE DELL'IMPIANTO DA SOVRATENSIONI PER FULMINAZIONE INDIRETTA 88
3.25 PROTEZIONE DI PARTICOLARI UTENZE 88
3.26 MAGGIORAZIONI DIMENSIONALI 88
3.27 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI 88
3.28 PUNTI DI UTILIZZAZIONE E SUDDIVISIONE DEI CIRCUITI 89
3.29 COEFFICIENTI PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO CONVENZIONALE DI UNITÀ DI IMPIANTO 90
3.30 IMPIANTI TRIFASI 90
3.31 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE 91
3.32 ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA E DI EMERGENZA 92
3.33 ALIMENTAZIONE DI RISERVA 93
3.34 IMPIANTI DI SEGNALAZIONI COMUNI PER USI CIVILI NELL'INTERNO DEI FABBRICATI 93
3.35 IMPIANTI DI PORTIERE ELETTRICO SENZA SERVIZIO DI PORTINERIA 94
3.36 IMPIANTI CITOFONICI CON SERVIZIO DI PORTINERIA 95
3.37 IMPIANTI DI ANTENNE COLLETTIVE PER RICEZIONE RADIO E TELEVISIONE 95
3.38 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 96

CAPITOLO 1
LAVORI EDILI

1.1 PRESCRIZIONI SULLE PRICIPALI CATEGORIE DI MATERIALI E SULLE OPERE

L'assuntore dovrà in genere seguire tutte le migliori regole dell'arte e della pratica, affinché le opere risultino perfette in ogni loro parte. Dovrà quindi fornire operai adatti alla specialità dei singoli lavori e materiale della provenienza, dimensioni, peso, specie, qualità e lavorazione, indicati nell'elenco dei prezzi unitari e relativa descrizione.
Le macchine e gli attrezzi usati per tutti i tipi di lavoro dovranno essere in perfetto stato di funzionamento e provvisti di tutti gli accessori occorrenti e di tutti i dispositivi di sicurezza.
Saranno a carico dell'assuntore la manutenzione e le riparazioni eventualmente occorrenti per la loro completa efficienza.
I mezzi di trasporto per i lavori dovranno essere forniti in piena efficienza.
Tutti i manufatti, i materiali e le forniture, ove richiesto, dovranno essere accompagnati dal relativo certificato di omologazione nel rispetto delle normative vigenti, nonché della certificazione di corretta posa in opera secondo le prescrizioni impartite dalla casa produttrice o dalla D.L.
Tenuto conto dell'importanza, delle dimensioni degli edifici e della complessità degli impianti nei medesimi contenuti, il **FS** dovrà attuare opportuni procedimenti e modalità per l'organizzazione e la gestione delle attività in modo da consentire l'immediato avvio dei servizi fin dall'affidamento degli stessi, per garantire la pronta esecuzione di tutti gli interventi che risulteranno necessari.

1.2 OPERE PROVVISIONALI - PONTI DI SERVIZIO

Nell'esecuzione di tutti i lavori in genere, ed in particolare per quelli di scavo e demolizione, sono a carico dell'assuntore tutte le opere provvisionali occorrenti per la sicurezza delle persone e delle cose di proprietà dell'Ente e di terzi.
Tutti i ponti di servizio in genere, dovranno essere costruiti solidamente , con ogni cura e a regola d'arte.
Per tutti i tipi di ponteggio si dovranno osservare tutte le norme legislative per la prevenzione degli infortuni, la rispondenza alle leggi vigenti, rimanendo a carico dell'assuntore ogni adempimento tecnico-amministrativo da eseguire preventivamente. Dovrà inoltre curare, che l'accesso ai ponti sia il più facile e sicuro, e che sia agevole e privo di pericoli il sollevamento dei materiali e mezzi d'opera occorrenti ai lavori.

1.3 MATERIALI DA COSTRUZIONE

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti indicati nei seguenti articoli

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 *«Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici»* nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 *«Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche»*.

c) Cementi e agglomerati cementizi.
1) I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 «*Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi*» e successive modificazioni.
Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.
2) A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'industria del 9 marzo 1988, n. 126 *«Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi»*, i cementi normali e ad alta resistenza *portland*, pozzolanico e d'altoforno, di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595, se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura

di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2230.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

1.4 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non 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 ed all'ingombro delle armature.
La sabbia per matte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:
fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo- superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992 e relative circolari esplicative.

1.5 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.
Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 *«Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento».*

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2.
Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 20novembre 1987.
La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

È facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

1.6 ARMATURE PER CALCESTRUZZO

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14-02-1992, attuativo della legge 05-11-1971, n. 1086 e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

1.7 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

A) Materiali ferrosi - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.
Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. del 29 Febbraio 1908 modificato dal R.D. 15 Luglio 1925 ed alle norme UNI vigenti e presentare inoltre a secondo della loro qualità i seguenti requisiti:
I) 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.
II) Acciaio trafilato o laminato. Tale acciaio, nelle varietà dolce (così detto ferro omogeneo) semiduro o duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità: in particolare, per la prima varietà sono richieste perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni. Esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera. Alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare.
III) 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 frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità di altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.
È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

B) 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.

1.8 LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opera stabile o provvisorie di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 ed alle norme UNI vigenti, saranno approvvigionati fra le più scelte qualità della categoria e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso in cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.

1.9 MATERIALE PER PAVIMENTAZIONE

I materiali per pavimentazione, pianelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto dovranno corrispondere alle norme di accettazioni di cui al R.D. del 16 novembre 1939 n. 2234 ed alle norme UNI vigenti.

A) Le mattonelle, marmette e pietnni di cemento - Le mattonelle le marmette e i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione, a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, ai bordi sani e piani: non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore.
La collaborazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi.
Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a 25 mm, avranno uno strato superficiale dia assoluto cemento colorato, di spessore costante non interiore a 7 mm.
Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di 25 mm con strato superficiale di spessore costante non inferiore a 7 mm costituito da impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo.
I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a 30 mm con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a 8 mm; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.

B) Pietrini e mattonelle di ceramica e di gres.
Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana.
Per quanto riguarda l'assorbimento d'acqua, dovranno essere conformi alla norma UNI EN 87.
Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensioni che saranno richieste dalla D.L.

C) Linoleum o rivestimenti in plastica, vinile. Dovranno rispondere alle norme seguenti:
UNI 5573 per piastrelle di vinile.
UNI 7071 per piastrelle di vinile omogeneo.
UNI 7072per piastrelle di vinile non omogeneo.
Devono presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature.
Salvo il caso di pavimentazioni da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori non dovranno essere inferiori a 2 mm con una tolleranza non superiore al 5%.
Il peso a mq non dovrà essere inferiore per millimetro di spessore a quanto verrà richiesto dalla D.L.
Un pezzo di tappeto di forma quadra di 0,20 m dilato, dovrà potersi curvare con preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 x (s + 1 mm), dove s rappresenta lo spessore in mm senza che si formino fenditure o screpolature.

D) Pavimenti in gomma: deve essere conforme alla norma UN15137 - la classe di reazione al fuoco deve essere la prima, secondo il D.M. 26 giugno 1984 allegati A 3.1.

1.10 PRODOTTI PER COPERTURE A FALDA DISCONTINUE

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.
Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.
I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.
Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

1.10.1. - Le tegole e coppi di laterizio per coperture, marsigliese, romana, ecc.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:
a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
— le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
— le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza; è ammessa una protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dmq di superficie proiettata;
— sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;
b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza ± 3%; larghezza ± 3% per tegole e ± 8% per coppi;
c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15 %;
d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;
e) resistenza a flessione: forza E singola maggiore di 1000 N;
f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 500 N;
g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 10.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 ed UNI 8635.

I prodotti devono essere torniti su appositi *pallets*, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termo-retraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari.

1.10.2. - Le tegole di calcestruzzo per coperture, portoghese, olandese, ecc.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:
a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
— le fessure non sono ammesse;
— le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
— le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
— le scagliature sono ammesse in forma leggera;
— le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.

b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza ± 1,5%; larghezza ± 1 %; altre dimensioni dichiarate ± 1,6 %; ortometria scostamento orizzontale non maggiore del 1,6 % del lato maggiore;
c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del ± 10 % ;
d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h;
e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 d.;
f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N.;
g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 10.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi *pallets* legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

1.10.3. - Le lastre di fibrocemento.

1) Le lastre possono essere dei tipi seguenti:
— lastre piane (a base: fibrocemento e silico-calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico-calcare rinforzati);
— lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezione traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio);
— lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.
I criteri di controllo sono quelli indicati in 10.2.

2) Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza od integrazione alle seguenti:
a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza ± 0,4 % e massimo 5 mm;
b) spessori (scelti tra le sezioni normate) con tolleranza ± 0,5 mm fino a 5 mm e ± 10 % fino a 25 mm;
c) rettilineità dei bordi scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
<u>tipo 1:</u> 13 N/mm2 minimo con sollecitazione lungo le fibre e 15 N/mm2 minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
<u>tipo 2:</u> 20 N/mm2 minimo con sollecitazione lungo le fibre e 16 N/ mm2 minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
e) massa volumica apparente:
<u>tipo 1:</u> 1,3 g/cm3 minimo;
<u>tipo 2:</u> 1,7 g/cm3 minimo;
f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
g) resistenza alle temperature di 120 t per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.
Le lastre rispondenti alla norma UNI 3948 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

3) Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:
a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrato ed entro i limiti di tolleranza;
b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 3949);
c) tenuta all'acqua, come indicato nel comma 2);
d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 3949);
e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 ℃ seguito da permanenza in frigo a - 20 ℃, non devono presentar e fessurazioni, cavillature o degradazione;
f) la massa volumica non deve essere minore dii ,4 kg/dm3.

Le lastre rispondenti alla norma UNI 3949 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.
Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopraddette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

4) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate nel punto 3.
La rispondenza alla norma UNI 8865 è considerata rispondenza alle prescrizioni predette, ed alla stessa si fa riferimento per le modalità di prova.

1.10.4. - Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

a) le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro devono essere conformi alla norma UNI 6774;
b) le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma UNI 7073;
c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alla norma UNI 7074;
d) i criteri di accettazione sono quelli del punto 10.1.

1.10.5. - Le lastre di metallo ed i loro peni speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto.
I prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi; i criteri di accettazione sono quelli del punto 10.1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

1.10.6. - I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori, I criteri di accettazione sono quelli indicati in 10.1. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

1.11 MATERIALI CERAMICI E PRODOTTI DI VETRO

1.11.1. - I prodotti ceramici più comunemente impiegati per apparecchi igienico sanitari, rivestimenti di parete, tubazioni, ecc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature o simili difetti.

1.11.2. - Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti categorie: lastre piane; vetri pressati; prodotti di seconda lavorazione. Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.
I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrate e ai serramenti.
Il Direttore dei lavori, ai tini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

1.11.3. - I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori cosiddetti bianchi, eventualmente armati.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6123 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

1.11.4. - I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie. Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6486 che considera anche le modalità di controllo da

adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc, saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

1.11.5. - I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 6487 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

1.11.6. - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.
Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

1.11.7. - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.
Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche vale la norma UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

1.11.8. - I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.
Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.
Essi si dividono in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche come segue;
— stratificati per sicurezza semplice;
— stratificati antivandalismo;
— stratificati anticrimine;
— stratificati antiproiettile.
Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.
Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:
a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI 7172;
b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme UNI 7172 e norme UNI 9184;
c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI 9187.
I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

1.11.9. - I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.
Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati. Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI 7306 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

1.11.10. - I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria. Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.
Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma UNI 7440 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

1.12 TUBI DI CEMENTO

I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto di screpolature.
Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate.
La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pura e compatta, senza fessure ed uniforme, gli inerti del

calcestruzzo dovranno essere così intimamente mescolati con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza staccarsi dalla malta.

1.13 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

1.13.1 - Si intendono prodotti per impermeabilizzazioni quelli che si presentano sotto forma di:

— membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluri-strato;

— prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano in base:
   1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
   2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
   3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
   4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non-tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano come segue:
   1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
   2) asfalti colati;
   3) matte asfaltiche;
   4) prodotti termoplastici;
   5) soluzioni in solvente di bitume;
   6) emulsioni acquose di bitume;
   7) prodotti a base di polim eri organici.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

1.13.2 - Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

Nota: Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UN! 8178.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

— le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);

— difetti, ortometria e massa areica;

— resistenza a trazione;

— flessibilità a freddo;

— comportamento all'acqua;

— permeabilità al vapore d'acqua;

— invecchiamento termico in acqua;

— le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normali, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UN! 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

— le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);

— difetti, ortometria e massa areica;

— comportamento all'acqua;

— invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non formati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei

lavori.
Nota: Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:
— le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
— difetti, ortometria e massa areica;
— resistenza a trazione ed alla lacerazione;
— comportamento all'acqua;
— le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.
Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non formati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.
Nota: Le membrane rispondenti alle norme UN! 9380 e UN! 8629 per le caratteristiche precisate sono valide anche per questo impiego.
d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:
— le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
— difetti, ortometria e massa areica;
— resistenza a trazione e alla lacerazione;
— punzonamento statico e dinamico;
— flessibilità a freddo;
— stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
— stabilità di forma a caldo;
— impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
— permeabilità al vapore d'acqua;
— resistenza all'azione perforante delle radici;
— invecchiamento termico in aria ed acqua;
— resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
— resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
— le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.
Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla D.L.
e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:
— le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
— difetti, ortometria e massa areica;
— resistenza a trazione e alle lacerazioni;
— punzonamento statico e dinamico;
— flessibilità a freddo;
— stabilità dimensionali a seguito di azione termica; stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
— comportamento all'acqua;
— resistenza all'azione perforante delle radici;
— invecchiamento termico in aria;
— le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
— l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.
Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non formati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

1.13.3 - Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente comma a) utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b) devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).
I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 14.1 comma c).
a) I tipi di membrane considerate sono:
— Membrane in materiale elastomerico senza armatura:
Nota: Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).
— Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura.
— Membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura.

Nota: Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un inte,vallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).
— Membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura.
— Membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene).
— Membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura.
— Membrane polimeriche accoppiate.
Nota: Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta.
In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per 11 comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:
Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).
Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).
Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).
Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.
Classe E; - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).
Classe F - membrane adatte per il contratto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).
Nota: Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi, In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

1.14 PRODOTTI SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore 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.

1.14.1. - 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:
— compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
— diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
— durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
— durabilità alle azioni chimico-tisiche 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 9610 e 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.

1.14.2. - 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.).
Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.
Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:
— compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
— durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
— durabilità alle azioni chimico-tisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
— 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.

1.14.3. - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.
Si distinguono in:
— Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
— Non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione).
Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

1.15 SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto, la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 Marzo 1988 e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.
Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle cose e, nella eventualità che possano verificarsi delle frane, è altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.
L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.
Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzati, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori dalla sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.
Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero esser utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione dei Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.
In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.
La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in modo difforme alle precedenti disposizioni.

1.16 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si 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 trovino 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.

1.17 SCAVI DI FONDAZIONE

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 scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette. Quali che siano 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, tenendo nel debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con la circolare 6 novembre 1967, n° 3797 la **SA** si riserva piena facoltà di variare i disegni e le profondità nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione 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 eseguire murature 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 contro-pendenze.
Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più dovrà essere 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, quanto occorra, essere solidamente puntellati e dotati di sbadacchiature costituite di robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia 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 puntellamenti o 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.

1.18 RILEVATI E RINTERRI

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi vari non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno essere depositate i vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate al momento della formazione dei suddetti rinterri.
Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla sovrapposizione delle materie stesse a formare una pila, da farsi secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.
È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.
È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.
L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.
La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni sarà previamente scorticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

1.19 PALIFICAZIONI

1.19.1. - Pali trivellati. Eseguite le trivellazioni del terreno alla profondità necessaria, con l'ausilio di un tubo-forma del diametro corrispondente a quello del palo che vuoi costruirsi, mediante opportuni accorgimenti verrà esaurita, od iniettata, l'acqua o la melma esistente nel tubo stesso.
Messa in opera la gabbia metallica, ove questa sia prevista per l'intera lunghezza o parte del palo, si procederà all'immissione nel tubo-forma del conglomerato cementizio (composto di 0,700 m3 di ghiaia, 0,500 m3 di sabbia e 3,5 q di cemento), mediante apposita benna, chiusa all'estremità inferiore da

valvola automatica, per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno.
Dopo il getto di ciascun dei detti tratti, il tubo-forma verrà rialzato, in modo però che nel tubo rimanga sempre un'altezza di conglomerato di almeno 50 cm e si procederà quindi al costipamento del calcestruzzo con uno dei sistemi in uso o brevettato riconosciuto idoneo allo scopo dalla Direzione dei Lavori in relazione alla lunghezza del palo.
Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella estrazione del tubo-forma, onde evitare il trascinamento del conglomerato.

1.19.2. - Pali battuti formati in opera. I pali battuti formati in opera, del tipo *Simplex* e derivati, *Franki,* ecc., saranno eseguiti conficcando nel terreno, con uno dei sistemi in uso, o speciali brevettati, un tubo-forma, del diametro corrispondente al palo che si vuoi costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che dovrà sostenere il palo, quale risulta dai calcoli.
Raggiunta la profondità necessaria, il tubo-forma verrà riempito con calcestruzzo cementizio (composto da 0,800 mc di ghiaia, 0,400 mc di sabbia e 3,5 q di cemento), battuto e compresso secondo uno dei sistemi in uso, o brevettati, riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori.
A richiesta della Direzione dei Lavori, detti pali potranno essere armati per l'intera lunghezza o parte di essa, mediante opportuna ingabbiatura metallica da collocarsi nel tubo-forma prima del getto del calcestruzzo. Tanto per i pali trivellati che per quali formati in opera, la battitura del conglomerato dovrà essere sorvegliata da agenti dell'Amministrazione, i quali dovranno segnare in apposito registro, in contraddittorio, le massime profondità raggiunte, il quantitativo di conglomerato posto in opera, ecc.
L'Appaltatore non potrà porre in opera le armature di ferro, né effettuare il versamento del conglomerato, senza aver fatto preventivamente costatare le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati. In difetto di ciò saranno a suo carico tutti gli oneri e le spese occorrenti per i controllo e gli accertamenti che la Direzione dei Lavori riterrà necessari.
Per il confezionamento e getto dei conglomerato cementizio, varranno le norme stabilite nel presente Capitolato speciale d'appalto.
Disposizioni valevoli per ogni palificazione portante. - I pali portanti, di qualsiasi tipo e forma, dovranno essere sottoposti a prove di carico, che interesseranno la percentuale dei pali stessi stabilita dalla Direzione dei Lavori.

1.20 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbi.
Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
Nelle demolizioni o rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.
Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quanto, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in pristino le parti indebitamente demolite.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia durante lo scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.
Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del vigente Capitolato Generale d'Appalto.
L'Appaltatore deve provvedere a proprie spese allo smaltimento dei materiali di scarto provenienti dalla demolizioni e rimozioni presso discariche autorizzate.

1.21 MALTE E CONGLOMERATI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

A)	Malta comune	
	Calce spenta in pasta	mc 0,25 ÷ 0,40
	Sabbia	mc 0,85 ÷ 1,00
B)	Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo)	
	Calce spenta in pasta	mc 0,20 ÷ 0,40
	Sabbia	mc 0,90 ÷ 1,00
C)	Malta comune per intonaco civile (stabilitura)	
	Calce spenta in pasta	mc 0,35 ÷ 0,45
	Sabbia vagliata	mc 0,800
D)	Malta grassa di pozzolana	
	Calce spenta in pasta	mc 0,22
	Pozzolana grezza	mc 1,10
E)	Malta mezzana di pozzolana	
	Calce spenta in pasta	mc 0,25
	Pozzolana vagliata	mc 1,10
F)	Malta fina di pozzolana	
	Calce spenta in pasta	mc 0,28
	Pozzolana vagliata	mc 1,05
G)	Malta idraulica	
	Calce idraulica	da 3,0 q a 5,0 q secondo l'impiego
	Sabbia	mc 1,50
H)	Malta bastarda	
	Malta di cui alle lettere a), e), g),	mc 1,00
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q 1,50
I)	Malta cementizia debole	
	Agglomerante cementizio a lenta presa	da 3,0 q a 6,0 q secondo l'impiego
	Sabbia	mc 1,00
L)	Malta cementizia debole	
	Agglomerante cementizio a lenta presa	da 2,5 q a 4,0 q secondo l'impiego
	Sabbia	mc 1,00
M)	Malta cementizia per intonaci	
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q 6,00
	Sabbia	mc 1,00
N)	Malta fina per stucchi	
	Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliato allo staccio fino	
O)	Malta fina per stucchi	
	Calce spenta in pasta	mc 0,45
	Polvere di marmo	mc 0,90
P)	Calcestruzzo idraulici di pozzolana	
	Calce comune	mc 0,15
	Pozzolana	mc 0,40
Q)	Calcestruzzo in malta idraulica	
	Calce idraulica	da 1,5 q a 3,0 q secondo l'impiego
	Sabbia	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80
R)	Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi, ecc.	
	Cemento	da 1,5 q a 2,5 q secondo l'impiego
	Sabbia	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80
S)	Conglomerato cementizio per strutture sottili:	
	Cemento	da 3,0 q a 3,5 q secondo l'impiego
	Sabbia	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80.

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le materie ed i conglomerati, saranno forniti in sacchi di peso determinato. L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.
I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.
Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultarne uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.
Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel D.L. 14 febbraio 1992.
Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro, I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

1.22 MURATURE IN GENERE

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori:
— per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le piastre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
— per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, wc orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
— per le condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
— per le imposte delle volte e degli archi;
— per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.
Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.
La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.
La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.
All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.
I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.
Quanto il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.
La Direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.
Quanto venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso una apposita guaina isolante.

1.23 VESPAI

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio.
Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canali paralleli e dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti fra loro.
Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15x15 cm ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sotto fondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.
Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati, o da altro materiale accettato dalla Direzione dei lavori.

1.24 MURATURE DI MATTONI

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere opportunamente bagnati.

Dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca al contorno e riempia tutte le connessure.
La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di otto nè minore di 5 mm (tali spessori potranno variare in relazione alla natura delle malte impiegate).
I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.
Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.
Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento a vista si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.
In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.
Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

1.25 PARETI DI UNA TESTA ED IN FOGLIO CON MATTONI PIENI E FORATI

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti esclusi i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.
Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.
Nelle pareti in foglio, quando la Direzione dei Lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto. Quando una parete deve eseguirsi fino sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento.

1.26 MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa
Quanto il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.
Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni Strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.
Finito il getto, il calcestruzzo dovrà essere vibrato con appositi utensili e lasciato fare rassodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

1.27 OPERE IN CEMENTO ARMATO E CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge 5 novembre 1971 n°1086 e nel le relative norme tecniche del D.M. 14 febbraio 1992.
Per il c.a. precompresso attenersi alle norme UNI 7163.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità, accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un Ingegnere specialista, e che l'appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e i disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.
L'esame e verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti della varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise prescrizioni del capitolato generale, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.
È responsabilità dell'Appaltatore, quando si tratti di lavori nei quali venga ammessa la presentazione del progetto, l'esatta esecuzione di ciò che concerne forma, dimensioni derivanti dai calcoli delle opere in cemento armato.
Tale responsabilità non cessa per effetto di revisione o di eventuali modifiche suggerite dalla Stazione appaltante o dai suoi organi tecnici ed accettate dell'Appaltatore.
Avvenuto il disarmo, se richiesto, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia previo pulitura e lavatura della superficie delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e frattazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

1.28 SOLAI

1.28.1. - Generalità.

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli articoli successivi.
I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti ai punti 3.3.1 e 3.3.2 del D.M. 12 febbraio 1982 «*Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi*».
L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendi lumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla Direzione dei lavori.

1.28.2. - Solai su travi e travetti di legno.

Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.
I travetti (secondari) saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino o altro materiale inerte.

1.28.3. - Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti.

Questi solai saranno composti dalle travi, dai copri-ferri, dalle voltine di mattoni (pieni o forati) o dai tavelloni o dalle volterrane ed infine dal riempimento.
Le travi saranno delle dimensioni previste nel progetto o collocate alla distanza prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad 1 m. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere protette con trattamento anticorrosivo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.
Le chiavi saranno applicate agli estremi delle travi alternativamente (e cioè uno con le chiavi e la successiva senza), ed i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, a distanza non maggiore di 2,50 m.
Le voltine di mattoni pieni o forati saranno eseguite ad una testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.
Quando la freccia è superiore ai 5 cm dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe di ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.
I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copri-ferri.
Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni, saranno poi ricoperti sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o

pietra pomice o altri inerti leggeri impastati con malta magra fino ad intasamento completo.
Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente uno strato di malta cementizia ad evitare eventuali distacchi dall'intonaco stesso.

1.28.4. - Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione.
Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali. Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati. Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 14 febbraio 1992 *«Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato normale e precompresso ed a struttura metallica».*
I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:
1) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
2) solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

1.28.5. - Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio.
<u>a) Categorie di solai misti di cemento armato normale o precompresso e blocchi forati di laterizio:</u>
1) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
2) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.
I blocchi di cui al punto 2), devono essere conformati in modo che, nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.
Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.
Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.
La larghezza minima delle nervature di calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.
Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio completi, il limite minimo predetto potrà scendere a 5cm.
L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.
<u>b) Caratteristiche dei blocchi.</u>
1) Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi.
Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.
Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiori di 3 mm.
Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore lunghezza il più possibile uniforme.
Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a 0,670,625 h, ove h è l'altezza del blocco in metri,
2) Caratteristiche fisico-meccaniche;
La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:
— 30 N/mm2 nella direzione dei fori;
— 15 N/mm2 nella direzione trasversale ai fori; per i blocchi di cui alla categoria a 2).
e di:
— 15 N/mm2 nella direzione dei fori;
— 5 N/mm2 nella direzione trasversale ai fori; per i blocchi di cui alla categoria a 1).
La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere non minore di:
— 10 N/mm2 per i blocchi di tipo a 2);

e di:
— 7 N/mm2 per i blocchi di tipo a 1).
Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.
c) Spessore minimo dei solai.
Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1125 della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm. Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti il predetto limite può scendere ad 1/30.
Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.
d) Spessore minimo della soletta.
Nei solai del tipo a 1) lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.
Nei solai del tipo a 2), può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:
— possedere spessore non minore di 1/5 dell'altezza, per solai con altezza fino a 25 cm, non minore di 5 cm per solai con altezza maggiore;
— avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50 % della superficie lorda.
e) Protezione delle armature.
Nei solai, la cui armatura e collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare conformata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia
Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:
— distanza netta tra armatura e blocco 8 mm;
— distanza netta tra armatura ed armatura 10 mm.
Per quanto attiene la distribuzione delle armature trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. del 27 luglio 1985.
In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati. Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.
f) Conglomerati per i getti in opera.
Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.
Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature ne la distanza netta minima tra le armature.
Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

1.28.6. - Solai prefabbricati.
Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.
Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.
Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

1.28.7. - Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio.
a) Classificazioni.
I blocchi con funzione principale di alleggerimento, possono essere realizzati anche con materiale diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).
Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.
Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

a 1) blocchi collaboranti.
Devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm2 ed inferiore a 25 kN/mm2.
Devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate da) produttore e verificate dalla direzione dei lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria a2).
a 2) blocchi non collaboranti.
Devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm2 e svolgere funzioni di solo alleggerimento. Solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.
b) Spessori minimi.
Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere minore di 4 cm.

1.28.8. - Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati.
Oltre le prescrizioni indicate nei punti precedenti, in quanto applicabili, sono da tenere presenti le seguenti prescrizioni.
a) L'altezza minima del solaio.
L'altezza minima non può essere minore di 8 cm.
Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio mono-direzionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.
Per solai costituiti da pannelli piani, pieni od alleggeriti, prefabbricati precompressi (tipo 3). senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35. Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato, agli estremi tali rapporti possono essere incrementati fino ad un massimo del 20 **%.**
E ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra qualora i calcoli condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dei comportamenti non lineari, fessurazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.) anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, non superino i limiti indicati nel D.M. 14 febbraio 1992.
Le deformazioni devono risultare in ogni caso compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.
b) Solai alveolari.
Per i solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dalla armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.
c) Solai con getto di completamento.
La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata.

1.29 COPERTURE PIANE CONTINUE

Si intendono per coperture piane continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
— copertura senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
— copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.
Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie citate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178).
Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane continue opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere: 1) le

resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); 2) adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione); 3) la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.;
b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.
Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.
Nota: Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni

1.29.1. - Copertura non termo-isolata e non ventilata.

La copertura non termo-isolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:
1) l'elemento portante con funzioni strutturali;
2) lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
3) l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
4) lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

1.29.2. - Copertura ventilata non termo-isolata.

La copertura ventilata ma non termo-isolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento portante;
2) lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
3) strato di pendenza (se necessario);
4) elemento di tenuta all'acqua;
5) strato di protezione.

1.29.3. - Copertura termo-isolata non ventilata.

La copertura termo-isolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento portante;
2) strato di pendenza;
3) strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
4) elemento di tenuta all'acqua;
5) elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la residenza termica globale della copertura;
6) strato filtrante;
7) strato di protezione.

1.29.4. - Copertura termo-isolata e ventilata.

La copertura termo-isolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento portante con funzioni strutturali;
2) l'elemento termoisolante;
3) lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
4) le strato di ventilazione;
5) l'elemento di tenuta all'acqua;
6) lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque metecriche;
7) lo strato di protezione.

1.29.5. - Altri strati funzionali complementari.

La presenza di altri strati funzionali complementari, eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.
Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc;

2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo;
3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;
4) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;
5) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo.
Le caratteristiche delle membrane e dei prodotti fluidi e/o in pasta per la impermeabilizzazione sono indicate nel paragrafo PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.
In fase di posa in opera si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).
Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.
6) Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di *tessuto non tessuto* sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento.
I materiali diversi (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nel presente Capitolato speciale d'appalto. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.
7) Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto i materiali dello strato funzionale che li ingloba dovranno rispondere ai requisiti di qualità. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.
8) Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.
9) Per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.
Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

1.30 COPERTURE DISCONTINUE A FALDA

Si intendono per coperture discontinue a falda quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.
Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
— coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
— coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.
Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue a falda opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc;
b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto.
Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.
Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie citate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178).
Nota: Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

1.30.1. - Copertura non termo-isolata e non ventilata.

La copertura non termo-isolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
2) strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
3) elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
4) elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche-fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

1.30.2. - Copertura non termoisolata e ventilata.

La copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:
1) lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
2) strato di pendenza (sempre integrato);
3) l'elemento portante;
4) l'elemento di supporto;
5) l'elemento di tenuta.

1.30.3. - Copertura termoisolata e non ventilata.

La copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
2) lo strato di pendenza (sempre integrato);
3) l'elemento portante;
4) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
5) l'elemento di supporto;
6) l'elemento di tenuta.

1.30.4. - Copertura termoisolata e ventilata.

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
1) l'elemento termoisolante;
2) lo strato di ventilazione;
3) lo strato di pendenza (sempre integrato);
4) l'elemento portante;
5) l'elemento di supporto;
6) l'elemento di tenuta.

1.30.5. - Altri strati funzionali complementari.

e) La presenza di altri strati funzionali complementari, eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.
Per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato speciale su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante.
L'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nel paragrafo PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONI.
In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza.
Attenzione particolare sarà data alla realizzazione dei bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.).
Per lo strato di ventilazione vale quanto riportato nelle Norme UNI sopra citate; inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle micro-ventilazioni sottotegola.
Lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato nelle Norme UNI sopra citate.
Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

1.31 PARTICOLARI OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni pavimenti contro-terra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.
Esse si dividono in:
— impermeabilizzazioni costituite da strati continui o discontinui di prodotti;
— impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguente categorie:
— impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
— impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
— impermeabilizzazioni di opere interrate;
— impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).
Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue.
a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.
Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate e comunque dovranno essere rispettate le prescrizioni seguenti.

1.31.1. - Impermeabilizzazione di opere interrate.

Per la impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti:

a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di rinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

c) per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna a contatto con il terreno in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica.

Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal Produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori.

1.31.2. - Impermeabilizzazione di elementi verticali con risalita d'acqua.

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali con risalita d'acqua, si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

1.32 INTONACI

Gli intonaci, di qualunque specie siano, lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quant'altro, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelle 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 tre mesi per evitare scoppietti, 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 all 5 mm.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori.

Per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso indicato

1.32.1. - Intonaco grezzo o arricciatura.

Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta comune od idraulica; detto rinzaffo verrà gettato con forza in modo che possa

penetrare nei giunti e riempirli.
Dopo che questo strato sarà asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta, che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

1.32.2. - Intonaco comune o civile.
Quando l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

1.32.3. - Intonaci colorati.
Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.
Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato d'intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

1.32.4. - Intonaco a stucco.
Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione.
Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione Lavori.

1.32.5. - Intonaco a stucco lucido.
Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo però deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure.
Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si lira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.
Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con pannolino.

1.32.6. - Intonaco di cemento liscio.
L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra al punto 1.32.1. impiegando per rinzaffo la malta cementizia normale e per gli strati successivi quella di cui al punto 1.32.2. L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

1.33 PAVIMENTI

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo e genere dovrà essere eseguita in modo che la superficie risulta perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, dì volta in volta, saranno impartite dalla Direzione Lavori.
I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessure dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.
I pavimenti si addentreranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.
Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, deve sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno 15 mm.
I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta.
Resta comunque contrattualmente stabilito che, per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali.
Qualora i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.
L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campioni dei pavimenti che dovranno essere realizzati prima della posa in opera.
L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera di qualsiasi tipo di pavimento su adeguato sottofondo giuste le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori.

1.33.1. - Sottofondi.

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio di spessore non minore di 4 cm in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi visi stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore compreso tra 1,5 cm ÷ 2 cm.

Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice.

Quanto i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

1.33.2. - Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia.

I pavimenti in mattonelle di cemento, con o senza graniglia, saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessure. Le connessure debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 2.

1.33.3. - Pavimenti in lastre di marmo.

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

1.33.4. - Pavimenti in gres ceramico.

I pavimenti in gres ceramico saranno posati sopra un letto di colla per pavimenti distesa mediante spatola americana sopra il massetto perfettamente asciutto.

Le mattonelle in gres ceramico, di qualunque forma e dimensione, saranno premute finché il pavimento non risulti perfettamente piano.

La tessitura del pavimento dovrà essere effettuata con appositi distanziatori a croce, che determineranno la distanza tra le mattonelle di gres ceramico, la quale non dovrà superare mm 2 o altro valore indicato dalla Direzione dei Lavori.

A posa effettuata e non prima di 48 ore si provvederà alla stuccatura delle connessure con stucco di colore scelto dal Direttore dei Lavori.

Lo stucco che deve essere utilizzato per riempire i vuoti tra le mattonelle in gres ceramico dovrà avere caratteristiche fisico-chimiche non inferiori al gres ceramico utilizzato.

Tale condizione dovrà determinare la continuità meccanica del pavimento finito.

1.33.5. - Pavimenti in getto di cemento.

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa , dello spessore di 2 cm ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm, lisciato, rigato, o rullato secondo quanto prescriverà la Direzione Lavori.

1.33.6. - Pavimenti in legno, parquet.

I pavimenti in legno e i parquet dovranno essere eseguiti con legno di rovere o similari ben stagionato e profilato, di tinta e grana uniforme.

Le doghe delle dimensioni di progetto o indicate dalla Direzione Lavori, unite a maschio e femmina, saranno inchiodate sopra una orditura di listelli di sezione opportuna ed interasse non superiore a 35 cm.

L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo mediante grappe di ferro opportunamente murata.

Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un copri-filo in legno all'unione tra pavimento e pareti.

La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo e dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce con l'interposizione di bindelli fra il campo e la fascia di quadratura.

I pavimenti a parquet dovranno essere lamati e lucidati con doppia spalmatura di cera, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla Direzione Lavori.

1.33.7. - Pavimenti vinilici.

La posa in opera dei pavimenti vinilici dovrà essere realizzata ponendo particolare cura nella preparazione del sottofondo, che potrà essere costituito da impasto di cemento e sabbia, o di gesso e sabbia.
La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso.
L'applicazione del linoleum, dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido.
Quanto il linoleum debba essere applicato sopra vecchi pavimenti, si dovranno anzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum.
In ogni caso l'applicazione dei pavimenti vinilici dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali.
Il pavimento vinilico dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

1.33.8. - Pavimenti tessili.

Saranno rispondenti per qualità e caratteristiche del tessuto alle vigenti normative e saranno posati, previa rasatura, con i relativi collanti.

1.34 RIVESTIMENTI DI PARETI

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale scelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno di volta in volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.
Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.
Pertanto, i materiali poroso dovranno essere prima del loro impiego immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo avere abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, essi saranno allettati con malta cementizia normale, nella quantità necessaria e sufficiente.
Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere completati con tutti gli eventuali gusci di raccordo ai pavimenti ed agli spigoli, con eventuali listelli, cornici, ecc.
A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.
L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia bene asciutta.

1.35 PRESCRIZIONI COMUNI PER LE OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione.
Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori, grana, coloritura e venatura e quelle essenziali della specie prescelta, come indicato in seguito.
L'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli uffici della Direzione dei Lavori, quali termini di confronto e di riferimento.
Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi.
La Direzione dei Lavori potrà fornire disposizioni circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, ecc. all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a quanto ordinato.
Per le opere di una certa importanza, la Direzione dei Lavori potrà, prima che essere vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura.

Per tulle le opere da realizzarsi è fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione Lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando l'Appaltatore, in caso contrario, unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.
L'Appaltatore avrà l'obbligo di apportare alle opere eseguite o in corso di esecuzione, tulle quelle modifiche necessarie che possono essere richieste dalla Direzione dei Lavori.

1.36 MARMI E PIETRE NATURALI

1.36.1. - Marmi.

Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti.
Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate.
I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.
Potranno essere richiesti, quanto la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta a libro o comunque giocata.

1.36.2. - Pietra da taglio.

La pietra da taglio da impiegare nella costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:
— grana grossa;
— a grana ordinaria;
— a grana mezza fina;
— a grana fina.
Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.
Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.
La pietra da taglio s'intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi.
In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessure fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre.
Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo

1.37 PIETRE ARTIFICIALI

La pietra artificiale, ad imitazione della natura, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaino scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare.
Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.
Il nucleo sarà dosato con non meno di 3,5 q di cemento *Portland* per ogni metro cubo di impasto e non meno di 4 q/mc quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm, da impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare.
Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra natura imitata, Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definitive, in modo che queste ultime

possano poi ricavarsi asportando materia a meno di utensili da scalpellino, essendo vietate in modo assoluto le stuccature ed in generale le aggiunte del materiale.
I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.
Per la posa in opera della pietra artificiale valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi in genere.
La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi alle seguenti condizioni:

1) inalterabilità agli agenti atmosferici;
2) resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a 300 kg/cmq dopo 28 giorni;
3) le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata che con azione lenta e differita;
4) non dovranno contenere acidi, né anilina, né gesso;
5) non dovranno determinare aumento di volume durante la presa;
6) non dovranno determinare successiva sfioritura
7) la coloritura dovrà essere resistente alla luce.

La pietra artificiale, da realizzare in opera, sarà formata da rinzaffo ed arricciatura in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.
Quando tale strato debba essere sagomato per formazione di cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta sua adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, rese nette e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro.
Le facce viste saranno poi ottenute in modo perfettamente identico a quello della pietra preparata fuori d'opera, nel senso che saranno ugualmente ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili di scalpellino o marmista vietandosi in modo assoluto lavorazioni successive di stuccatura e di riporto.

1.38 OPERE DA CARPENTIERE

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.) devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.
Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.
Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o riempimento.
Qualora venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, nelle facce di giunzione verranno interposte delle lamine di piombo o di zinco, od anche del cartone catramato.
Le diverse parti componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date dalla Direzione dei Lavori.
Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro col succhiello.
I legnami, prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei Lavori.
Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato d'aria possibilmente ricambiabile.

1.39 OPERE DA VETRAIO E DA SERRAMENTISTA

— Si intendono per opere da vetraio quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte;
— Si intendono per opere da serramentista quelle relative alla collocazione di serramenti/infissi nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.
Il Direttore dei lavori per la realizzazione di opere da vetraio e opere da serramentista procederà come segue.

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte.
   In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed

i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.
Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

1.39.1. - Opere da vetraio.

La realizzazione delle opere da vetraio deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.
a) Le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, alle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti ed alle deformazioni prevedibili del serramento.
Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.
Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7197).
Prima della loro posa in opera, le lastre di vetro devono avere gli smussi ai bordi e negli angoli per prevenire possibili rotture localizzate (scagliature).
b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili.
Le lastre di vetro dovranno sopportare le sollecitazioni termiche stagionali, tenuto conto delle condizioni climatiche locali e delle differenze di temperatura tra ambiente interno e ambiente esterno, tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.
Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione.
Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e resistente agli agenti atmosferici.
c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi quali frammenti di vetro, ruggine ecc. dai serramenti e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.
Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.). La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.
L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

1.39.2. - Opere da serramentista.

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.
a) Le finestre collocate su propri contro-telai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.
Il giunto tra contro-telaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:
— assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
— gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di

mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
— il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).
b) La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:
— assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
— sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quale non tessuti, fogli, ecc.;
— curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.
c) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.
Per le porte con alte prestazioni meccaniche di antieffrazione, acustiche, termiche o di resistenza al fuoco, si dovranno rispettare le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

1.40 OPERE IN FERRO IN GENERE

I manufatti in lamiera di ferro nero o zincato, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione possibile.
Detti lavori saranno dati in opera completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Le opere in ferro una volta posate in opera dovranno essere verniciate, per prevenire la formazione di ruggine, con una mano di catrame liquido, oppure con una mano di minio di piombo ed olio di lino cotto e successivamente con due mani di smalto acrilico o equivalente del colore scelto dalla Direzione dei Lavori.
Il trattamento antiruggine può essere realizzato anche con una energica spazzolatura delle opere in ferro e la successiva verniciatura con due mani di smalto antiruggine del colore scelto dalla Direzione dei Lavori.
Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione dei Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.
L'impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei Lavori, i progetti delle varie opere, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di annotarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenerne l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

1.41 TUBAZIONI E CANALI DI GRONDA

1.41.1. - Tubazioni in genere.

Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni prescritte dovranno seguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti a sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni, ecc. inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.
Le condutture interrate all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno m 1 sotto il piano stradale.
Le condutture orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno, per quanto possibile, mantenersi distaccate sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno, evitando di situarle sotto i pavimenti.
Le condutture verticali, comunemente definite *colonne* dovranno anch'esse, per quanto possibile, mantenersi distaccate dalle pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni.
Quanto le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova uguale da 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.
Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese dell'appaltatore.
Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si

manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio, compresa ogni opera di rimessa in pristino.

1.41.2. - Fissaggio delle tubazioni.

Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno.

I sostegni delle condutture non interrate, eseguiti di norma in ferro o ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a 1 m.

Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori, o su sostegni isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da massetto di calcestruzzo, in tali casi l'appoggio delle condutture dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°, in ogni caso detti sostegni dovrann o avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita.

Le condutture idriche interrate sottoposte permanentemente in pressione potranno avere come appoggio un letto contino o di sabbia, o di pietrisco.

Nel caso in cui le condutture interrate poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere realizzato con particolare cura per eliminare tutti i vuoti al contorno delle condutture.

1.41.3. - Tubazioni in ghisa.

Qualora si ricorra alla realizzazione di condotte in ghisa per acquedotti o per fognature, queste condutture dovranno essere realizzate in ghisa sferoidale.

Le giunzioni dei tubi di ghisa sferoidale potranno essere sia bicchiere che a flangia. In entrambi i casi dovranno essere utilizzate adeguate guarnizioni come previsto dalla scheda tecnica del costruttore.

Anche i pezzi speciali necessari per la realizzazione delle condutture saranno in ghisa e con lo stesso tipo di giunto adottato per i tubi.

1.41.4. - Tubazioni in piombo.

I tubi di piombo dovranno essere di prima fusione.

Saranno lavorati a mezzo di sfere di legno duro, in modo che il loro spessore e diametro risultino costanti anche nelle curve e le saldature a stagno, accuratamente lavorate.

1.41.5. - Tubazioni in lamiera di ferro zincato.

Saranno eseguite con lamiera di ferro zincato di peso non inferiore a 4,5 kg/mq, con l'unione "ad aggraffatura" lungo la generatrice e giunzioni a libera dilatazione con sovrapposizione di almeno 5 cm.

1.41.6. - Tubazioni in ferro.

Saranno del tipo "saldato" o "trafilato" *Mannesmann*, a seconda del tipo e importanza della conduttura, con giunti a vite e manicotto, rese stagne con guarnizioni di canapa e mastice di manganese.

I pezzi speciali dovranno essere in ghisa malleabile di ottima fabbricazione.

A richiesta della Direzione dei Lavori le tubazioni in ferro, sia i tubi che i e pezzi speciali, dovranno essere provviste di zincatura.

I tubi di ferro zincato non dovranno essere lavorati a caldo per evitare la volatilizzazione dello zinco, in ogni caso la protezione dovrà essere ripristinata, sia pure con stagnatura, là dove essa sia venuta meno.

1.41.7. - Tubazioni in gres.

Qualora si ricorra alla realizzazione di condotte in gres o per fognature, queste condutture dovranno essere realizzate in gres di prima scelta.

Le giunzioni dei tubi di gres dovranno essere a bicchiere con guarnizione di tenuta secondo le indicazioni del costruttore contenute nella scheda tecnica che ne certifica il prodotto.

1.41.8. - Tubazioni in ardesia artificiale.

Le giunzioni dovranno essere costituite da una guarnizione formata di anelli di gomma, ovvero calafatata di canapa catramata e successiva colatura di boiacca semifluida di agglomerante cementizio, completata da una stuccatura di malta plastica dello stesso agglomerante, estesa sino all'orlo del manicotto.

Nel caso di condotti di fumo si dovrà invece colare nei giunti malta fluida di terra refrattaria e calce, in luogo della boiacca di agglomerante.

1.41.9. - Tubazioni in cemento.

Le giunzioni saranno eseguite distendendo sull'orlo del tubo in opera della pasta di cemento puro, innestando quindi il tubo successivo e sigillando poi il tutto, con malta di cemento, in modo da formare un anello di guarnizione.

1.41.10. - Canali di gronda.

Potranno essere in lamiera di ferro zincato o in ardesia artificiale, e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno prescritte dalla Direzione dei Lavori.
Quelli in lamiera zincata verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, e forniti in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguirà la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura, ecc., e con robuste cicogne in ferro per sostegno, modellate secondo quanto sarà disposto e murate o fissate all'armatura della copertura a distanze non maggiori di 0,60 m.

1.42 CONTROSOFFITTI

Tutti i tipi di controsoffitti devono essere accompagnati da apposita certificazione sia per quanto riguarda il materiale impiegato che la modalità di esecuzione.
La Direzione dei Lavori provvederà di volta in volta a prescrivere il grado di isolamento acustico - termico o alla polvere che si renderà necessario per il lavoro da eseguire.

1.43 TUBAZIONI IN POLIETILENE ALTA DENSITÀ

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD), tipo *GEBERIT*, per scarichi, ventilazioni, sia orizzontali che verticali saranno conformi alle norme DIN 19535 e UNI 845/8452.
I raccordi e i pezzi speciali delle tubazioni in polietilene ad alta densità saranno anche essi in polietilene ad alta densità, da congiungere, tramite saldatura elettrica, di testa o tramite manicotti elettrici.
Le tubazioni in polietilene ad alta densità potranno essere collocate verticali in nicchie, vani o fori predisposti ad in adiacenza a murature, oppure orizzontali all'intradosso di solai.
Le tubazioni in PEAD verticali potranno essere collegate alle condutture orizzontali disposte all'intradosso di solai mediante braghe.
Caratteristiche dei materiali:

— densità	<0,955 g/cm3
— indice di fusione	0,4 ÷ 0,8 g/10 min.
— resistenza termica	-40℃ ÷ 100℃
— coefficiente dilatazione	0,2 mm/m ℃

— raccorciamento massimo tollerato 1 cm/m
I tubi saranno fabbricati con il metodo dell'estrusione, mentre i pezzi speciali col metodo dell'iniettofusione.
La lavorazione è da effettuarsi con le apposite attrezzature, sia per la saldatura di testa con termoelemento, sia per la saldatura con manicotto elettrico.
Il montaggio delle tubazioni in polietilene ad alta densità dovrà essere eseguito con l'impiego di manicotti di dilatazione:
— colonne di scarico: dovranno essere posate con manicotti di dilatazione per ogni piano;
— collettori di scarico: per tratti brevi, fino a 6 metri lineari, il montaggio potrà realizzarsi a punto fisso senza la realizzazione di giunti di dilatazione; per tratti lunghi, superiori a 6 metri lineari, il montaggio dovrà essere realizzato con manicotti di dilatazione.
Le colonne discarico, così come i collettori orizzontali, verranno ancorati alle pareti e ai soffitti mediante braccialetti scorrevoli o fissi, elementi di sospensione e quanto occorra per dare finita l'opera secondo le schede tecniche del fabbricante il prodotto.
Dovranno essere eseguite le indicazioni del produttore anche per quanto riguarda le pendenze ottimali da tenere;
Quando ricorra di dovrà procedere ad eseguire anche il collegamento di nuove condutture, con scarichi esistenti (orizzontali e/o verticali) di altro materiale (PVC, ghisa, ecc.), ricorrendo a pezzi speciali di collegamento idonei a garantire la tenuta senza perdite e trasudazioni.

CAPITOLO 2
OPERE MECCANICHE E IMPIANTI TECNOLOGICI

2.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

L'impresa e' tenuta a precisare, prima dell'inizio dei lavori: la casa costruttrice, il tipo, le prestazioni e le caratteristiche principali dei materiali che intende adottare.
Tutti i materiali, le macchine e le apparecchiature forniti e posti in opera devono essere della migliore qualità, nuovi di fabbrica, realizzati a perfetta regola d'arte, corrispondenti al servizio a cui sono destinati e comunque non diverse, ove necessario, da quanto già installato nel presidio ospedaliero.
Tutti i materiali, le macchine e le apparecchiature forniti e posti in opera dovranno avere caratteristiche conformi alle norme C.E.I. ed alle tabelle di unificazione UNEL, e dove possibile, essere ammessi al regime del marchio italiano di qualità (I.M.Q.).
Qualora la Stazione appaltante, denominata in seguito **SA**, rifiuti dei materiali, ancorché posti in opera, perché essa a suo insindacabile giudizio li ritiene per qualità, lavorazione o funzionamento non adatti alla perfetta riuscita degli impianti, e quindi non accettabili, la Ditta assuntrice a sua cura e spese deve allontanarli dal cantiere e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

2.2 MODI DI ESECUZIONE DEI LAVORI

L'appaltatore deve eseguire tutti i lavori secondo la miglior pratica a perfetta regola d'arte e seguendo tutte le prescrizioni della Direzione Lavori.
Gli impianti realizzati o rimessi in pristino devono rispondano perfettamente a tutte le condizioni di funzionamento e devono essere conformi alle disposizioni stabilite nel Capitolato Speciale d'Appalto.
L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata con le esigenze che possono insorgere dalla contemporanea esecuzione di altri lavori affidati ad altre ditte appaltatrici nell'ambito di uno stesso edificio.
Sarà a totale carico dell'impresa l'elaborazione di eventuali varianti, elaborati grafici e quanto altro occorra per dare gli impianti funzionanti a perfetta regola d'arte, previa l'approvazione a giudizio insindacabile da parte della Direzione Lavori.
La Ditta assuntrice da parte sua, durante l'esecuzione degli impianti non può introdurre variazioni al progetto senza averne ricevuta l'autorizzazione della Direzione Lavori, ogni contravvenzione a questa disposizione è a completo rischio e pericolo della Ditta stessa che deve rimuovere e demolire le opere eseguite qualora a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori le varianti non possono essere accettate.
Qualora la Direzione dei Lavori accetti una variante al progetto, l'Appaltatore non ha motivo per pretendere alcun ulteriore compenso oltre a quello stabilito in progetto.
L'Appaltatore è obbligato all'esecuzione delle eventuali opere accessorie complementari che le siano richieste perchè i lavori eseguiti corrispondano alle prescrizioni contrattuali.
La Ditta assuntrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio ed a terzi.

2.3 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Gli impianti tecnologici oggetto del presente "CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO" dovranno essere realizzati in conformità delle normative vigenti, e precisamente:

- D. Lgs. 9 aprile 2008, n°81 – Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007 n°123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Normative vigenti sul contenimento del consumi energetici (ex Legge n. 373/76, Legge n. 10/1991 e regolamento di attuazione);
- Disposizioni del Comando Provinciale dei VV. F.;
- Norme C.E.I. per tutta la parte elettrica degli impianti;
- Norme e prescrizioni dell'ex ENPI ed ISPESL;
- Legge 5 marzo 1990 n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti.
- D.P.R. n. 447 del 06.12.91 - Regolamento di attuazione della legge n. 46/90;
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 sulla emissione del rumore all'esterno degli edifici;
- Le leggi e regolamenti vigenti relativi alla assunzione, trattamento economico, assicurativo e previdenziale della mano d'opera.
- Il regolamento e le prescrizioni Comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera.

- UNI 10339/95 - Impianti di condizionamento dell'aria; Norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo.
- UNI 5364-76 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Norme per la presentazione della offerta e per il collaudo
- UNI CIG - LEGGE 6.12.71 n°1083 - Norme di sicurez za dell'impiego del gas combustibile.
- UNI 7357-74 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.
- UNI 8065 - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 8042 - Bruciatori di gas ad aria soffiata - Prescrizioni di sicurezza.
- Legge 26 dicembre 1941 n°1570 art. 26, concernen te le visite e gli speciali servizi di vigilanza obbligatori o richiesti ai fini della prevenzione incendi.
- DPR 27 aprile 1955 n°547 art. 37, relativo all'o bbligo del preventivo esame del progetto di nuovi impianti da parte del Corpo dei Vigili del Fuoco ed all'obbligo della visita di collaudo ad impianto ultimato prima dell'inizio dell'impiego.
- D.M. 27 settembre 1965 - Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi.
- Legge 13 giugno 1966 n°615 - Provvedimenti contr o l'inquinamento atmosferico.
- D.M. 23 novembre 1967 del Ministero della Sanità - Ripartizione dei comuni interessati alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle zone di controllo A e B previste dall'articolo 2 della legge 13.6.1966 n°615.
- D.M. 1 dicembre 1975 - Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione.
- Circolare 68 del 25 novembre 1969 e Circolare 73 del 29 settembre 1971 - Norme di sicurezza per gli impianti termici a gas direte e a gasolio.
- D.M. 5 agosto 1977 e D.M. 27giugno 1986 e Circolare M.I. n°99 del 15 ottobre 1964, relativamente al lo stoccaggio dei gas medicali.
- D. Lgs. n°46 del 24 febbraio 1997 Attuazione del la direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici.
- Legge 9 gennaio 1991 n°10 e regolamento di attuaz ione D.P.R. 26 agosto 1993 n°412 sul contenimento dei consumi energetici.
- Circolare n°572 del 26 febbraio 1976 dell'ISPESL - Firma dei progetti di apparecchi e di impianti di cui al D.M. 1 dicembre 1975.
- Raccolta M, S, VSG, E, R, Delle specificazioni tecniche emanate dall'ISPESL in applicazione dei DD. MM. 21 novembre 1972, 21 maggio 1974 e 1 dicembre 1975 e relativi addendi.
- D.P.R. 7 gennaio 1956, n°164 - Norme per la prev enzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni
- D.P.R. 19 marzo 1956, n°303 - Norme generali per l'igiene del lavoro.
- D.P.R. 22 dicembre 1970. n°1391 - Regolamento pe r l'esecuzione della legge 13 luglio1966, n°615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici.
- L. 19 marzo 1990, n°55 - Nuove disposizioni per la prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazioni di pericolosità sociale.
- D. Lgs. 15-08-1991 n°277 - Attuazione delle dire ttive n°80/1107/CEE, n°82/605/CEE, n°83/477/CEE, n°86/188/CEE e n°88/642/CEE, in materia di protez ione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n°212.
- Legge 27 marzo 1992, n°257 - Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto (e successivi provvedimenti di attuazione).
- Legge 28 dicembre 1993, n°549 - Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente.
- D.P.R. 28 aprile 1994, n°392 - Regolamento recan te disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza.
- D. Lgs. 9 settembre 1994, n°626 - Attuazione del le direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.
- D.P.R. 24 luglio 1996, n°459 - Regolamento per l 'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91 /368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.
- D. Lgs. 14 agosto 1996, n°493 - Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
- D. Lgs. 14 agosto 1996, n°494 - Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
- UNI 9910 - CQA - Terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio.

- UNI 10147 - Manutenzione - Terminologia
- UNI 10148 - Manutenzione - Gestione di un contratto di manutenzione.
- UNI 10224 - Manutenzione - Principi fondamentali della funzione manutenzione.
- UNI 10388 - Manutenzione - Indici di manutenzione.
- UNI 10449 - Manutenzione - Criteri per la formulazione e gestione del permesso di lavoro.
- UN110366 - Manutenzione - Criteri di progettazione della manutenzione.

Tutte le successive modifiche ed integrazioni delle leggi, regolamenti, decreti e circolari sopra richiamate, nonché le leggi, regolamenti, decreti e le circolari intervenute fino alla data dell'offerta, o che intervenissero successivamente.
Tutti i componenti di produzione, distribuzione e utilizzazione del calore dovranno essere omologati, secondo le prescrizioni della Legge n°10/91 e del relativo regolamento di esecuzione, e ciò dovrà essere documentato dai certificati di omologazione (e/o di conformità dei componenti al prototipi omologati) che la Ditta dovrà fornire alla **SA**.
Tutti i materiali isolanti impiegati per tubazioni convoglianti fluidi caldi dovranno essere conformi come caratteristiche e come spessori alle prescrizioni della Legge n°10/91 e del relativo regolamento di esecuzione. Tale rispondenza dovrà essere documentata dai certificati di accertamento di laboratorio (conduttività termica, stabilita dimensionale e funzionale e comportamento al fuoco) che la Ditta dovrà fornire alla **SA**.
Tutti i serbatoi, i recipienti in pressione e le apparecchiature soggette a collaudo o ad omologazione ISPESL dovranno essere regolarmente collaudati e provvisti di targa di collaudo e/o punzonatura dell'ISPESL. La Ditta dovrà consegnare alla **SA** tutta la documentazione relativa (certificati, libretti, etc).
Tutti i componenti elettrici dovranno essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (I.M.Q.).
Tutte le spese inerenti la messa a norma degli impianti, comprese quelle maggiori opere non espressamente indicate nel progetto ma richieste dagli Enti di cui sopra, e le spese per l'ottenimento dei vari permessi (relazioni, disegni, ecc.), saranno a completo carico della Ditta appaltatrice che, al riguardo, non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine, anche se nel frattempo fosse intervenuta l'ultimazione dei lavori.
In caso di emissione di nuove normative, la Ditta appaltatrice è tenuta a darne immediata comunicazione alla **SA**, dovrà adeguarvisi ed il costo supplementare verrà riconosciuto se la data di emissione della Norma risulterà posteriore alla data dell'appalto.
Tutte le documentazioni di cui sopra dovranno essere riunite in una raccolta, suddivisa per tipi di apparecchiature e componenti, e consegnata alla **SA** entro sei mesi dalla aggiudicazione dellappalto.

2.4 GARANZIA DELLE APPARECCHIATURE MECCANICHE

Il fornitore dovrà garantire che la fornitura comprende tutte le apparecchiature meccaniche ed elettriche e tutte le parti strutturali ed accessorie, anche se non espressamente indicate, necessarie per il corretto funzionamento, per la sicurezza e per tutte le operazioni di manutenzione delle apparecchiature e dovrà garantire che le stesse siano in grado di dare le prestazioni previste in capitolato.
Il fornitore dovrà inoltre garantire che la fornitura sia costruita a regola d'arte, con materiali della migliore qualità, secondo i più aggiornati criteri costruttivi ed indenni da vizi palesi e/o occulti e da difetti di fabbrica.
Per difetto di questa garanzia il fornitore si dovrà impegnare a sostituire e/o riparare, integralmente a sue spese quelle parti che risultassero difettose per materiali o lavorazioni e che pregiudicassero il perfetto funzionamento delle apparecchiature o che non consentissero alle stesse di fornire le prestazioni e i rendimenti prescritti e garantiti.
La sostituzione è intesa nel senso che il fornitore, a seguito della segnalazione da parte della **SA** di difetti o inconvenienti riscontarti nelle apparecchiature, dovrà spedire a sue spese e con il mezzo più rapido le parti necessarie e provvedere ad eseguire le necessarie riparazioni e/o sostituzioni, con l'intervento di proprio personale diretto, a sue complete spese.
La garanzia che l'Appaltatore dovrà dare alla **SA** per ciascuna fornitura, nei termini precedentemente precisati, avrà la durata di anni 2 (due) dalla data del collaudo dichiarato favorevole.
Per le parti sostituite la garanzia verrà prolungata di altri 24 mesi dalla data della sostituzione.
Gli impegni e le responsabilità dell'Appaltatore derivanti da questa clausola di garanzia, saranno estesi a tutti i macchinari e alle apparecchiature di sua fornitura.

2.5 CONDOTTA E SVOLGIMENTO DEI LAVORI

In aggiunta a quanto previsto nel Capitolato Generale, l'Appaltatore per gli impianti termotecnici, conferirà l'incarico della Direzione Tecnica del cantiere a un Ingegnere, iscritto all'Albo Professionale, di provata capacità nel campo specifico, il quale dovrà avere il gradimento della Direzione dei Lavori.

Il Direttore Tecnico incaricato dovrà manifestare per iscritto la propria accettazione e dovrà assicurare la propria disponibilità, per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori e dovrà essere sempre disponibile tutte le volte che la Direzione dei Lavori sarà presente in cantiere o tutte le volte che la stessa Direzione dei Lavori ne farà richiesta.
Tale nomina sarà comunicata alla **SA** che dovrà esprimere il suo consenso.
L'impresa Appaltatrice non sostituirà tale incaricato senza preventiva assenso della **SA**.

Qualora il Direttore Tecnico incaricato, per qualsiasi motivo, intendesse interrompere il suo rapporto di lavoro con l'impresa Appaltatrice, l'impresa stessa dovrà dare immediatamente comunicazione alla Direzione dei Lavori e provvederà alla sostituzione con un altro tecnico con le medesime competenze.

2.6 IDENTIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE, VALVOLE

Tutte le apparecchiature, i collettori, le valvole, le serrande, e tutti gli apparecchi di regolazione, di controllo (termometri, manometri, termostati) dovranno essere contrassegnati per mezzo di denominazioni e sigle accompagnate da numeri, tali riferimenti dovranno essere gli stessi che figureranno sugli schemi e sulle tabelle. La descrizione dovrà indicare la sigla di riferimento dell'apparecchio e le funzioni.
L'Appaltatore dovrà fornire le apposite targhette che dovranno essere pantografate e fissate con viti.
Non sono ammessi contrassegni riportati con vernice o con targhette adesive.
Per i quadri elettrici saranno consentite targhette adesive.
I simboli dovranno essere di altezza non inferiore a 1 cm.
Il criterio da usare nell'impostazione dei contrassegni dovrà essere di massima razionalità e logicità e non dare adito a confusioni.
L'installatore dovrà fornire elenchi indicanti la posizione, la funzione, l'eventuale taratura di ogni valvola, serranda e controllo.
Le tabelle e gli elenchi dovranno essere di dimensione e tipo approvato, multipli dei fogli UNI (formato A4; A3; A2; A1; A0) e saranno allegate alla monografia degli impianti.
L'installazione di tutta la segnaletica atta ad identificare le tubazioni e le apparecchiature costituenti gli impianti secondo la simbologia UNI.

2.7 VERIFICHE PROVVISORIE

Tutti gli impianti descritti nel presente Capitolato speciale potranno essere soggetti a collaudi e prove in corso d'opera e finali allo scopo di verificare:

- la corrispondenza delle forniture agli impegni contrattuali;
- la corretta esecuzione nel rispetto delle prescrizioni e, in mancanza di queste, secondo la *"buona regola d'arte"*;
- lo stato di funzionamento delle varie apparecchiature a livello delle singole prestazioni.
- la rispondenza al corretto funzionamento degli impianti come risultato conseguente l'inserimento delle apparecchiature in contemporaneo funzionamento secondo quanto previsto per i singoli sistemi o impianti;
- la rispondenza delle prestazioni degli impianti alle condizioni prescritte nell'ambito delle tolleranze ammesse;
- quanto indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto;
- quanto la Stazione Appaltante o la Direzione dei Lavori ritengano opportuno.

Alla fine delle tarature, prove, collaudi in corso d'opera l'Appaltatore sarà responsabile dell'affidabilità e della rispondenza dell'intero impianto installato.

Oltre a quanto indicato nel Capitolato Speciale, per quanto riguarda le opere meccaniche e gli impianti tecnologici, l'Appaltatore consegnerà all'atto dell'installazione le certificazioni di legge e i certificati di tutte le prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

2.8 COLLAUDO DEFINITIVO

Il collaudatore dovrà accertare:

- la corrispondenza delle forniture agli impegni contrattuali;
- la corretta esecuzione nel rispetto delle prescrizioni e, in mancanza di queste, secondo la *"buona regola d'arte"*;
- lo stato di funzionamento delle varie apparecchiature a livello delle singole prestazioni;
- la rispondenza al corretto funzionamento degli impianti come risultato conseguente l'inserimento delle apparecchiature in contemporaneo funzionamento secondo quanto previsto per i singoli sistemi o impianti;
- la rispondenza delle prestazioni degli impianti alle condizioni prescritte nell'ambito delle tolleranze ammesse;
- la verifica della correttezza delle dichiarazioni della legge 46/90 e s.m.i.;
- la verifica di tutti i certificati di prova e di collaudo delle apparecchiature presentati dall'impresa Appaltatrice in sede di esecuzione;
- quanto ritenuto necessario dal Collaudatore.

Superati i collaudi delle singole fasi ed i collaudi definitivi con esito favorevole e l'espletamento delle pratiche degli Enti, USL, VV F, ISPESL, ecc., ivi compreso quelli a livello Comunale e dopo l'approvazione dei certificati di collaudo si procederà al pagamento dei crediti indicati nel Certificato di Collaudo.

2.9 NORME DI COLLAUDO PER GLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

Gli impianti di condizionamento potranno essere sottoposti ad una serie di collaudi nel tempo, come appresso indicato, tendenti ad accertare il pieno rispetto delle prescrizioni tecniche nonché la loro efficienza e funzionalità.
Il collaudo avverrà durante la prima stagione estiva e/o invernale successiva alla data del verbale di ultimazione dei lavori.
Per le operazioni di collaudo ci si avverrà delle norme UNI - CTI

2.9.1. – Verifiche preliminari.
Le prove che verranno specificate dovranno essere eseguite durante l'esecuzione dei lavori e comunque entro un mese dal montaggio e dalla regolazione di ogni singola parte d impianto, esse in generale dovranno accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, qualitativamente e quantitativamente, corrisponda alle presenti prescrizioni.

2.9.2. – Prova idraulica a freddo.
Possibilmente man mano che si esegue l'impianto o ad ultimazione di esso, si dovranno eseguire prove di tenuta ad una pressione almeno pari a 1,5 volte quella massima di esercizio per un periodo non inferiore alle 24 ore.
Si riterrà positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe o deformazioni permanenti.

2.9.3. – Prova di circolazione.
Di tenuta e di dilatazione dei fluidi scaldanti o raffreddanti.
Per i circuiti caldi si dovranno portare a regime di circolazione ad una temperatura di 70℃ si dovrà verificare che il fluido scaldante circoli in tutto impianto.
Si terra positivo esito della prova qualora l'impianto abbia circolato per un periodo di almeno 12 ore senza aver dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga sufficientemente tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.
Analoga prova dovrà essere eseguita per l'impianto con circolazione di acqua refrigerata e acqua di recupero calore sui gruppi frigo.

2.9.4. – Prova di ventilazione.
Per i circuiti di aria calda e di aria raffreddata si dovrà procedere ad una prova di circolazione portando la temperatura dell'acqua calda e dell'acqua fredda circolante nelle batterie ai valori corrispondenti al massimi previsti nel progetto.
Le verifiche e le prove preliminari di cui sopra, dovranno essere eseguite in contraddittorio con la ditta e di esse e dei risultati ottenuti si dovrà compilare regolare verbale.

2.9.5. – Collaudo definitivo invernale.
Dovrà essere eseguito entro il 28 febbraio della prima stagione invernale di esercizio. Dovrà essere effettuato secondo le norme UNI 10339/95, in particolare sui prescritti valori termo-igrometrici da

ottenere sarà ammessa la tolleranza di ± 1℃ e del ± 5% per l'umidità relativa.
La temperatura ambiente dovrà intendersi quella misurata nella parte centrale degli ambienti, ad un'altezza di m 1,50 dal pavimento con uno strumento dotato di elemento sensibile schermato dall'influenza di ogni superficie radiante.
Durante le verifiche invernali, le condizioni termo-igrometriche interne agli ambienti si dovranno ottenere possibilmente senza l'apporto delle radiazioni solari, senza l'apporto dovuto alla presenza di persone e con velocità del vento non superiori a 10 m/sec.

2.9.6. – Collaudo definitivo estivo.
Il collaudo definitivo estivo dovrà essere effettuato entro il 31 agosto della seconda stagione estiva di esercizio.
Dovrà essere eseguito in giornate assolate in assenza di vento e con schermatura per la radiazione solare qualora esistano, in posizione di protezione. Dovrà essere eseguito in giornate in cui la temperatura esterna massima al bulbo asciutto non sia inferiore a 30℃ e la temperatura esterna massima al bulbo umido non inferiore a 24℃ e nei g iorni precedenti la temperatura esterna massima al bulbo asciutto non sia stata maggiore di 34℃ e la temperatura massima al bulbo umido non maggiore di 25℃.
Nei limiti delle condizioni esterne sopra riportate, si dovranno accertare negli ambienti le temperature prescritte con una tolleranza di ± 1℃ e del ± 5% d i umidità relativa, misurate con le modalità descritte precedentemente.
Le misure di portata d'aria esterna e di aria introdotta in ambienti particolarmente significativi, dovranno essere eseguite con anemometri a filo o a mulinello con una tolleranza sui valori prescritti di ± 5%.

2.9.7. – Misure di rumorosità.
Le misure dovranno essere effettuate in base alla norma UNI 8199 - Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione.
Al centro di ogni ambiente il livello sonoro durante il funzionamento dell'impianto dovrà essere inferiore od uguale a 35 dB(A) e comunque non superiore a 3 dB(A) rispetto al rumore di fondo.

2.10 NORME DI COLLAUDO PER GLI IMPIANTI IDRICO SANITARI

Gli impianti idrico sanitari potranno essere sottoposti ad una serie di collaudi nel tempo, come appresso indicato, tendenti ad accertare il pieno rispetto delle prescrizioni tecniche nonché la loro efficienza e funzionalità.

2.10.1. – Verifiche preliminari.
- Verifica quantitativa e qualitativa dei materiali installati.
- Verifica dell'esecuzione delle opere in relazione a quanto prescritto.
- Prova di pressione delle reti di distribuzione dell'acqua prima dell'esecuzione delle murature.

2.10.2. – Collaudo definitivo.
- Verifica generale qualitativa e quantitativa dei materiali installati nonché l'esecuzione delle opere in relazione a quanto prescritto.
- Verifica dell'accurato montaggio delle rubinetterie e degli apparecchi sanitari e il loro perfetto funzionamento.
- Prova della portata idrica di erogazione secondo i dati prescritti.
- Prova di regolare deflusso e di perfetta tenuta di tutti gli scarichi e delle fognature.
- Prova di regolare funzionamento di tutte le apparecchiature elettriche al servizio degli impianti idrici e verifica dell'isolamento dei conduttori e della resistenza verso terra.
- Verifica generale di regolare funzionamento degli impianti.
- Verifica generale di regolare funzionamento degli impianti da effettuarsi nei termini di legge previsti.

2.10.3. – Prova a freddo delle tubazioni.
Prima della chiusura delle tracce e del mascheramento delle condutture, si dovrà eseguire una prova idraulica a freddo.
Tale prova deve essere eseguita ad una pressione di 2,5 Kg/cmq superiore a quella di esercizio, e mantenendola almeno per 12 ore.
La prova si riterrà positiva qualora non si verifichino fughe o deformazioni permanenti.

2.10.4. – Prova a caldo delle tubazioni.

Non appena sarà possibile si dovrà procedere ad una prova di circolazione dell'acqua calda e/o refrigerata, ad una temperatura dei generatori pari a quella di regime, onde verificare le condizioni di temperatura ed eventualmente di portata nei vari circuiti e agli apparecchi utilizzatori, verificare che non ci siano deformazioni permanenti, che i giunti e le guide di scorrimento lavorino in modo ottimale, e che sussista la sufficienza e la efficienza dei vasi di espansione.

2.10.5. – Verifica e montaggio delle apparecchiature.

Sarà eseguita una verifica intesa ad accertare che il montaggio di tutti i componenti, apparecchi, ecc., sia stato accuratamente eseguito, che la tenuta delle congiunzioni degli apparecchi, prese, ecc. con le condutture sia perfetta, e che il funzionamento di ciascuna parte in ogni singolo apparecchio o componente sia regolare e corrispondente, per quanto riguarda la portata degli sbocchi di erogazione, al dati di progetto.

2.10.6. – Verifica condotte aria.

Le distribuzioni dell'aria saranno provate per verificare la tenuta delle condutture, le portate dell'aria nelle mandate e nelle riprese, procedendo alla taratura ove necessario.
I ventilatori dovranno essere fatti funzionare per un periodo sufficiente onde consentire il bilanciamento dell'impianto e l'eliminazione della sporcizia e polvere all'interno del canali e delle apparecchiature.
Per questo periodo saranno impiegati filtri provvisori, che si intendono a carico dell'installatore. Tale operazione avverrà prima della posa dei diffusori e delle bocchette.

2.11 IMPIANTI DI TRATTAMENTO ARIA (U.T.A.)

La centrale di trattamento dell'aria dovranno essere del tipo a struttura completamente metallica, costituita da sezioni componibili montate, ove possibile, completamente in fabbrica.
Le sezioni dovranno essere eseguite del tipo con struttura a profilati e pannelli, con pannelli di tipo *"sandwich"*, racchiudenti l'isolamento termico (poliuretano schiumato o altro isolante analogo), di spessore di 25 mm circa, densità 48 kg/m3 K=1,04 W/m2 °C, reazi one al fuoco classe 1.
I pannelli saranno realizzati con lamierino di acciaio zincato (spessore minimo lamiera: 10/10 mm) ed esternamente plastificati; profili a sezione smussata senza spigoli vivi con rispondenza alla direttiva CEE 89/392 D. Lgs. 81/2008 tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. La sicurezza delle sezioni moto-ventilanti, in accordo alla Direttiva Macchine CEE 89/392, sarà garantita dall'installazione di contro-porta antinfortunio posteriormente alla porta di ispezione.
Le centrali dovranno essere realizzate limitando accuratamente i ponti termici con l'esterno, così da non avere alcun fenomeno di condensazione esterna estiva sui profilati e/o sui pannelli.
Le varie sezioni saranno sostenute (se necessario) da appositi piedi, opportunamente disposti, per il montaggio a pavimento.
In ogni sezione saranno previsti dei termometri a quadrante con bulbo e capillare, raggruppati in un quadretto montato su una piastra staccata dal condizionatore.
Nello stesso quadretto sarà montato un manometro differenziale a liquido per la misura della pressione differenziale tra monte e valle della centrale.
La macchina dovrà essere completa di dichiarazione CE di conformità alla direttiva CEE 89/392, e completa di manuale di installazione uso e manutenzione.
La macchina dovrà essere installata su supporti antivibranti al fine di limitare al massimo la trasmissione delle vibrazioni alla struttura edilizia. Tali supporti dovranno essere opportunamente dimensionati in base alle caratteristiche dinamiche della macchina effettivamente installata.
Le centrali di trattamento dovranno in ogni caso essere dotate di appositi anelli metallici necessari per il sollevamento e per il posizionamento.
L'U.T.A. dovrà essere provvista di tutti gli accessori, i comandi, i servomeccanismi, gli allarmi, le sicurezze necessarie per la salvaguardia da eventuali danni.
Dovrà essere previsto un sezionatore a bordo macchina.

2.11.1. – Sezione di presa aria esterna.

La sezione di presa aria esterna dovrà essere con serrande ad alette con boccole in nylon o bronzo con perno per il collegamento a un servocomando. Sarà costruita da profilati e lamiera di acciaio verniciato con alette parapioggia fisse, ancorata alla struttura a mezzo di zanche. La griglia sarà provvista di una rete di acciaio zincata, maglia di un centimetro. (Se richiesto la griglia sarà interamente in acciaio zincato).

2.11.2. – Recuperatore di calore.

Il recuperatore di calore dovrà essere del tipo aria-aria, a flussi incrociati, con pacco scambiatore a piastre in alluminio parallele di forte spessore, auto-distanzianti e sigillate alle estremità al fine di impedire la contaminazione tra aria di rinnovo e aria espulsa. Le piastre saranno inserite in contenitore di acciaio zincato con protezione anticorrosione. Lo scambiatore deve essere idoneo al funzionamento con temperatura dell'aria fino a 60℃, a sopportare una pressione differenziale tra le lamiere sui due flussi d'aria dell'ordine di 2.000 Pa senza deformarsi e deve avere un'efficienza di scambio termico non inferiore al 55%.

2.11.3. – Sezione di filtrazione.

La sezione di filtrazione dovrà essere costituita da:
- filtro a media efficienza per polveri grossolane, di classe UE3, costituite da celle in fibra sintetica;
- filtro ad alta efficienza, di classe UE9, del tipo a tasche rigide autoestinguenti.

Attacco a valle e a monte del filtro per l'inserimento di un manometro differenziale.
I filtri dovranno essere facilmente estraibili dall'U.T.A.

2.11.4. – Sezioni di batterie di riscaldamento e di raffreddamento.

Le sezioni di batterie di riscaldamento e di raffreddamento dovranno essere a più ranghi, complete di:
- collettore e intelaiatura in acciaio zincato;
- pannelli facilmente rimovibili per l'ispezione;
- eventuali pannelli di chiusura a tenuta, qualora la superficie della batteria sia inferiore alla superficie della sezione;
- fori per il passaggio delle tubazioni di collegamento alla batteria che dovranno essere sigillati ad installazione avvenuta;
- tubi in rame rispondenti a norme DIN 1754/1787/1785/17671;
- alette in alluminio rispondenti a norme DIN 1754/1 787/1 788.

Le alette saranno del tipo a piastra continua, opportunamente sagomate, con collarini distanziatori.
Il pacco radiante sarà contenuto in un telaio di lamiera di acciaio zincato, completo di attacchi di ingresso e di uscita del fluido, di scarico e di sfiato.
Le batterie dovranno essere facilmente sfilabili dalla rispettiva sezione, scorrendo su guide a rotaie.
Collaudo di prova con aria secca compressa a 30 kg/cmq con immersione in acqua.

2.11.5. – Sezione di umidificazione a vapore.

La sezione di umidificazione a vapore dovrà essere costituita essenzialmente da un distributore di vapore in acciaio inossidabile, di tipo ad intercapedine, corredato di un separatore di condensa, con scaricatore di condensa di tipo adatto (secondo le indicazioni del costruttore dell'umidificatore) e con filtro (eventualmente incorporato).

2.11.6. – Sezione di separazione gocce.

La sezione di separazione gocce dovrà essere costituita in materiale inossidabile e atossico, del tipo a pieghe con bordo ferma-gocce, con telaio in alluminio.

2.11.7. – Sezione ventilante di mandata e di estrazione.

La sezione ventilante di mandata e di estrazione dovrà essere costituita da un ventilatore centrifugo a doppia aspirazione, con giranti a pale rovesce, costruite in lamiera di acciaio zincato , bilanciate dinamicamente e staticamente e calettate su un albero di acciaio di un solo pezzo ruotante su cuscinetti a sfera lubrificati a vita.
Il gruppo ventilatore - motore sarà montato su un basamento comune ammortizzato con supporti in gomma ed il cassone di contenimento sarà provvisto di portello per l'ispezione.
Tra le sezioni ventilante e di trattamento, nonché sulla bocca d'uscita, sarà installato un giunto antivibrante in tela.
I motori saranno montati su supporti a slitta, per permettere la regolazione della tensione delle cinghie e dovranno avere grado di protezione non inferiore a IP55, costruzione secondo IEC 34-1.
Se richiesta la trasmissione avverrà a mezzo di pulegge a passo variabile e cinghie trapezoidali.
Sezione ventilante completa di grata di protezione antinfortunio

2.11.8. – Batterie di post-riscaldamento.

Le batterie di post-riscaldamento dovranno essere di zona, costituite da pacco alettato con tubi di rame ed alette in alluminio, corredate di un opportuno telaio flangiato in acciaio zincato per l'inserimento nel canale, funzionanti ad acqua calda 75℃ ÷ 60℃.

2.11.9. – Silenziatore a seni per canalizzazioni.

Il silenziatore a seni per canalizzazioni dovrà essere costituito essenzialmente da:
- involucro esterno in lamiera zincata da almeno 10/10, con flangie, bulloni e guarnizioni per il collegamento ai canali;
- rivestimento interno in materiale fonoassorbente, e lamierino forato;

setti afonizzanti interni longitudinali (realizzati in lamierino forato racchiudente materiale fonoassorbente) fissati al capo esterno mediante rivetti o altro sistema equivalente.
Il silenziatore dovrà avere caratteristiche di abbattimento acustico (tenuto conto della rigenerazione) idoneo al caso specifico al fine di rispettare i limiti di rumorosità richiesti.

2.11.10. – Sezione di filtrazione con filtri assoluti.

I filtri assoluti dovranno essere di efficienza 99,99% D.O.P.
Attacco a valle e a monte del filtro per l'inserimento di un manometro differenziale.
I filtri dovranno essere facilmente estraibili dall'U.T.A..

2.12 IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE E DIFFUSIONE DELL'ARIA

Le griglie e le bocchette dovranno essere complete di tutti gli accessori necessari, quali serranda, contro telaio, filtro, etc.
Se necessario, potranno essere richieste esecuzioni speciali, per le quali dovranno comunque essere rispettate le caratteristiche aerauliche e costruttive degli impianti di distribuzione e diffusione dell'aria.

2.12.1. – Bocchette di mandata.

Potranno essere previsti diffusori ad effetto elicoidale in esecuzione quadrata, sezione libera, perdita di carico e livello sonoro invariati in tutte le posizioni delle alette, costituito da pannello frontale con guarnizione in poliuretano a fissaggio delle viti in vista, con alette regolabili in plastica regolabili disposte a cerchio; camera di raccordo in alluminio con lamiera forata raddrizzatrice, attacchi laterali, regolatore di portata, orecchie di sospensione, completo di cassetta porta-filtro assoluto con telaio in alluminio, dispositivo per il controllo dell'ermeticità ed attacchi per la misurazione della pressione differenziale, compreso il filtro assoluto.
Possono essere previsti anche diffusori a sezione rettangolare, realizzata in acciaio verniciato (secondo quanto richiesto) con due ranghi di alette singolarmente orientabili e completa di serranda di taratura ad alette multiple, contro-rotanti, manovrabili con chiavetta.
Qualora la bocchetta debba essere montata a muro dovrà essere fornita completa di contro telaio in lamiera zincata con zanche di bloccaggio. Il fissaggio della bocchetta al contro telaio avverrà con clips o nottolini o viti, nella battuta della cornice esterna sarà inserita una guarnizione per la perfetta tenuta.
Il canale di alimentazione della bocchetta dovrà arrivare murato fino al contro-telaio.
Qualora la bocchetta debba essere montata direttamente sul lato del canale (anche se si tratti di un terminale) essa sarà collegata ad un tronchetto di lamiera zincata, (di lunghezza sufficiente a contenere la bocchetta e la serranda) con cornice esterna piegata, cui andrà fissata con viti la bocchetta, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

2.12.2. – Bocchette di ripresa in acciaio.

La bocchetta di ripresa sarà costituita acciaio come quelle di mandata ma con un solo ordine di alette, singolarmente orientabili e complete di serranda di taratura.
Il montaggio avverrà in maniera analoga alla bocchetta di mandata.

2.12.3. – Griglia di ripresa.

La griglia di ripresa dovrà essere in acciaio verniciato a forno e ad un solo rango di alette fisse.
Qualora non sia diversamente specificato nei disegni o in altri elaborati di progetto, sarà completa di serranda di taratura, ad alette contro-rotanti, manovrabile con apposita chiavetta.
Qualora la griglia debba essere montata a muro, sarà provvista di contro telaio in lamiera zincata con zanche di bloccaggio; il fissaggio della griglia al contro telaio avverrà con clips o nottolini o viti. Dietro la battuta della cornice sarà posta una guarnizione di tenuta.
Il canale di ripresa dovrà arrivare, murato, fino al contro telaio.
Qualora la griglia debba essere montata direttamente a fianco del canale (anche trattandosi di un terminale) sarà collegata ad esso da un tronchetto in lamiera zincata (di lunghezza sufficiente a contenere griglia e serranda) con cornice piegata, cui andrà fissata con viti o nottolini la griglia, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

2.12.4. – Serrande tagliafuoco.

Le serrande tagliafuoco saranno della stessa forma e dimensioni del canale in cui vanno inserite e dovranno essere di tipo omologato, REI 120 secondo quanto richiesto.
Saranno realizzate in robusta lamiera di acciaio zincato, collegate al canale con sistema a flangia, con interposizione di adeguata guarnizione tale da garantire la perfetta tenuta del giunto.
La serranda sarà inoltre dotata di portello d'ispezione, vite di regolazione e microinterruttore di segnalazione dello scatto.
La serranda tagliafuoco dovrà essere del tipo a chiusura automatica, con fusibile tarato a 70℃ e con riarmo manuale e dovrà essere posta in corrispondenza dell'attraversamento della parete di compartimentazione e dei luoghi non presidiati.
Inoltre sempre se richiesto, la serranda dovrà essere dotata di servocomando elettrico o pneumatico per l'apertura.
In ogni caso sia la serranda che tutti gli automatismi dovranno essere omologati nel loro insieme.

2.12.5. – Serrande di regolazione della portata d'aria.

Le serrande di regolazione della portata dell'aria saranno costituite da una intelaiatura di lamiera di acciaio zincata e da una serie di alette contro-rotanti.
Le serrande saranno provviste di sistemi di leve e di staffe con comando manuale o con servocomando a seconda di quanto richiesto.
Nel caso di azionamento manuale, la leva di manovra dovrà essere facilmente bloccabile nella posizione prescelta e dovrà portare una graduazione dalla quale si possa facilmente leggere senza incertezze il grado di apertura della serranda stessa.
In ogni caso la serranda dovrà essere delle stesse dimensioni del canale salvo esplicite prescrizioni diverse.

2.13 IMPIANTI DI CANALIZZAZIONI PER ARIA

I canali dovranno essere costruiti a perfetta tenuta d'aria, e dovranno quindi essere sigillati con mastice od altro su tutte le giunzioni delle lamiere (sia di ogni singolo tronco, che fra un tronco e l'altro) e sui raccordi. In ogni caso le giunzioni fra i vari tronchi dei canali dovranno essere di tipo smontabile (con flangie in PVC, o a bicchiere, o di altro tipo).

Le giunzioni dovranno sempre essere eseguite con interposizione di materiale di tenuta (guarnizione o sigillante) resistente agli agenti chimici.
In ogni caso il sistema di giunzione dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

2.13.1. – Canali rettangolari in acciaio zincato.

I canali saranno eseguiti in lamiera di acciaio zincato e saranno costruiti secondo le buone regole dell'arte ed i fondamentali principi dell'aerodinamica. I canali dovranno essere rinforzati trasversalmente con nervatura ad onda.
La distribuzione, sia di mandata che di aspirazione, saranno provviste, ove necessario, di captatori, deflettori ed alette direttrici a profilo alare.
Saranno usati captatori di tipo adeguato, per tutte le bocchette "a canale", che dovranno essere collegate al canale da un tronchetto delle stesse dimensioni della bocchetta, contenente la serranda ed il captatore.
Per tutti gli stacchi verticali di alimentazione dei diffusori sarà realizzato un collegamento al canale con un collare, dello stesso diametro del collo del diffusore, contenente la serranda ed il captatore.
Per tutti gli stacchi ad angolo retto non raccordati da canalizzazioni saranno usati deflettori curvi a profilo alare.
In tutti i gomiti ad angolo retto e tutte le curve con raggi di curvatura del lato interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno saranno usati deflettori curvi a profilo alare.
In tutte le curve (e stacchi raccordati) a valle delle quali vi sia, ad una distanza inferiore o pari ad otto volte il lato "curvato" del canale, una bocchetta o un'altra diramazione saranno usati deflettori curvi a profilo alare.
Nei canali di aspirazione, in tutti i gomiti ad angolo retto e nelle curve con raggio di curvatura interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno saranno usati deflettori curvi a profilo alare.
Non saranno ammesse bocchette, griglie o diffusori "montati" a filo di canale, cioè senza il tronco di raccordo di cui si e' detto, e ciò sia per mandata che per aspirazione.
Se in fase di esecuzione o di collaudo si verificassero delle vibrazioni, l'installatore dovrà prevedere

all'eliminazione mediante l'aggiunta di rinforzi, senza nessun onere aggiuntivo.
In tutte le diramazioni principali saranno previsti due attacchi con tronchetti in tubo con tappi, per permettere la misurazione della portata dell'aria mediante tubo di *Pitot.*
Lungo tutte le canalizzazioni aventi un lato di dimensione superiore o pari a 30 cm saranno realizzati dei portelli di ispezione (posti sul lato inferiore del canale, possibilmente) con spaziatura non inferiore a 10 metri, e comunque in vicinanza di ogni curva, diramazione o simile.
Detti portelli non dovranno avere dimensioni inferiore a cm 30 x cm 40, e saranno fissati con interposizione di guarnizione a perfetta tenuta, mediante clips, o viti, o galletti.

2.13.2. – Spessore delle lamiere zincate e tipo di giunzione.
Lo spessore della lamiera zincata dei canali di mandata e di ripresa e il tipo di giunzione dovranno rispondere al seguente schema, dove lo spessore della lamiera zincata è quello al netto della zincatura e il peso per metro quadrato comprende già la zincatura

Dimensione lato maggiore del canale	Spessore lamiera (mm) e peso lamiera	Tipo di giunzione e spaziatura massima
fino a 100 cm	10/10 (8,5 kg/mq)	Flangia angolare 1 m max
oltre 100cm	12/10 (10 kg/mq)	Flangia angolare 1 m max

2.13.3. – Canali flessibili.
Il condotto flessibile sarà utilizzato per raccordarsi ai diffusori ove previsto e sarà realizzato in spirale di acciaio zincato, aggraffata meccanicamente ad un nastro di tessuto plastico tale da dare una superficie interna liscia. L'eventuale isolamento termico sarà eseguito successivamente all'esterno.
Tutti i raccordi e le giunzioni dei condotti flessibili tra loro, o a condotti rigidi, saranno del tipo a manicotto, con fascetta stringi tubo a vite, montata con interposizione di gomma o altro materiale di tenuta. Qualora il diametro del flessibile sia diverso da quello dell'attacco del canale da collegare verrà realizzato un raccordo tronco - conico rigido in lamiera zincata, saldata a stagno lungo una generatrice, e collegato al condotto flessibile nel modo su esposto.

2.13.4. – Sospensioni, supporti e ancoraggi per canali.
Nei percorsi orizzontali, i supporti saranno costituiti da profilati posti sotto i canali, collari costituiti da due gusci smontabili, nel caso di canali circolari e sospesi con tenditori a vite regolabili.
Tali tenditori saranno generalmente fissati mediante chiodi a sparo nelle strutture, murati, o in altri sistemi tali da non compromettere la staticità e la sicurezza delle strutture portanti.
In ogni caso il sistema di ancoraggio dovrà essere espressamente approvato dalla Direzione dei Lavori.
Il numero dei supporti dipenderà dal percorso e dalle caratteristiche dei canali e generalmente la distanza sarà quella usata per le tubazioni.
Nei percorsi verticali, i supporti saranno costituiti da collari, con l'interposizione di spessori ad anello in gomma o materiale analogo.
I collari saranno fissati alle strutture e alle murature e la distanza fra gli stessi dipenderà dal peso e dalle caratteristiche dei canali.
Qualora i canali passino attraverso pareti, divisori, ecc., tra i canali e le pareti sarà interposto uno spessore di materiale elastico, onde evitare trasmissioni di vibrazioni o crepe.
Tutto il materiale di supporto o ancoraggio sarà in acciaio zincato, salvo il caso di canali in acciaio inossidabile, in cui supporti ed ancoraggi saranno pure in acciaio inossidabili.

2.13.5. – Isolanti termici esterni.
I canali di mandata dell'aria saranno termicamente isolati, salvo diverse prescrizioni, mentre i canali di ripresa saranno isolati solo fino al recuperatore di calore. Saranno comunque isolati tutti i tratti in cui sia necessario limitare la trasmissione di rumorosità.
Le modalità di posa e le caratteristiche dei materiali impiegati devono essere inoltre conformi alle norme UNI 10.376/94. Gli spessori della coibentazione devono essere conformi alla legge 9 gennaio 1991, n°10 ed al D.P.R. 26 agosto 1993, n°412, ta bella 1 allegato B.
L'isolamento sarà realizzato di preferenza tramite lastre di gomma tipo *Armaflex* autoestinguente,

sigillato alle giunzioni con fasce autoadesive. Si dovranno impiegare esclusivamente gli adesivi ed i collanti prescritti dal fabbricante dell'isolante.
Il materiale isolante dovrà essere corredato di certificati di omologazione antincendio. Nei tratti in vista entro il locale macchine al piano base sarà finito sulla superficie esterna con lamierino di alluminio spessore 8/10 mm
Gli eventuali appoggi dei canali rivestiti esternamente non debbono deformare l'isolamento ma sostenere direttamente il canale.

2.14 VALVOLE PER IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

2.14.1. – Valvole.

Tutte le valvole flangiate dovranno essere fornite sempre complete di contro-flangie, guarnizioni e bulloni.
Qualora delle valvole filettate servano ad intercettare una apparecchiatura per consentire lo smontaggio, il collegamento fra apparecchiatura e valvola dovrà avvenire mediante giunti a tre pezzi in ogni caso (sia per il valvole flangiate che filettate) 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.

2.14.2. – Valvole d'intercettazione per fluidi a bassa temperatura sotto i 100℃.

A seconda di quanto necessario, verranno usati i seguenti organi di intercettazione:
• Valvole a sfera in ottone sbiancato, con tenuta in PTFE a sfera in acciaio, complete di leva di manovra, attacchi filettati o flangiati (secondo necessità'). PN 10
• Valvole diritte ad asta inclinata in bronzo fuso, con asta in ottone, otturatore a piattello con guarnizione *jenkins*, complete di volantino di acciaio stampato o ghisa e premistoppa in amianto grafitato o simile.
• Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità). PN 10, con rubinetto di scarico.
• Valvole diritte a flusso avviato, con otturatore provvisto di guarnizione *jenkins*, complete di volantino di manovra in ghisa o acciaio stampato e premistoppa in acciaio grafitato o simile.
• Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità).
• Valvole diritte in ghisa a membrana di cloributile o similare e comunque resistente fino a 100℃, ti po Sisto o similare con volantino in ghisa. Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità). PN 10 per diametri fino a 150 mm; PN 10 per diametri superiori.
• Saracinesche in ghisa, a corpo piatto, con vite interna, coperchio flangiato, asta in acciaio inossidabile, cuneo di chiusura con anello di tenuta in gomma, esenti da manutenzione con cuneo gommato. Premistoppa con giunzione ad anello *oring* o simile. Attacchi flangiati. PN 10.
Il tipo di rivestimento interno in gomma del corpo sarà in EPDM e così pure l'eventuale rivestimento del disco, resistenti ad almeno 100℃.
Le valvole saranno PN 10 (o PN 16 se richiesto).

2.14.3. – Valvole d'intercettazione per fluidi ad alta temperatura sopra i 100℃.

• Valvole diritte a flusso avviato in ghisa, a stantuffo in acciaio inossidabile (tipo *klinger*) con lanterna in ghisa, guarnizioni originali *klinger* (esenti da manutenzione).
Coperchio a calotta filettata per i diametri superiori.
Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità) PN 16.
Se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole diritte a flusso avviato in acciaio, a stantuffo in acciaio inossidabile (tipo *klinger*) con lanterna in ghisa, guarnizioni originali *klinger*.
Coperchio con collegamenti a calotta filettata per i diametri inferiori, a flangia per i diametri superiori.
Attacchi flangiati PN 25÷40.
Se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole diritte a flusso avviato in ghisa, con otturatore in acciaio forgiato, anelli di tenuta in acciaio inossidabile, albero a vite esterna in acciaio, con dispositivo di tenuta verso l'esterno per il cambio della guarnizione del premistoppa a valvola aperta, in esercizio.
Attacchi flangiati. PN 25÷40.
Se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole diritte a flusso avviato in acciaio AQ 45 con otturatore e premistoppa in acciaio, sedi di tenuta corazzate con acciaio inox, albero a vite di acciaio al cromo, con dispositivo di tenuta verso l'esterno

per il cambio della guarnizione del premistoppa a valvola aperta, in esercizio.
• Attacchi flangiati PN 25÷40.
Se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole diritte in ghisa, a flusso avviato con tenuta a soffietto in esecuzione e premistoppa di sola sicurezza (esenti da manutenzione).
Asta, sedi di tenuta a soffietto in acciaio inossidabile. Attacchi flangiati. PN 16.
Se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole diritte PN 16 in ghisa sferoidale adatta anche per fluidi diatermici (fino ad almeno 300℃, con pressioni di almeno 8 ATE).

2.14.4. – Valvole di ritegno per fluidi ad alta temperatura.
• Valvole di ritegno diritte a flusso avviato in ghisa, con otturatore in acciaio forgiato, anelli di tenuta in acciaio inossidabile, coperchio bullonato.
Esecuzione a molla. Attacchi flangiati PN 16. Se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole di ritegno diritte a flusso avviato in acciaio, con otturatore in acciaio forgiato, sedi di tenuta corazzate con acciaio inox, coperchio bullonato. Esecuzione a molla.
Attacchi flangiati PN 25 - 40 se richiesto, esecuzione a squadra.
• Valvole di ritegno diritte PN 16 a flusso avviato in ghisa sferoidale, adatte anche per fluidi diatermici (fino ad almeno 300℃, con pressioni di almeno 8 AT E).
• Valvole di ritegno a disco con molla inossidabile, di tipo extra piatto, a bassa perdita di carico, con corpo in acciaio inossidabile, disco in acciaio inossidabile ed altri componenti, realizzati sempre in acciaio inossidabile.
Le valvole dovranno essere adatte per essere inserite tra flangie PN 16, PN 25, PN 40 a seconda di quanto specificato dalla Direzione dei Lavori.

2.14.5. – Valvole di taratura.
Ove necessario e/o ove richiesto si monteranno valvole di taratura per l'equilibramento dei circuiti idraulici.
Esse dovranno avere le seguenti caratteristiche:
• portare un indice di riferimento o un quadrante graduato, dal quale sia facilmente rilevabile la posizione di taratura;
• poter essere facilmente locate nella posizione prescelta, senza possibilità di facile spostamento o manomissione;
• essere accompagnate da diagrammi o tabelle, editi dalla casa costruttrice, che per ogni posizione di taratura, forniscano la caratteristica portata;
• perdita di carico della valvola;
• presentare in posizione di massima apertura una perdita di carico molto bassa e comunque non superiore al 5% della prevalenza della pompa del circuito in cui è inserita la valvola stessa.
Le valvole, dovranno essere provviste di attacchi per manometro differenziale di controllo, completi di rubinetti di fermo. Negli altri casi gli attacchi per manometro di controllo (completi di rubinetti di fermo) saranno montati sulle tubazioni nelle posizioni indicate dai disegni di progetto.
Il manometro di controllo, od i manometri, qualora sia necessario disporre di scale diverse, con i flessibili di collegamento dovrà essere fornito dalla Ditta e rimarrà, se richiesto espressamente, in proprietà della Committente.

2.15 CONDUTTURE PER IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

2.15.1. – Tubazioni in acciaio nero trafilato.
Senza saldatura longitudinale *(Mannesmann)* secondo UNI 3824, tubi gas serie normale - diametri espressi in pollici e UNI 4992, tubi lisci bollitori - diametri espressi in mm.
I raccordi saranno di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico.
I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà previa preparazione dei lembi con smussa a V.
Tutti i collegamenti tra tubazioni di diametro diverso dovranno essere realizzati con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°.
Per quanto riguarda le curve e' ammesso di piegare direttamente il tubo (con piegatubi idraulico o meccanico) solo per i diametri inferiori a 40 mm, il tubo piegato non dovrà presentare corrugamenti o stiramenti altrimenti non sarà accettato.

Per collegamenti che debbano essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni - serbatoi o valvole di regolazione - tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi (con tenuta realizzata mediante guarnizioni OR o metodo analogo) o giunti o flangie.
Tutte le tubazioni nere saranno protette con vernice antiruggine. La verniciatura dovrà essere ripresa, dopo avvenuta la posa delle tubazioni, in tutti i punti in cui risulti danneggiata.
Qualora richiesto, ad esempio per tubazioni di scarico, si useranno le stese tubazioni UNI 4992 catramate esternamente ed internamente.
La catramatura dovrà essere accuratamente ripresa anche all'interno nelle zone danneggiate dalle saldature.

2.15.2. – Tubazioni in acciaio zincato.

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

2.15.3. – Tubazioni in rame ricotto.

Trafilato serie pesante secondo UNI 6507/69 tipo B. Le tubazioni saranno poste in opera possibilmente senza saldatura, per i diametri fino a 18 mm.
Qualora fosse necessario eseguire saldature di testa fra i tratti di tubo, si useranno raccordi a bicchiere e la saldatura avverrà, previa accurata preparazione delle estremità (pulizia e spalmatura di pasta fluidificante - disossidante), con lega a brasare tipo *"castolin"*.
Le curve saranno eseguite tutte con piegatubi.

2.15.4. – Supporti e ancoraggi.

Per i supporti, non rappresentati in dettaglio nei disegni di progetto e per i punti fissi, la Ditta dovrà redigere i disegni particolareggiati che, prima dell'esecuzione, dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori. I disegni della Ditta dovranno comprendere anche il sistema di ancoraggio alle strutture.
Preferibilmente i supporti per le tubazioni d'acqua calda saranno costituiti da un tratto di profilato a T saldato sulla parte inferiore del tubo; il profilato appoggerà su un rullo metallico, fissato alla mensola; l'attacco del rullo alla mensola porterà due appendici ad angolo che abbracceranno il profilato a T, impedendo spostamenti laterali e ribaltamenti del tubo, ove tali spostamenti laterali non contrastino le dilatazioni termiche.
Per le tubazioni d'acqua fredda e refrigerata i supporti saranno realizzati in maniera analoga a quanto su descritto, con le seguenti differenze:
il rullo sarà in PTFE e il profilato T non sarà saldato al tubo, ma al semi guscio (sella) che, con un altro semi guscio abbraccerà il tubo (fissaggio con bulloni laterali) previa interposizione di uno strato di feltro rigido ed imputrescibile dello spessore di almeno 8 mm.
In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.
Essi saranno posti con una spaziatura non superiore a 2,50 m. si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altra sezione del presente capitolato speciale.
Per il fissaggio di più tubazioni parallele saranno posti profilati in ferro a U di adeguata sezione, eventualmente provvisti di supporti laterali, qualora le tubazioni siano poste su un piatto verticale. Per

le tubazioni singole si useranno collari regolabili del tipo a cerniera con vite di tensione e altri tipi di supporti, sempre previa approvazione della Direzione dei Lavori.
In nessun caso saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.
Gli ancoraggi dei tubi ai supporti e dei supporti alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili, come ad esempio viti e tasselli ad espansione o sistemi equivalenti che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.
Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

2.15.5. – Giunti di dilatazione.

Nella distribuzione, nel collegamento dei tubi ai supporti e negli ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni e costruzioni dei tubi.
Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in questo senso.
I compensatori di dilatazione eventualmente necessari saranno del tipo pluri-lamellare in acciaio inossidabile, con estremità a saldare per le tubazioni zincate.
Per le tubazioni di acqua refrigerata e/o fredda, se richiesto, potranno essere usati compensatori in neoprene.
La pressione nominale dei compensatori non sarà mai inferiore a PN 6, e comunque sarà adeguata alle condizioni di temperatura e pressione del fluido.

2.15.6. – Installazione delle condotte.

I diametri, i raccordi, le pendenze delle tubazioni in genere devono essere tali da garantire il libero deflusso dei fluidi in esse contenuti, senza dare luogo ad ostruzioni o comunque a depositi che possano, col tempo, comprometterne la funzione.
Nei punti alti delle distribuzioni saranno previsti sistemi di sfogo aria, costruiti da barilotti e da valvole di sfiato e nei punti bassi un sistema di scarico dell'acqua.
Quando le tubazioni passano attraverso i muri o i pavimenti, saranno protetti da manicotti in ferro nero dello spessore di 2 mm fino alle superfici esterne, per permettere la dilatazione e l'assestamento.
I tubi saranno posti in opera senza che questi subiscano svirgolature o deformazioni e dovranno essere posizionati a debita distanza dalle finestre, porte ed altre aperture.
Non sono permessi tagli eccessivi ed indebolimenti delle strutture onde facilitarne la posa in opera dei tubi. Tutte le sbavature saranno eliminate dai tubi prima della posa in opera.
Sarà permessa la piegatura a freddo dei tubi fino al diametro di 40 mm purché si usi un piega-tubi idraulico o meccanico.
I tubi piegati che presentano pieghe, rughe ed altre deformazioni non saranno accettati.
Le estremità delle tubazioni saranno ben chiuse o tappate subito dopo la messa in opera onde evitare che la sporcizia od altre sostanze penetrino nell'impianto.
Lo stesso dicasi per le aperture delle apparecchiature.

2.16 SALDATURE

Le giunzioni saldate, effettuate su tubazioni di acciaio al carbonio, saranno eseguite, di norma, all'arco elettrico; i procedimenti di saldatura manuale dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme ANSI B 31.1, ASME sez. IX od UNI.
L'appaltatore dovrà fornire tutte le attrezzature e le apparecchiature necessarie per la saldatura, il taglio e la sagomatura dei tubi.
L'impresa appaltatrice sarà responsabile della movimentazione e dello stoccaggio delle bombole di gas, e dovrà provvedere alla loro custodia in luoghi riparati non soggetti a forti variazioni di temperatura, lontani da qualsiasi sorgente di calore.
Per quel che concerne la tipologia delle attrezzature e le modalità di utilizzo, dovranno essere pienamente rispettate le prescrizioni fornite dalla normativa vigente.
Il procedimento di saldatura utilizzato, dovrà essere il medesimo indipendentemente dalla pressione di esercizio della tubazione.

2.16.1. – Qualifica dei saldatori.

I saldatori dovranno essere preventivamente qualificati da uno dei seguenti Enti:
• Istituto Italiano della Saldatura;
• Registro Italiano Navale;
• *Lloyd'Register of shipping;*
• Istituto di ricerca Breda;

• *Bureau Veritas;*
• altro Ente approvato dalla Direzione dei Lavori;
in conformità a una o più delle seguenti norme di riferimento in relazione alla tipologia di lavoro da realizzarsi:
• ANSI B 31.1
• ASME sez. IX
• UNI 4633
• UNI 4634
• UNI 6548
• UNI 6918
• altra norma approvata dalla Direzione dei Lavori.
Ciascun saldatore dovrà risultare identificabile tramite una sigla che sarà riportata su un punzone in dotazione all'operatore.
In generale. il saldatore dovrà punzonare il tubo in due punti diametralmente opposti, prima di iniziare la saldatura stessa. salvo diverse indicazioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

2.16.2. – Elettrodi fili e flussi
Gli elettrodi, i fili e i flussi dovranno essere compatibili con le caratteristiche dei materiali e comunque di tipo e marca approvati dalla Direzione dei Lavori.
Gli elettrodi all'atto dell'impiego, dovranno essere perfettamente asciutti, in particolare gli elettrodi basici prima dell'uso dovranno essere essiccati in appositi forni a temperatura controllata tra i 120°C e i 200℃ per almeno 4 ore.
Tutti gli elettrodi dovranno essere conservati in appositi contenitori portatili, tali da mantenersi riscaldati e protetti dall'umidità fino al momento dell'uso.
Non potranno essere utilizzati elettrodi bagnati e successivamente essiccati, oppure ossidati, oppure con rivestimento alterato.

2.16.3. – Preparazione dello smusso.
Le estremità dei tubi dovranno essere smussate secondo il tipo di giunto specificato nel procedimento qualificato di saldatura adottato.
Se non diversamente stabilito, i tubi verranno forniti in cantiere con smusso lavorato in stabilimento di produzione secondo le specifiche del fabbricante.
I tagli e gli smussi dovranno essere eseguiti con macchine utensili o termiche. Non sarà accettata l'esecuzione manuale dello smusso al cannello.
Dopo l'esecuzione di tagli eseguiti con macchine termiche si dovranno asportare con utensili meccanici almeno 2 mm di materiale su tutta la circonferenza.

2.16.4. – Pulizia e controllo delle estremità da saldare.
Prima dell'accoppiamento per la saldatura, tutte le estremità smussate dovranno essere accuratamente pulite al fine di eliminare pitture, olio, grasso, vernici, ossido e materie estranee in genere, nocive all'esecuzione della saldatura stessa.
Sulle testate e sugli smussi non dovranno essere presenti sbavature, tacche, ammaccature, ecc.

2.16.5. – Passate di saldatura.
Le macchine saldatrici dovranno essere del tipo a corrente continua, la pinza sarà collegata alla polarità appropriata, a seconda del procedimento.
Nei giunti di testa la prima passata dovrà essere eseguita in modo da avere completa e regolare penetrazione.
Seguendo la denominazione *dell'Americans Welding Society (AWS),* se utilizzata la tecnica SMAW, per la prima passata di saldatura dovranno essere utilizzati elettrodi cellulosici, oppure quando utilizzata la tecnica GTAW, da adottarsi assolutamente per tubazioni convoglianti gas, acqua surriscaldata, vapore, dovrà essere utilizzata la saldatura manuale con elettrodo di tungsteno in argon o elio.
Durante lo sviluppo della saldatura, sino al completamento del giunto, il pezzo non dovrà subire spostamenti, urti, vibrazioni o sollevamenti.
Nel caso di saldatura in argon, ad ogni interruzione l'arco dovrà essere spento sul bordo del cianfrino, mantenendo protetto il bagno di saldatura fino ad avvenuta solidificazione.
Le successive passate di riempimento dovranno essere eseguite con elettrodi basici, per conferire alla saldatura una migliore resistenza meccanica.
Al termine di ogni passata di saldatura, ed in particolare al termine della prima, dovranno essere

rimosse scaglie, incrostazioni e scorie.
La pulizia potrà essere eseguita con utensili a mano, con mole o con spazzole rotanti.
Il profilo del materiale depositato dovrà risultare concavo e privo di incisioni.
Il profilo esterno della saldatura finita dovrà risultare convesso e tale da non scendere, in nessun punto, al di sotto della superficie esterna del tubo e da questa non sporgere più di 1,6 mm.
I cordoni di saldatura dovranno avere inizio sempre in punti distinti.
La larghezza della saldatura finita, misurata sulla superficie esterna del tubo dovrà essere maggiore della larghezza del cianfrino di circa 3 mm.

2.16.6. – Ispezioni e controlli delle saldature.
La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di richiedere alla Ditta esecutrice di effettuare controlli non distruttivi delle saldature realizzate, mediante radiografia a campione su almeno il 5% delle saldature effettuate.
Se anche una sola saldatura, compresa nel campione risultasse difettosa, dovrà essere eseguito il controllo di un ulteriore 5% delle saldature eseguite oltre al rifacimento di quelle difettose.
I risultati del controllo saranno verbalizzati, i relativi oneri saranno a carico della ditta esecutrice dei lavori, la quale dovrà provvedere tempestivamente al rifacimento o alla riparazione di quelle saldature che risultassero presentare difetti giudicati inaccettabili.

2.16.7. – Giunzioni fra tubazioni di materiali diversi.
Devono essere rese possibili giunzioni fra tubazioni di materiali diversi come di seguito indicato:
• fra le tubazioni di piombo e ghisa: mediante ghiera in rame od ottone, a bordo risvoltato (virola), saldata al tubo di piombo con saldatura ad oliva inserita nel bicchiere di ghisa, giunzione come per tubazioni in ghisa:
• fra tubi di piombo ed acciaio: mediante giunto in ottone, liscio ad una estremità, (saldata al tubo di piombo con saldatura ad oliva), filettato all'altra estremità (avviata alla tubazione in acciaio):
• fra tubazioni di acciaio e di ghisa: mediante risvolto eseguito a caldo sul tubo di acciaio inserito nel bicchiere della tubazione di ghisa, giunzione come per tubazione di ghisa;
• fra tubazioni di plastica e piombo: mediante bicchiere eseguito sul tubo di piombo, guarnizione di corda catramata sigillata con materiale bituminoso.

2.16.8. – Soffiatura e lavaggio tubazioni.
Prima della messa in esercizio, le tubazioni realizzate dovranno essere opportunamente soffiate e lavate.

2.17 PROTEZIONI CONTRO LA CORROSIONE

Poiché una protezione efficace contro la corrosione non può prescindere dalla conoscenza del gran numero di fattori suscettibili di intervenire nei diversi meccanismi d'attacco dei metalli, si dovrà tener conto di fattori dovuti:
• alle caratteristiche di fabbricazione e composizione del metallo;
• alle caratteristiche chimiche e fisiche dell'ambiente di attacco;
• alle condizioni di impiego (stato della superficie del metallo, rivestimenti protettivi, sollecitazioni meccaniche, saldature etc.).
Occorrerà evitare che si verifichi una dissimmetria del sistema metallo-elettrolita, ad esempio il contatto di due metalli diversi, ad azione differenziale, il contatto con materiali non conduttori contenenti acidi o sali e che per la loro igroscopicità forniscono l'elettrolita.
La protezione contro le corrosioni potrà essere o di tipo passivo, di tipo attivo o anche di tipo misto.

2.17.1. – Mezzi impiegabili per la protezione passiva.
I mezzi per la protezione passiva contro la corrosione possono essere così riassunti:
• applicazione a caldo od a freddo di speciali vernici bituminose;
• applicazione di vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
• applicazione di vernici anticorrosive a base di ossidi;
• applicazione di fasce in fibra di vetro bituminoso;
• applicazione di fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
• manicotti isolanti e canne isolanti in resine sintetiche per l'attraversamento di parti murarie;
• giunti dielettrici.
I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.
Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

2.17.2. – Mezzi impiegabili per la protezione attiva.

La protezione attiva delle condotte assoggettate alle corrosioni per l'azione di correnti vaganti va effettuata a mezzo della protezione catodica e cioè nel sovrapporre alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.
L'economica applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dell'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

2.18 ISOLAMENTI TERMICI

Tutti gli isolamenti dovranno essere realizzati in conformità della legge 10/1991 sul contenimento dei consumi energetici e suo regolamento d'attuazione.
Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di legge, sarà onere e cura della Ditta adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento del prezzo alcuno.
Gli spessori indicati negli elaborati di progetto si intenderanno sempre misurati in opera.
Le conduttività termiche dovranno essere documentate da certificati di Istituiti adeguati, e valutate a 50℃.
La Direzione dei Lavori potrà rifiutare gli isolamenti già eseguiti se risultassero eseguiti non a perfetta regola d'arte, e ciò con particolare riferimento agli incollaggi e sigillature degli isolanti.
Quindi l'Appaltatore dovrà sottoporre i campioni di esecuzione alla Direzione dei Lavori.

L'isolamento termico delle reti acqua calda, fredda e ricircolo, dovrà essere realizzato in gomma spugnosa tipo *Armaflex* a cellule chiuse spessore 9 mm applicato mediante collante e nastro adesivo nero alle giunzioni e comunque secondo quanto previsto dalla legge 10/91 sul contenimento dei consumi energetici e suo regolamento d'attuazione.
In ogni caso, per le tubazioni convoglianti acqua fredda, i collarini di tenuta dovranno essere installati dopo aver accuratamente sigillato tutta la testata dell'isolamento con la barriera al vapore e con apposito sigillante.

2.18.1. – Isolamento delle tubazioni.

A seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, si useranno i seguenti tipi di isolamento:
a) coppelle di lana minerale autoestinguente a fibra lunga, apprettata con resine termoindurenti, con conduttività termica non superiore a 0,035 Kcal/mh°C e filo di ferro a rete zincata.
b) guaina, lastra per i diametri più elevati, di elastomero a base di neoprene espanso a cellule chiuse, con reazione al fuoco classe 1 (uno) e con conduttività termica non superiore a 0,035 Kcal/mh℃.
Il materiale sarà posto in opera incollato al tubo nelle testate, per una lunghezza di almeno 5 cm incollato lungo le giunzioni e sigillato lungo queste ultime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm), per reti fredde o refrigerate.
Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o PVC) né di nastro adesivo in neoprene. Sia il collante che il nastro dovranno essere della stessa casa produttrice dell'isolante.
Se necessario, per raggiungere gli spessori richiesti, l'isolamento sarà in doppio strato, a giunti sfalsati. La barriera al vapore per le tubazioni d'acqua refrigerata, se necessaria e/o richiesta, sarà realizzata esclusivamente con spalmatura esterna di due mani di prodotto bituminoso tipo *foster*, alternate a stesura di due strati di telo di lana di vetro.
La barriera al vapore dovrà essere assolutamente continua e, sulle eventuali testate delle coppelle, dovrà coprire anche le testate stesse, fino al tubo.
Nei locali tecnici tutti i tipi di isolamento saranno finiti gusci di fogli di alluminio fissati con viti autofilettanti.
Gli spessori di materiale isolante dovranno essere comunque conformi a quanto specificato nell'Allegato B del D.P.R. n°412, regolamento di a ttuazione della legge 10/91.

2.18.2. – Isolamento di valvole, dilatatori, filtri.

Ove necessario e/o richiesto, ad esempio per tubazioni di acqua refrigerata, oppure per tubazioni poste all'esterno o in latri casi, dovranno essere isolati valvole, compensatori di dilatazione, filtri a Y e simili.
Il materiale usato sarà lo stesso di quello delle rispettive tubazioni.

Nel caso di tubazioni isolate con neoprene o polietilene espanso, potrà venire usato nastro apposito, dello spessore di alcuni millimetri, costituito da un impasto di prodotti bituminosi e granuli di sughero, disposto a più strati, fino a raggiungere uno spessore pari a quello dell'isolamento della tubazione.
La finitura esterna dell'isolamento sarà dello stesso tipo di quella delle relative tubazioni, realizzata in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla (gusci chiusi con clips). se richiesto, l'isolamento dei componenti per acqua refrigerata sarà realizzato con gusci di alluminio, entro i quali verrà schiumato in loco del poliuretano espanso.
Rimarranno fuori del guscio i dati dell'eventuale premistoppa, o i tappi dei filtri a Y.
In ogni caso l'isolamento e la relativa finitura di valvole, filtri, etc. dovrà essere realizzato, ove sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua e al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso dei sigillanti siliconici o poliuretanici di tutti i punti ove ciò sia necessario.

2.19 TERMOMETRI, MANOMETRI E ACCESSORI

2.19.1. – Termometri a mercurio.

I termometri a mercurio dovranno essere a quadrante (diametro minimo 12 cm, del tipo a bulbo di mercurio, nelle posizioni appresso indicate:
• all'ingresso e all'uscita dell'aria dall'U.T.A. o sua sezione, nonché a monte e a valle di ciascuna batteria di post-riscaldamento di zona;
• all'ingresso ed all'uscita dell'acqua (o del vapore) in ciascuna batteria dei condizionatori, in batterie di post-riscaldamento di zona, in ciascuno scambiatore di calore;
• a valle di ogni miscelatrice, nelle posizioni indicate nei disegni di progetto;
• ai collettori di partenza (se necessario) e ritorno dei vari fluidi, nelle posizioni indicate nelle tavole di progetto.
• a tutte le apparecchiature ove ciò sia indicato nei disegni di progetto o prescritto in qualche atra sezione del presente capitolato o in altri elaborati facenti parte del progetto.
Il termometro avrà la cassa in alluminio fuso/ottone cromato resistente alla corrosione e sarà completo di ghiera porta-vetro nello stesso materiale (a tenuta stagna) e vetro.
Il quadrante sarà in alluminio, con numeri litografati o riportati in maniera inalterabile.
Quello per montaggio su tubazioni o canali sarà del tipo a bulbo rigido, completo di pozzetto rigido da immergere nel tubo o canale ed attacco del bulbo al pozzetto mediante flangia o mediante manicotto filettato. Quelli per montaggio sulle centrali di trattamento dell'aria saranno del tipo a bulbo e capillare corazzato (e compensato per lunghezze superiori ai 7 m): saranno raggruppati e montati su una piastra di alluminio di spessore non inferiore a 3 mm, sostenuta da una piantana, fissata vicino al condizionatore.
Sotto ogni termostato sarà indicato con una targa in plastica la temperatura che esso rappresenta. Il prezzo della piastra e della piantana di sostegno si intende compreso nel costo del condizionatore. I pozzetti ed i bulbi dovranno essere eseguiti e montati in modo tale da garantire la prontezza e precisione nella lettura.

2.19.2. – Manometri.

Tutte le elettropompe o i gruppi di elettropompe saranno provviste di attacchi per manometro (con rubinetti di fermo).
Il manometro, con scala adeguata, dovrà essere installato stabilmente se richiesto dalla Direzione dei Lavori.
Per il controllo della prevalenza utile si utilizzeranno manometri tipo *Bourdon*, con cassa in alluminio fuso o ottone cromato, resistente alla corrosione, ghiera dello stesso materiale, a perfetta tenuta, quadrante in alluminio bianco, con numeri litografati o comunque riportati in maniera indelebile; dovrà essere fissato in modo stabile, su una piastra di alluminio, di adeguato spessore.
Ciascuna sezione di filtrazione e ciascuna centrale di trattamento dell'aria sarà provvista di manometro differenziale).
Per i condizionatori, il manometro sarà montato a fianco dei termometri, sulla piastra porta manometri.

2.19.3. – Altri accessori.

Ove necessario anche se non espressamente indicato nei disegni di progetto, saranno installati rubinetti di scarico di tipo e diametro adeguati, rubinetti e barilotti di sfiato, filtri ad Y (per ogni batteria di condizionatore) etc.

Inoltre saranno poste targhette indicatrici in plexiglas sui regolatori, sui quadri, sulle varie tubazioni in partenza dei collettori, etc.
Targhette di identificazione in alluminio serigrafato per ogni apparecchiatura.

2.20 RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA FREDDA

Per rete di distribuzione acqua sanitaria fredda si intende l'insieme delle tubazioni, collettori, colonne montanti e diramazioni, a partire dal contatore dell'ente preposto alla distribuzione idrica sino alle utilizzazioni.

A valle del contatore possono trovare collocazione serbatoi di compenso giornaliero, autoclavi e altre riserve idriche.

Nella rete di distribuzione di acqua sanitaria fredda, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

• acciaio zincato a caldo senza saldatura, tubi UNI 3824, oppure UNI 4148, oppure UNI 4149 - zincati a caldo secondo UNI 5745, con giunti filettati e pezzi speciali di raccordo in ghisa malleabile secondo UNI 5192 e UNI 5212, bordati, filettati e zincati a caldo, secondo UNI 4721.
Per le tubazioni in grosso diametro, superiore a 4", è ammesso l'uso della saldatura autogena, in atmosfera disossidante, con apporto di lega a basso punto di fusione che non intacca il rivestimento di zincatura.
• resina sintetica, tubi PVC 312 - UNI 5443, con giunzioni filettate e pezzi speciali di raccordo in resina;
• rame con caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle prescritte dalla norma UNI 6507, serie B.

2.20.1. – Diametri minimi alle utilizzazioni.

I diametri interni delle diramazioni alle utilizzazioni non potranno avere valori inferiori ai minimi appresso indicati:

• cassette WC	14 mm - 1/2"
• fontanelle	14 mm - 1/2"
• orinatoi con lavaggio continuo	14 mm - 1/2"
• lavabi	14 mm - 1/2"
• Bidé	14 mm - 1/2"
• lavelli	14 mm - 1/2"
• orinatoi comandati	14 mm - 1/2"
• rubinetti di attingimento	14 mm - 1/2"
• idratanti per pavimenti	14 mm - 1/2"
• docce	14 mm - 1/2"
• vasche da bagno	22 mm - 3/4"
• idranti per autorimesse	22 mm - 3/4"
• lavastoviglie	22 mm - 3/4"
• lavabiancheria	22 mm - 3/4"

2.20.2. – Portata delle utilizzazioni.

Le portate alle singole utilizzazioni nelle condizioni più sfavorevoli non potranno avere valori inferiori ai minimi appresso indicati:

• Acquaio	0,20 ℓ/sec
• Lavabo individuale	0,12 ℓ/sec
• Lavabo collettivo (ogni getto)	0,05 ℓ/sec
• Bidé	0,12 ℓ/sec
• Vasca da bagno	0,35 ℓ/sec
• Doccia	0,15 ℓ/sec
• Fontanella	0,15 ℓ/sec
• Vaso da cacciata con cassetta	0,10 ℓ/sec
• Orinatoi con rubinetto di cacciata	0,50 ℓ/sec
• Orinatoi con cassetta automatica	0,05 ℓ/sec
• Vasca per lavanderia	0,40 ℓ/sec
• Bocche da innaffiamento	0,70 ℓ/sec
• Idrante da autorimessa	0,70 ℓ/sec

La pressione residua all'utilizzazione non potrà essere inferiore a 5 m di colonna d'acqua.
Le tubazioni convoglianti acqua fredda dovranno essere coibentate onde evitare il fenomeno della condensa.

2.21 RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA CALDA

Per la rete di distribuzione acqua calda si intende l'insieme delle tubazioni a partire dal generatore di acqua calda sino alle utilizzazioni.

Nella realizzazione della rete acqua calda, sono ammesse tubazioni dei seguenti materiali:

• acciaio zincato a caldo senza saldature , tubi UNI 3824, oppure UNI 4148, oppure UNI 4149 - zincati a caldo secondo UNI 5745, con giunti filettati e pezzi speciali di raccordo in ghisa malleabile secondo UNI 5192 e UNI 5212, bordati, filettati e zincati a caldo, secondo UNI 4721.
Sono tassativamente vietate saldature di qualsiasi genere per il collegamento delle tubazioni di acciaio zincato se non per le tubazioni di diametro superiore a 4".

• rame, con giunzioni e raccordi filettati o saldati, con caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle prescritte dalla norma UNI 6507, serie B.

2.21.1. – Diametri minimi per tubi di acqua sanitaria calda alle utilizzazioni.

I diametri interni delle diramazioni alle utilizzazioni non potranno avere valori inferiori ai minimi appresso indicati:

• lavabi	14 mm - 1/2"
• bidé	14 mm - 1/2"
• lavelli	14 mm - 1/2"
• rubinetti di attingimento	14 mm - 1/2"
• docce	14 mm - 1/2"
• vasche da bagno	20 mm - 3/4"

2.21.2. – Portata per tubi di acqua sanitaria calda alle utilizzazioni.

Le portate alle singole utilizzazioni non potranno avere valori inferiori ai minimi appresso indicati:

• Acquaio	0,20 ℓ/sec
• Lavabo individuale	0,12 ℓ/sec
• Lavabo collettivo (ogni getto)	0,05 ℓ/sec
• Bidé	0,12 ℓ/sec
• Vasca da bagno	0,35 ℓ/sec
• Doccia	0,15 ℓ/sec
• Vasca per lavanderia	0,40 ℓ/sec

La pressione residua alle utilizzazioni non potrà essere inferiore a 5 m di colonna d'acqua.

2.22 SARACINESCHE E VALVOLE PER LE RETI DI DISTRIBUZIONE ACQUA SANITARIA

Le saracinesche e dovranno essere a sfera, adatte per temperature da + 5℃ a + 95℃ e dovranno essere dotate di targhette indicatrici fissate opportunamente e stabilmente nel tempo, indicanti il tipo di sezionamento.

2.23 RETE IDRICA ANTINCENDIO

La rete idrica antincendio deve essere indipendente. Deve essere alimentata da un gruppo di pressurizzazione e deve avere riserva idrica autonoma.
La Ditta concorrente dovrà attenersi alle prescrizioni eventualmente impartite dal competente Comando dei Vigili del Fuoco ed alle direttive della Direzione Lavori.
Per l'esecuzione della rete idrica antincendio è ammesso, salvo specifiche prescrizioni impartite dal competente Comando dei VV.F., l'impiego di:

• tubi in acciaio neri o zincati a caldo, senza saldatura, con giunzioni filettate e con pezzi speciali di raccordo in ghisa malleabile, bordati, filettati e zincati a caldo;

• tubi in polietilene alta densità, PN 16, termo-saldato o con giunzioni rapide in polipropilene PN 16.

Per l'esecuzione delle "prese antincendio" è ammesso l'impiego di:

• ottone o bronzo per i rubinetti idranti;

• rame o alluminio per lance;

• tubi di gomma a tenuta garantita sotto la pressione di 10 atmosfere, di lunghezza fino a m 30;
• ferro zincato e verniciato oppure cromato, spessore 10/10 mm., ovvero lega in ottone od in alluminio anodizzato per il telaio dello sportello;
• vetro per lo sportello medesimo.
Per l'inserimento nell'impianto dell'autopompa dei Vigili del Fuoco dovrà essere prevista sulla tubazione di derivazione della rete stradale la installazione di uno o più gruppi costituiti, normalmente in unico blocco da:
• n°1 valvola di ritegno per impedire il passaggio dell'acqua dell'autopompa alla rete esterna;
• n°1 valvola di sicurezza per evitare che la pressione nelle tubazioni possa per cause accidentali elevarsi oltre a quella per la quale è collaudato l'impianto;
• n°1 manometro per il controllo della pressione nella rete stradale, in modo che sia segnalata la necessità dell'entrata in azione dell'autopompa;
• n°1 attacco UNI 70 per l'innesto della tubazione dell'autopompa dei VV.F.
L'installazione dei gruppi suddetti dovrà essere prevista al piano terra in corrispondenza degli ingressi carrabili o nelle immediate vicinanze, cosicché sia in ogni caso agevole la manovra per l'inserimento dell'autopompa dei VV.F.
Le cassette saranno previste ad ogni piano del fabbricato in numero sufficiente e secondo una dislocazione che, tenuto conto della lunghezza delle manichette in gomma e della pressione minima ammessa all'erogazione, il cui valore viene fissato in 2,5 bar, assicuri il ricoprimento dei settori di influenza di due prese contigue, comunque scelte nello stesso piano.
Le cassette, nelle quali e' contenuto il materiale a corredo, saranno di norma installate a filo muro. Dove non sia possibile l'installazione in nicchia nella parete, è ammessa la cassetta di tipo esterno.
In generale le tubazioni formanti la rete idrica antincendio si intendono posate sotto traccia e/o interrate e/o posate in cunicolo, a seconda delle necessità intrinseche dell'impianto, rilevabili dagli elaborati grafici messi a disposizione dalla Direzione dei Lavori.
Nel caso in cui si realizzi l'impianto di distribuzione dell'impianto antincendio con tubazione in acciaio nero, questa dovrà essere bitumata e catramata a regola d'arte.
I rubinetti idranti di alimentazione delle cassette devono essere di sezione libera di passaggio uguale o maggiore a quello delle tubazioni di gomma alle quali sono asserviti.

2.24 ATTREZZATURE MOBILI ANTINCENDIO

Le attrezzature mobili antincendio per numero, caratteristiche ed ubicazione, dovranno essere tali da consentire un efficace intervento su un principio di incendio.
Gli agenti estinguenti dovranno essere compatibili con le sostanze e le lavorazioni a cui saranno associati.
Gli estintori saranno del tipo omologato dal Ministero degli Interni secondo il D.M. 20-12-1982.

2.25 SEGNALETICA DI SICUREZZA

Si dovranno applicare le disposizioni sulla segnaletica di sicurezza della normativa vigente ed in particolare il D.P.R. 8 giugno 1982 n°524 espressamente finalizzate alla sicurezza antincendio.

2.26 RETI DI DISTRIBUZIONE DEL VAPORE

2.26.1. – Drenaggio.

Le linee di vapore dovranno essere realizzate tenendo conto di un'adeguata pendenza nello stesso senso di percorrenza del fluido in modo tale da assicurare in ogni condizione il rapido deflusso della condensa. Il valore minimo sarà comunque non inferiore allo 0,5%.
In nessun caso è tollerata la presenza di contro-pendenze sulla linea di distribuzione del vapore se non adeguatamente drenata e sfiatata e comunque per tratti molto brevi.

2.26.2. – Pozzetti di raccolta.

I punti di raccolta della condensa saranno realizzati in modo tale da non interferire con il transito del vapore.
La raccolta della condensa verrà effettuata a mezzo di pozzetti realizzati con tubazione di diametro uguale o maggiore del tratto di rete da drenare.
Gli scaricatori di condensa dovranno essere collegati alla parte inferiore dei pozzetti di raccolta condensa con i relativi filtri ed indicatori di passaggio, a mezzo di tubazione di diametro adeguato e comunque non inferiore a 1/2".
Il volume ricettivo di un pozzetto di raccolta della condensa non dovrà mai essere inferiore al 60% della quantità di condensa prodotta dal tratto, o dai tratti, di tubazione ai quali è asservito.

Comunque sia lo sviluppo in lunghezza dei pozzetti di raccolta della condensa non potrà essere inferiore a 20 cm o a 1,5 volte di DN della condotta prevalendo la condizione più gravosa.
I punti di drenaggio della condensa non potranno per nessun motivo trovarsi ad una distanza reciproca massima superiore a 45 metri per vapore saturo ed 80 metri per vapore surriscaldato.
I pozzetti di raccolta della condensa dovranno comunque essere previsti in tutti i punti di seguito indicati:
- collettori;
- terminali di tubazione;
- punti bassi di tratti montanti;
- punti bassi di tratti discendenti;
- separatori;
- riduzioni di diametro;
- prima dei giunti di espansione;
- prima dei riduttori di pressione;
- prima dei regolatori di temperatura.

E' fatto divieto assoluto di realizzare i drenaggi di condensa delle linee di vapore senza la realizzazione dei pozzetti di raccolta sopra descritti.

2.26.3. – Eliminazione dell'aria.

È obbligatoria la realizzazione di punti di sfiato dell'aria nei seguenti punti:
- terminali di collettori;
- punti alti di tratti montanti o discendenti.

I punti di eliminazione dell'aria non potranno per nessun motivo trovarsi ad una distanza reciproca massima superiore a 80 metri.
Tutti i punti di eliminazione dell'aria dovranno essere provvisti di convogliamento dello scarico in modo tale da non arrecare in nessun caso, o circostanza sfavorevole, danno a persone o cose.

2.26.4. – Allacciamenti.

Tutti gli allacciamenti vanno eseguiti con attacco dall'alto rispetto alla tubazione principale.

2.26.5. – Scaricatori di condensa.

Gli scaricatori di condensa dovranno essere installati ad una quota inferiore di almeno 80 - 100 cm. rispetto al punto di drenaggio a cui sono asserviti.
Gli scaricatori di condensa non potranno avere mai un diametro inferiore a quello della tubazione sulla quale sono installati.

2.26.6. – Rete della condensa.

Le reti di condensa dovranno essere realizzate, per quanto possibile, tenendo conto di un'adeguata pendenza nello stesso senso di percorrenza del fluido, a meno che siano previste pompe di rinvio.

CAPITOLO 3
OPERE ELETTRICHE

3.1 ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nelle presenti Specifiche Tecniche e alla normativa di riferimento.
Pur lasciando all'impresa piena libertà nel modo col quale intende sviluppare i lavori purché siano ultimati nel tempo prescritto, la Direzione dei Lavori si riserva il diritto, qualora sussistano i presupposti, di impartire disposizioni speciali ed ordini di servizio.
Per il trasporto dei materiali potranno essere utilizzati scale, ascensori e montacarichi presenti nei presidi, senza però arrecare intralcio all'attività sanitaria e danni alle strutture e comunque avendo cura di mantenerne la pulizia.

3.2 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

Durante il corso dei lavori, la **SA** si riserva la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti elettrici o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni delle presenti Specifiche Tecniche e del progetto.
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 e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.
Per le verifiche in corso d'opera e di collaudo, a ultimazione dei lavori, la Ditta appaltatrice è tenuta, su richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza pretendere maggiori compensi.

3.3 VERIFICA PROVVISORIA, CONSEGNA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Al termine dei lavori la Ditta dovrà:

a) effettuare la verifica degli impianti elettrici.
   La verifica dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni e in particolare dovrà controllare:
   — lo stato di isolamento dei circuiti;
   — la continuità elettrica dei circuiti;
   — il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
   — l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
   — l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.
b) redigere un rapporto di verifica secondo lo schema riportato nella Guida CEI 0-3;
c) consegnare la dichiarazione di conformità secondo la legge 46/90 e s.m.i. completa degli allegati obbligatori;
d) compilare i modelli di denuncia degli impianti di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche se necessari.

Dopo l'ultimazione dei lavori e il rilascio del relativo certificato da parte della Direzione dei lavori, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

3.4 COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Il collaudo definitivo dovrà essere eseguito secondo quanto prescritto dalle leggi e normative vigenti e dovrà accertare che gli impianti e i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nelle presenti specifiche tecniche e al progetto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate nel corso dell'esecuzione dei lavori e che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni

stessi.
Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:
— rispondenza alle disposizioni di legge;
— rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco;
— rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
— rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

3.4.1. – Esame a vista.
Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferite all'impianto installato. Il controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.
Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:
protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

3.4.2. – Verifica dei componenti dell'impianto.
Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.
Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

3.4.3. – Verifica delle sfilabilità dei cavi.
Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale.

3.4.4. – Misura della resistenza di isolamento.
Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 250 V, nel caso di muratura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, e di circa 500 V, nel caso di misura su parti di impianto di 1ª categoria.
La misura si deve effettuare tra l'impianto, (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro e, durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti.
La misura deve essere eseguita per ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto da uno stesso dispositivo di protezione.
I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:
— 500.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V e inferiore a 500 V;
— 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.
I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:
— 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
— 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

3.4.5. – Misura delle cadute di tensione.
La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto e i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione.
Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

3.4.6. – Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi.
Nelle verifiche delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi si deve controllare che:
— il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
— la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi;
— sia stata realizzata la selettività dei dispositivi di protezione posti in serie.

3.4.7. – Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.
Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8) e in particolare:

a) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorre inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
b) misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo volt-amperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
c) controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
d) quando occorre, misure delle tensioni di contatto e di passo seguendo le istruzioni fornite dalle norme CEI 64-8;
e) nei locali da bagno, la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale e il conduttore di protezione. Tale controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

3.4.8. – Verifiche nei locali adibiti ad uso medico.
Oltre alle verifiche di cui sopra nei locali adibiti ad uso medico occorre controllare:
a) la corretta installazione ed il funzionamento del dispositivo automatico di allarme e sicurezza nonché il valore della corrente di primo guasto del circuito secondario con apparecchi scollegati;
b) l'esecuzione dell'equalizzazione del potenziale;
c) il valore della resistenza di isolamento del pavimento;
d) la corretta installazione delle apparecchiature per alimentazione di sicurezza e di riserva.

Le verifiche andranno effettuate secondo quanto indicato nelle Norme CEI 64-4 e nella Guida CEI 64-13.

3.5 GARANZIA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Il periodo di garanzia degli impianti elettrici realizzati rimane fissato in 12 mesi dalla data del collaudo, semprechè questo abbia avuto esito favorevole. Durante tale periodo l'Appaltatore dovrà sostituire, a sua cura e spese, i materiali che si fossero deteriorati sia per difetto che per cattiva messa in opera. Nel caso che in tale periodo si manifestassero difetti, di qualsiasi genere ed importanza alle apparecchiature e per causa di queste, alle strutture o in altre parti delle opere connesse all'impianto stesso, l'appaltatore li eliminerà a sue spese sostituendo ove occorra, tutti quei materiali che risultassero difettosi per qualità, costruzione o cattivo montaggio.
L'Appaltatore dovrà provvedere alle riparazioni nel più breve tempo possibile, in modo da limitare il fermo macchina, e comunque entro i termini eventualmente prescritti, trascorsi i quali la **SA** provvederà diversamente, riservandosi il diritto di rivalersi sulla ditta inadempiente.

3.6 REQUISITI DI RISPONDENZA DEGLI IMPIANTI A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti ed i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge n°186 del 1 marzo 1968, della legge n° 46 del 5marzo 1990, del D.P.R. n°447 del 6dicembre1991 (regolamento di attuazione della legge n°46/90) e successive modificazioni e integrazio ni. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:
— alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
— alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
— alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM;
— alle prescrizioni dei VV. F. e delle Autorità locali.

3.7 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CAVI ELETTRICI

I cavi elettrici impiegati nella realizzazione di impianti elettrici devono possedere adeguate caratteristiche a seconda dell'utilizzo come appresso indicato.

3.7.1. – Distribuzione principale.
Le linee di distribuzione principale in bassa tensione (collegamenti tra quadri o collegamento tra punti di fornitura dell'Ente distributore e quadro dell'unità immobiliare), per qualsiasi tipo di posa, saranno se non diversamente indicato, di tipo multi-polare flessibile, in rame, con tensione nominale 1000 V a.c. con isolamento in gomma etilenpropilenica e guaina in PVC non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di gas corrosivi (es. FG7OR).

3.7.2. – Distribuzione secondaria.
I conduttori per la distribuzione periferica a bassa tensione, posati entro tubazioni sottotraccia o a vista ed entro canali porta-cavo, saranno a seconda dei casi o del tipo multi-polare flessibile o del tipo unipolare flessibile, con tensione nominale 450/750 V a.c. isolati in PVC di qualità R2, non propaganti l'incendio, rispondenti alle norme CEI 20-22 (es. N07V-K).

3.7.3. – Isolamento dei cavi.
I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U0/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se isolati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

3.7.4. – Colori distintivi dei cavi.
I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

3.7.5. – Sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse.
Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti, affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto, devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.
Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:
— 0,75 mmq per circuiti di segnalazione e telecomando;
— 1,50 mmq 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;
— 2,50 mmq per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,20 kW e inferiore o uguale a 3,60 kW;
— 4,00 mmq per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,60 kW;

3.7.6. – Sezioni minime dei conduttori neutri.
La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq, la sezione dei conduttori di

neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mmq, per i conduttori in rame, purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 3.1.0.7. delle norme CEI 64-8;

3.7.7. – Sezioni minime dei conduttori di terra e di protezione.
La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere interiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8, prescrizioni 9.9.0.1 - 9.9.0.2:

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

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati:

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA	
Protezione	Sezione minima (mmq)
protetto meccanicamente	secondo Norme CEI 64-8
protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 mmq (Cu) 16 mmq (Fe)
non protetto contro la corrosione	25 mmq (Cu) 50 mmq (Fe)

In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 9.6.01 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (1/K) * \sqrt{(I^2 t)}$$

nella quale:
S_p è la sezione del conduttore di protezione [mmq]; **I** è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A]; **t** è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s]; **K** è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

3.7.8. – Propagazione del fuoco lungo i cavi elettrici.
I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione al fuoco delle norme CEI 20-35.
Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione

di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22;

3.7.9. – Provvedimenti contro lo sviluppo di fumo.
Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo in caso di incendio negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37e 20-38;

3.7.10. – Provvedimenti contro lo sviluppo di gas tossici e corrosivi.
Qualora i cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

3.8 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI LE CANALIZZAZIONI

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.
Dette protezioni possono essere: tubazioni, canale porta cavi, passerelle, cavidotti, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra-riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

3.8.1. – Tubi protettivi.
I tubi protettivi potranno essere posati o sotto traccia oppure a vista.
Negli impianti elettrici sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico della serie pesante per i percorsi sotto l'intonaco e in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;
I tubi posati a vista, dovranno essere installati con idonei fissaggi a scatto, realizzati in materiale termoplastico rinforzato autoestinguente, fissati a distanza ≤ 75 cm e comunque in modo da realizzare un insieme sicuro, razionale e per quanto possibile esteticamente gradevole.
Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica. Il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e infilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 15,5 mm.
Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la possibilità di sfilare i cavi in caso di necessità.
I tubi protettivi a vista di linee elettriche di utilizzatori fisicamente vicini dovranno essere ordinati e paralleli e per quanto possibile dovranno essere evitati accavallamenti.
Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.
Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti a mantello o morsettiere da profilato.
Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.
I tubi protettivi dei montanti di impianti elettrici utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne 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 devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, 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.
Per gli impianti elettrici incassati sotto traccia si raccomanda inoltre:

a) di utilizzare uno solo dei due alveoli di cui sono dotati i mattoni delle tramezze;
b) di limitare la larghezza delle scanalature nelle pareti al diametro della tubazione da incassare più lo spazio strettamente indispensabile per un agevole riempimento;
c) di limitare le scanalature orizzontali che possono indebolire le pareti;
d) di distanziare le scanalature di almeno 1,5 m;
e) di effettuare le scanalature ad almeno 20 cm dall'intersezione di due pareti.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI							
cavi			sezione in mmq del conduttore				
tipo		numero	1,5	2,5	4	6	10
Cavo unipolare PVC (senza guaina)		1	16	16	16	16	16
		2	16	20	20	25	32
		3	16	20	25	32	32
		4	20	20	25	32	32
		5	20	25	25	32	40
		6	20	25	32	32	40
		7	20	25	32	32	40
		8	25	32	32	40	50
		9	25	32	32	40	50
Cavo multipolare PVC	bipolare	1	20	25	25	32	40
		2	32	40	50	50	63
		3	40	50	50	63	--
	tripolare	1	20	25	25	32	40
		2	40	40	50	63	63
		3	40	50	50	63	--
	quadripolare	1	25	25	32	32	50
		2	40	50	50	63	--
		3	50	50	63	--	--

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI RIGIDI							
cavi			sezione del conduttore				
tipo		numero	1,5	2,5	4	6	10
Cavo unipolare PVC (senza guaina)		1	16	16	16	16	16
		2	16	20	20	25	32
		3	16	20	25	32	32
		4	20	20	25	32	32
		5	20	25	25	32	40
		6	20	25	32	32	40
		7	20	25	32	32	40
		8	25	32	32	40	50
		9	25	32	32	40	50
Cavo multipolare PVC	bipolare	1	20	25	25	32	40
		2	32	40	50	50	63
		3	40	50	50	63	--
	tripolare	1	20	25	25	32	40
		2	40	40	50	63	63
		3	40	50	50	63	--
	quadripolare	1	25	25	32	32	50
		2	40	50	50	63	--
		3	50	50	63	--	--

3.8.2. – Canale porta cavi.

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.
Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche (ove esistenti).
Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire una occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-9. Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.) opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20. Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. È richiesta la continuità elettrica fra i vari tronconi. Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere taglia-fiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8
Saranno costruite in lamiera d'acciaio zincate a caldo o verniciate a forno con resine epossidiche; con spessore minimo di 12/10 mm, in resina autoestinguente di elevata rigidezza o in PVC.
Saranno del tipo prefabbricato a tronconi con estremità pre-forata per agevolarne l'assemblaggio.
I giunti, i coperchi, le curve ed i pezzi speciali saranno strettamente di serie, con spigoli arrotondati, costruiti con lo stesso materiale dei tronconi ed assemblabili esclusivamente attraverso viti o giunti appositi. Sono da escludere unioni mediante rivetti o saldature.
Il posizionamento mediante staffe garantirà all'insieme assoluta solidità e dovrà essere sempre del tipo smontabile.
Dove possibile si eviteranno i sostegni a sospensione in quanto questo tipo di supporto complica le operazioni di posa dei cavi, Il numero degli ancoraggi sarà proporzionato alla forma, al peso ed alle dimensioni della canala. La posa delle canale porta-cavi dovrà essere eseguita scegliendo percorsi più idonei ad evitare cambiamenti di quota e nell'ottica di agevolare i successivi interventi di posa dei cavi

e delle future manutenzioni.
Non saranno consentite derivazioni verticali né di tubi, né di altri canali dal coperchio della canala principale.
Dovranno essere eliminate con cura ogni asperità o parti taglienti al fine di non danneggiare gli isolanti dei conduttori.

3.9 TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 23-17.
Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta.
La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature.
Allo stesso modo i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.
La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.
Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.
In particolare le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono 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 deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti elettrici comprese le scatole di riserva necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

3.10 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente.
Sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà 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 (od i cavi) senza premere e senza fare affondare artificialmente nella sabbia.
Si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (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 diametro (o questi) non superiore a 5 cm od al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi).
Sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.
A 30 cm sotto il piano di calpestio, in corrispondenza del cavo, sarà posato un nastro in polietilene colorato per segnalare la presenza del cavo elettrico ed evitare danneggiamenti in occasione di lavori di scavo che potrebbero essere effettuati successivamente.
L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.
Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.
La profondità di posa dovrà essere almeno 0,5 m, secondo le norme CEI 11-17 art. 2.3.11.

3.11 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI

A seconda di quanto stabilito nel capitolato speciale d'appalto o per disposizione della Direzione dei Lavori i cavi saranno posati come appresso indicato:

a) entro scanalature esistenti sulle pareti di cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla SA;
b) entro canale di materiale idoneo, come cemento, cemento amianto, ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensole in acciaio zincato o da mensole di calcestruzzo armato;

c) direttamente sui ganci, grappe, staffe, o mensole (appoggio discontinuo) in acciaio zincato, ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensole di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurata una distanza fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.
A questo riguardo la ditta appaltatrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canale di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla **SA**, sarà di competenza della ditta appaltatrice di soddisfare a 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 mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto alla distanza dei supporti, che dovrà essere stabilito in prima approssimazione intorno a 70 cm.
In particolari casi, la Direzione dei Lavori potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio debbano essere zincate a caldo.
I cavi, ogni 15÷20 m di percorso dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

3.12 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI IN TUBAZIONI INTERRATE O IN CUNICOLI NON PRATICABILI

Qualora venga prescritto alla Ditta appaltatrice di provvedere alla fornitura e posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dalla **SA** (cemento, cemento-amianto, ghisa, gres ceramico, cloruro di polivinile (PVC), ecc.).
Per la posa in opera delle tubazioni a parete od 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, senza la sabbia di copertura e senza la fila di mattoni, il rinterro, ecc.
Potranno essere realizzate opportune tubazioni accostate che saranno costituite da una serie di tubi in PVC pesante posati in piano all'interno di uno scavo a sezione obbligata opportunamente predisposto, sul cui fondo si sarà provveduto a formare un letto di sabbia di almeno 10 cm.
Le tubazioni accostate saranno rese fisse con idonee selle prefabbricate in calcestruzzo e successivamente saranno ricoperte con ulteriori 10 cm di calcestruzzo, il completamento del rinterro del cavo dovrà essere realizzato con materiale idoneo allo scopo scevro di impurità, quali sabbia o pietrisco.
Le tubazioni accostate dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flangie, onde evitare discontinuità nelle loro superfici interne.
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 infilare i cavi elettrici entro le tubazioni si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.
Lungo il percorso del fascio delle tubazioni accostate saranno realizzati pozzetti in cemento armato, di ampie dimensioni e con chiusino in ghisa carrabile, D 400 se posizionato in sede stradale.
La distanza 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, la distanza tra pozzetti e cassette resta stabilita di massima:
— ogni 30 m circa se in rettilineo;
— ogni 15 m circa se con interposta una curva.
I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

3.13 POSA AEREA DI CAVI ELETTRICI AUTOPORTANTI O SOSPESI A CORDE PORTANTI

Saranno ammessi a tale sistema di posa, unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1000 V.
Sono ammessi a tale sistema di posa anche quando trattasi di cavi per alimentazione di impianti elettrici per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, per i quali il limite massimo della tensione ammessa viene considerato di 6.000 V.
Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:
— 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 40 cm.

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.

3.14 GIUNZIONI E DERIVAZIONI

Le giunzioni , le derivazioni e le connessioni elettriche agli apparecchi e alle macchine devono essere racchiuse in custodie aventi gradi normali di protezione meccanica non inferiore ad IP40.
Le connessioni non potranno essere eseguite che nei quadri elettrici, nelle morsettiere degli utilizzatori e nelle scatole di derivazione attraverso opportuni morsetti componibili da profilato o a mantello con cappuccio trasparente in materiale autoestinguente.
Dovranno essere realizzate con capicorda e/o morsetti che consentano un serraggio permanente e sicuro, che non riducano la sezione dei conduttori.
Sono proibite le connessioni e le derivazioni eseguite entro le canale o entro i cavidotti.
È vietato realizzare ingressi nelle custodie o nelle macchine mediante accostamento, sia per i cavi che per i tubi di protezione; e pertanto obbligatorio l'impiego dei più opportuni pressa-cavi o passa-tubo.
Le parti esterne delle custodie non devono mai arrivare a temperature pericolose per gli operatori.
È ammesso l'allacciamento di apparecchiature con cavi non protetti purché siano del tipo "con guaina antiabrasiva" e non siano sottoposti, in condizioni normali, a sollecitazioni meccaniche pericolose.

3.15 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le misure di protezione contro i contatti diretti comprendono tutti gli accorgimenti intesi a proteggere le persone contro il pericolo derivante dal contatto con parti attive normalmente in tensione.
I sistemi di protezione previsti per gli ambienti ordinari comprendono misure quali l'isolamento, l'impiego di involucri e barriere, di ostacoli e distanziamenti, che possono proteggere contro il rischio di contatti accidentali, ed inoltre metodi particolari quali la limitazione della corrente e la limitazione della carica elettrica.

3.15.1. – Isolamento di parti attive.

L'isolamento delle parti attive è l'elemento base per la sicurezza. I componenti, siano essi cavi, condotti prefabbricati, organi di manovra e comando, accessori pre-isolati e apparecchiature o macchine devono soddisfare a norme specifiche che ne dettano i criteri di costruzione.
L'isolante deve poter essere rimosso solo mediante distruzione e deve presentare caratteristiche di resistenza ad agenti meccanici, chimici, termici, elettrici ed atmosferici.
Vernici, lacche, smalti e prodotti simili non sono in genere idonei a fungere da isolanti.
Gli isolanti devono rispondere a precise condizioni quali il valore di tensione a cui il componente dovrà funzionare, il grado di resistenza meccanica, la temperatura di funzionamento, gli sbalzi termici, la resistenza agli agenti chimici più o meno corrosivi e la resistenza agli agenti atmosferici (raggi solari, pioggia, gelo ecc.).

3.15.2. – Involucri e barriere.

Gli involucri costituiscono delle protezioni contro i contatti diretti, in ogni direzione, di un componente elettrico.
Le barriere costituiscono delle protezioni contro i contatti diretti, nelle direzioni abituali di accesso, di un componente elettrico.
A differenza degli isolanti, le protezioni mediante *involucri* o *barriere* possono essere rimosse.
I coperchi, le ante, i ripari, perché possano mantenere invariata la loro validità anti-infortunistica contro i contatti diretti devono poter essere aperti o rimossi solo tramite l'impiego di una chiave, in esemplare unico o limitato ed affidata solo a personale autorizzato, o mediante un attrezzo.
In alternativa, l'involucro può essere interbloccato con un dispositivo che assicuri il venir meno della tensione sulle parti attive interne, oppure può presentare all'interno un'ulteriore barriera intermedia, asportabile solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo e in grado di evitare il contatto con le parti attive alle dita della mano. Il grado di protezione antinfortunistica delle barriere e degli involucri deve essere almeno IPXXB (per le superfici superiori ditali involucri e barriere orizzontali a portata di mano il grado deve essere IPXXD).

3.15.3. – Ostacoli e distanziamento.

Limitatamente al locali accessibili solo a personale addestrato (ad esempio cabine elettriche chiuse) la protezione contro i contatti diretti con parti in tensione può essere attuata mediante ostacoli ossia elementi intesi a prevenire un contatto diretto involontario con le parti attive, ma non a impedire il

contatto diretto intenzionale, quali: il corrimano, schermi grigliati o altri tipi.
Questi non possono essere rimossi accidentalmente ma, in caso di bisogno (ad esempio per interventi di misura o manutenzione), possono esserlo anche senza bisogno di una chiave odi un attrezzo.
In assenza di ostacoli una zona della cabina può essere considerata sicura se viene assicurato il distanziamento ossia se in essa una persona non può toccare simultaneamente due parti a tensione diversa. Una di queste parti può essere il pavimento, a meno che non sia isolante, cioè con resistenza R ≥ 50 kohm per tensioni nominali ≤ 500 V e R ≥ 100 kohm per tensioni più elevate.

3.15.4. – Protezione addizionale mediante differenziali.
L'uso degli interruttori differenziali con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA è considerato dalle norme un metodo addizionale per la protezione contro i contatti diretti che non esime dall'applicazione delle misure di protezione fin qui descritte.
La protezione differenziale contro i contatti diretti infatti presenta delle limitazioni:

a) non interviene per elettrocuzione tra due fasi del sistema;
b) in caso di elettrocuzione per contatto con una parte in tensione e la terra o una massa estranea non evita all'infortunato la "scossa" elettrica, con ciò che ne consegue in termini di eventuale incidente indiretto, dovuto alla rapida ritrazione dell'individuo e quindi a possibilità per lui di urti o cadute;
c) il fatto che sia proprio la corrente di elettrocuzione a far intervenire il dispositivo di protezione *"differenziale"* (pur se in tempi molto brevi), non consente poi di escludere che nell'infortunato possa insorgere la fibrillazione ventricolare.

3.15.5. – Protezione per limitazione della corrente.
Questa ferma di protezione trova impiego esclusivamente su apparecchiature speciali, quali interruttori a contatto, antenne televisive, recinzioni elettriche, apparecchi elettromedicali ecc., nelle quali una parte metallica accessibile si trova collegata ai circuiti attivi tramite un'impedenza di valore elevato.
La salvaguardia contro l'elettrocuzione deve essere garantita dal costruttore delle apparecchiature facendo in modo che la corrente destinata ad attraversare il corpo umano durante il servizio ordinario (ad esempio in occasione del contatto con le dita per attivare l'interruttore) non sia superiore a 1 mA in corrente alternata, oppure a 3 mA in corrente continua.
Per le parti metalliche che non devono essere toccate durante il servizio ordinario è concessa sulle apparecchiature una tensione di contatto che non dia origine, sempre attraverso il corpo della persona, ad una corrente superiore a 3,5 mA in corrente alternata oppure 10 mA in corrente continua.

3.15.6. – Protezione per limitazione della carica elettrica.
Vi è un limite di capacità oltre il quale i morsetti dei piccoli condensatori devono essere protetti contro il contatto diretto, per evitare che un'eventuale elettrocuzione dovuta alla corrente di scarica, anche se impulsiva, possa produrre effetti pericolosi sulle persone.
Per la carica elettrica le norme indicano un valore massimo di 0,5 µC (microcoulomb) per le parti che devono essere toccate durante il servizio ordinario e di 50 µC per le altre.
I corrispondenti valori massimi di capacità, rapportati al valore efficace della tensione di carica del condensatore, sono:

0,16 µF	a 230 V
0,09 µF	a 400 V
0,07 µF	a 500 V
0,03 µF	a 1000 V

Oltre questi valori i condensatori devono avere una resistenza di scarica in parallelo che riduca in meno di 5 secondi la tensione ai loro capi ad un valore inferiore a 60 V c.c., oppure devono essere autonomamente protetti contro il contatto accidentale (grado IP2X).

3.16 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione consiste nelle misure intese a salvaguardare le persone contro il pericolo derivante dal contatto con parti conduttrici isolate dalle parti attive ma che potrebbero andare in tensione a causa di un guasto (cedimento dell'isolamento).
I metodi di protezione contro i contatti indiretti sono classificati nel seguente modo:

a) con interruzione automatica del circuito;
b) senza interruzione automatica del circuito.

Per avere la protezione contro i contatti indiretti senza l'interruzione automatica del circuito elettrico si può ricorrere a:

— l'impiego di componenti a doppio isolamento (o isolamento equivalente);
— la separazione elettrica con trasformatore di isolamento o similari;
— i luoghi non conduttori;
— il collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

3.16.1. – Protezione per interruzione automatica del circuito nel sistema TT.

Gli impianti elettrici alimentati direttamente in bassa tensione (sistema TT) sono presenti in ogni settore, dall'edilizia residenziale, al settore industriale (piccole officine, laboratori), agli esercizi commerciali, agli uffici, dai locali di pubblico spettacolo agli ambienti ad uso medico (ambulatori e studi medici).

Negli impianti eserciti mediante il sistema TT un guasto tra una fase ed una massa determina la circolazione di una corrente di guasto che interessa contemporaneamente gli impianti di terra dell'utente e dell'ente distributore (cabina).

Il valore di tale corrente dipende dall'impedenza dell'anello di guasto costituita essenzialmente dalla resistenza di terra $\mathbf{R_t}$

Per questi impianti la protezione contro i contatti diretti è generalmente realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione in modo che venga soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \leq 50 / I_a \quad \text{oppure} \quad R_A \leq 50 / I_{dn}$$

Dove $\mathbf{R_A}$ è la somma della resistenza di terra ($\mathbf{R_t}$ del dispersore) e dei conduttori di protezione delle masse.

La resistenza del conduttore di protezione è, nella generalità dei casi, trascurabile rispetto alla resistenza di terra, per cui con il termine $\mathbf{R_A}$ si può considerare solo il valore di $\mathbf{R_t}$. Solo in casi del tutto particolari è necessario considerare anche la resistenza dei conduttori di protezione delle masse.

$\mathbf{I_a}$ è la corrente in Ampere, che provoca l'intervento dell'interruttore magneto-termico automatico di protezione entro 5 secondi;

$\mathbf{I_{dn}}$ è la corrente differenziale nominale del dispositivo differenziale.

In genere gli interruttori automatici magnetotermici non sono adatti a soddisfare la condizione $R_A < 50 / I_a$ in quanto difficilmente si riescono ad ottenere valori della resistenza di terra sufficientemente bassi. Pertanto è sempre opportuno utilizzare interruttori differenziali.

La Legge 46/90, in relazione agli impianti elettrici installati in edifici residenziali, all'art. 7 stabilisce che: "…gli impianti elettrici devono essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità ($I_{dn} \leq 1$ A) o altri sistemi equivalenti".

Per ragioni di selettività, a monte dei dispositivi differenziali di tipo generale, si possono utilizzare interruttori differenziali di tipo S (selettivo). Se questi ultimi sono installati su circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 secondo. Negli impianti o parti di impianti di cantieri edili, locali ad uso medico e strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico, per i quali la norma limita la tensione di contatto a V_L = 25 V la condizione da soddisfare risulta:

$$R_A \leq 25 / I_a$$

3.16.2. – Protezione per interruzione automatica del circuito nel sistema TN.

Questi sistemi sono caratterizzati dal fatto di essere alimentati in Media Tensione e quindi è richiesta una propria cabina di trasformazione, mentre la distribuzione e l'alimentazione delle apparecchiature e delle macchine elettriche è generalmente effettuata in bassa tensione. La protezione contro i contatti indiretti deve essere attuata per guasti che si verificano sia sulla parte dell'impianto in M.T. sia sulla parte di impianto in B.T.

a) Protezione parte Bassa Tensione nel sistema TN.
   Nei sistemi TN un guasto sul lato bassa tensione è paragonabile ad un corto circuito dato che la corrente si richiude direttamente sul centro stella del trasformatore, interessando i conduttori di fase e quelli di protezione (il dispersore non viene quindi coinvolto).
   Per attuare la protezione con dispositivi a massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali si richiede che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la seguente condizione:

$$I_a \leq U_0 / Z_s$$

U_0 tensione nominale verso terra dell'impianto relativamente al lato bassa tensione (in volt);
Z_S impedenza totale (in ohm) dell'anello di guasto che comprende il trasformatore (sorgente), il conduttore di fase e quello di protezione tra punto di guasto e il trasformatore;
I_a corrente in Ampere che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo indicato nella tabella seguente.

TEMPI MASSIMI DI INTERVENTO DELLE PROTEZIONI PER SISTEMI TN		
U_0 (V)	**Tempo di interruzione in secondi**	
	impianti ordinari	**impianti in ambienti particolari (*)**
120	**0,8**	**0,4**
230	**0,4**	**0,2**
400	**0,2**	**0,06**
>400	**0,1**	**0,02**

(*)Cantieri edili, locali ad uso medico e strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico per i quali è richiesto un valore di tensione limite **U_L** = 25 V.

Qualora la condizione di cui sopra non potesse essere soddisfatta con i normali interruttori megneto-termici, è necessario ricorrere a dispositivi differenziali. In questo caso **I_a** corrisponde alla corrente differenziale nominale **I_{dn}** .
I tempi di interruzione riportati in tabella sono richiesti per i circuiti terminali che alimentano direttamente, o tramite prese a spina, apparecchi trasportabili, mobili e portatili.
Tempi di interruzione maggiori, ma non superiori a 5 secondi, sono ammessi per:
a) i circuiti di distribuzione;
b) i circuiti terminali, che alimentano uno o più componenti (apparecchi utilizzatori) fissi a condizione che, se al circuito di distribuzione, o al quadro, che alimenta il circuito terminale dell'apparecchio fisso, sono collegati altri circuiti terminali che alimentano prese alle quali possono essere connessi apparecchi mobili o trasportabili (e per i quali sono richiesti i tempi di interruzione indicati nella tabella) deve essere soddisfatta una delle seguenti condizioni:
— l'impedenza **Z_{PE}** del conduttore di protezione, che connette il quadro di distribuzione al punto nel quale il conduttore di protezione è collegato al conduttore equipotenziale principale (in genere il collettore di terra), soddisfa la relazione:

$$Z_{PE} \leq Z_S * 50 / U_0$$

così che la tensione tra la massa in tensione a causa del guasto e le masse estranee simultaneamente accessibili, non possa assumere tensioni superiore a 50 V
— esiste un collegamento equipotenziale supplementare che collega al quadro di distribuzione localmente gli stessi tipi di masse estranee collegate dai conduttori equipotenziali principali.

b) Protezione parte Media Tensione nel sistema TN.
L'impianto di terra deve essere dimensionato in modo che la sua resistenza di terra **R_t** sia di valore tale che, per guasto verso massa o verso terra, le tensioni di passo e di contatto siano contenute entro i limiti di sicurezza indicati nella tabella seguente.

VALORI MASSIMI AMMESSI DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO IN RELAZIONE AL TEMPO DI ELIMINAZIONE DEL GUASTO	
Tempo di eliminazione del guasto (s)	Tensione di contatto **U_c** e di passo (V)
≥ 2	**50**
1	**70**

0,8	**80**
0,7	**85**
0,6	**125**
≤ 0,5	**160**

N.B.: per valori intermedi si deve interpolare linearmente.

La misura dei valori della tensione di passo e di contatto, che deve essere effettuata in ogni punto dell'impianto, può essere evitata qualora la tensione totale di terra $\mathbf{U_t} = \mathbf{R_t\, I_t}$ dell'impianto soddisfa le due relazioni seguenti:

$\mathbf{U_t \leq 1{,}2\, U_c}$ in generale;

$\mathbf{U_t \leq 1{,}8\, U_c}$ nel caso particolare di un dispersore orizzontale ad anello chiuso di perimetro ≤ 100 m e con masse da collegare a terra tutte contenute all'interno del perimetro del dispersore.

essendo $\mathbf{I_t}$ la corrente di guasto a terra.

3.16.3. – Protezione per interruzione automatica del circuito nel sistema IT.

Negli impianti che non ammettono l'interruzione dell'esercizio, per pericoli o per i danni alla produzione che il disservizio comporterebbe, è necessario ricorrere al sistema di distribuzione IT.
In questo sistema il neutro è isolato o connesso a terra tramite impedenza di valore appropriato (alcune centinaia di ohm negli impianti a 230/400 V) e le masse metalliche sono collegate a terra.
Ne deriva che in caso di guasto a massa la corrente di guasto si può richiudere solo attraverso le capacità dei conduttori sani verso terra, per cui risulta limitata, conseguentemente l'aaumento di tensione delle masse è contenuta entro valori non pericolosi. Un secondo guasto su una fase diversa dà luogo però ad una corrente che deve determinare l'intervento delle protezioni.
Le norme non richiedono l'intervento delle protezioni al primo guasto, ma prescrivono:

— l'adozione di un dispositivo segnalatore visivo e/o sonoro a funzionamento continuo atto a rilevare lo stato di isolamento di tutto l'impianto e quindi in grado di segnalare l'eventuale guasto a terra, sia sulle fasi sia sul neutro (se questo è distribuito), affinché possa essere eliminato entro breve tempo;
— che sia soddisfatta la seguente condizione:

$$\mathbf{R_t\, I_d \leq 50}$$

dove:

$\mathbf{R_t}$ è la resistenza del dispersore di terra (in ohm);

$\mathbf{I_d}$ è la corrente di guasto in Ampere, nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa. A seguito del primo guasto a terra il sistema IT si trasforma in sistema TN o TT a seconda che le masse siano connesse tutte allo stesso impianto di terra oppure connesse ad impianti di terra separati.
Le condizioni per assicurare la protezione contro i contatti indiretti di conseguenza devono essere:
a) corrispondenti alle prescrizioni per i sistemi TT, se le masse sono messe a terra singolarmente o per gruppi;
b) corrispondenti alle prescrizioni per i sistemi TN, se le masse fanno tutte capo allo stesso impianto di terra, con l'avvertenza che devono essere soddisfatte anche le seguenti condizioni:

$\mathbf{Z_s \leq U / 2\, I_a}$ per circuiti senza neutro distribuito

$\mathbf{Z'_s \leq U_0 / 2\, I_a}$ per circuiti con neutro distribuito

dove:

$\mathbf{I_a}$ = corrente di intervento del dispositivo di protezione che interrompe il circuito entro il tempo t, specificato nella tabella, per i circuiti terminali che alimentano direttamente o tramite prese a spina utilizzatori trasportabili, mobili o portatili, od entro 5 secondi per gli altri circuiti, quando questo tempo è permesso;

$\mathbf{Z_s}$ = impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione;

$\mathbf{Z'_s}$ = impedenza del circuito di guasto costituito dal neutro e dal conduttore di protezione;

U_0 = tensione nominale tra fase e neutro;
U = tensione tra fase e fase;

TEMPO DI INTERRUZIONE MASSIMO AMMESSO PER SECONDO GUASTO NEI SISTEMI IT				
Tensione nominale impianto **U_0 /U** (V)	tempo di interruzione in secondi			
	impianti ordinari (***U_L*** = 50 V)		impianti in ambienti particolari (**U_L** = 25 V) (*)	
	neutro non distribuito	neutro distribuito	neutro non distribuito	neutro distribuito
120/240	0,8	5	0,4	1
230/400	0,4	0,8	0,2	0,4
400/690	0,2	0,4	0,06	0,2
580/1000	0,1	0,2	0,02	0,06

(*)Cantieri edili, locali ad uso medico e strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico per i quali è richieato un valore di tensione limite **U_L** = 25 V.
Per i valori intermedi si sceglie il valore prossimo superiore.

Se le condizioni indicate non possono essere soddisfatte con l'uso di dispositivi di protezione di sovracorrente, si deve prevedere una protezione con interruttore differenziale su ciascun circuito. Negli impianti o parti di impianto di ambienti particolari (locali adibiti ad uso medico, cantieri edili e strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico) per i quali la tensioni limite deve essere **U_L** = 25 V, per la protezione contro i contatti indiretti deve essere soddisfatta la relazione:

$$R_t I_d \leq 25$$

mentre al verificarsi del secondo guasto a massa le protezioni devono intervenire nel tempi indicati nelle ultime due colonne della tabella (**U_L** = 25 V).

3.16.4. – Protezione senza interruzione automatica del circuito con l'impiego di componenti in Classe II.
Per i soli sistemi di prima categoria le norme consentono di attuare la protezione contro le tensioni di contatto mediante l'uso di materiale elettrico (conduttori, scatole di derivazione, quadri, apparecchi, ecc.) con doppio isolamento o con isolamento rinforzato (componenti in Classe II) senza connessioni a terra.
Anche un isolamento supplementare aggiunto all'isolante principale o un isolamento rinforzato applicato alle parti nude durante l'installazione dei componenti risultano idonei purché rispondenti a tutti i requisiti richiesti dai materiali di Classe II.
Per poter garantire all'impianto nel suo complesso un isolamento di Classe II, è necessario rispettare le seguenti condizioni:

— gli involucri isolanti devono presentare una struttura atta a sopportare le sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche che possono verificarsi in caso di guasto;
— durante l'installazione si deve evitare di danneggiare anche minimamente gli isolamenti;
— gli involucri non devono essere muniti di viti neppure di materiale isolante (per evitare che vengano sostituite con altre in metallo compromettendo così il grado di isolamento;
— i contenitori muniti di portelli o coperchi devono essere apribili solo con chiave o attrezzi. Se le porte e i coperchi sono apribili senza l'uso di un attrezzo, tutte le parti conduttrici accessibili devono trovarsi dietro una barriera isolante (rimovibile solo con l'uso di attrezzi) con grado di protezione minimo IP XXB.
— le parti intermedie dei componenti elettrici pronti per il funzionamento, devono essere protette con un involucro avente un grado minimo di protezione IP XXB;

— gli isolamenti supplementari ottenuti con l'impiego di vernici lacche e materiali similari non sono in genere adatti;
— l'involucro non deve essere attraversato da parti conduttrici suscettibili di propagare un potenziale;
— l'involucro non deve nuocere alle condizioni di funzionamento del componente elettrico protetto;
— le parti conduttrici racchiuse nell'involucro isolante non devono essere collegate ad un conduttore di protezione. È possibile però far attraversare l'involucro da conduttori di protezione di altri componenti elettrici il cui circuito di alimentazione passi anche esso attraverso l'involucro. All'interno dell'involucro tali conduttori e i loro morsetti devono essere isolati come se fossero parti attive e i morsetti devono essere contrassegnati in modo adeguato;
— le parti conduttrici accessibili e le parti intermedie non devono essere collegate ad un conduttore di protezione a meno che ciò non sia previsto nelle prescrizioni di costruzione del relativo componente elettrico.

La protezione con isolamento di Classe II o equivalente può coesistere in uno stesso impianto con la protezione attuata mediante messa a terra e interruzione automatica del circuito.

3.16.5. – Protezione per separazione elettrica.

Questo tipo di protezione può trovare impiego in numerose applicazioni:
— quando è necessario conciliare le esigenze di protezione delle persone con la necessità di evitare interruzioni del circuito in caso di un guasto a terra (ad esempio nelle sale operatorie);
— nei casi in cui, per presenza di parti in tensione accessibili (come ad esempio nel laboratori scolastici per prove elettriche) è consigliabile non introdurre il potenziale zero dell'impianto di terra per non accrescere il pericolo derivante dall'eventuale contatto contemporaneo con una parte in tensione e la massa;
— quando l'impianto utilizzatore ha dimensioni così limitate che è antieconomico predisporre un impianto di terra.

Questo tipo di protezione è realizzato mediante completo isolamento da terra del circuito e alimentazione tramite trasformatore di isolamento. Un guasto a massa o un contatto diretto non comporta infatti alcun pericolo per le persone, in quanto la corrente di guasto non può richiudersi, mancando il collegamento a terra di un punto del circuito separato (se le capacità dei conduttori verso terra sono trascurabili).

Il circuito deve rispondere ai seguenti requisiti:
— Alimentazione da trasformatore di isolamento (conforme alla Norma CEI 14-6), oppure da apparecchiature con analoghe caratteristiche di sicurezza (gruppo motore generatore).
La separazione è invece assicurata implicitamente nel caso di alimentazione da sorgenti autonome (gruppo elettrogeno, batterie o altro), non collegate alla rete.
— La tensione del circuito separato non deve superare i 500 V .
— Il circuito separato deve essere di estensione ridotta (per limitare le correnti capacitive) per cui è raccomandabile che la conduttura elettrica non abbia lunghezza superiore a quella determinabile con la seguente relazione: $\mathbf{L \leq 100.000 / U_n}$
e comunque non sia superiore a 500 m, essendo: **L** la lunghezza delle linee a valle del trasformatore (in metri) e $\mathbf{U_n}$, la tensione nominale di alimentazione in Volt del circuito separato che, come detto, non può essere maggiore di 500 V.
— La separazione verso eventuali altri circuiti elettrici deve essere almeno equivalente a quella richiesta tra gli avvolgimenti dei trasformatori d'isolamento. In particolare tale separazione elettrica assicurati tra le parti attive di componenti elettrici che possono accogliere nello stesso apparecchio conduttori di circuiti diversi (quali relè, contattori e ausiliari di comando).
— Per il circuito separato è raccomandabile l'uso di condutture separate da quelle di altri circuiti, nel caso non fosse possibile si devono utilizzare cavi multipolari senza guaina metallica isolati per la tensione nominale del sistema a tensione più elevata.
— Per evitare i rischi di guasti a terra del circuito separato, occorre curarne l'isolamento verso terra con particolare riferimento ai cavi flessibili.
— Utilizzare tubi protettivi, scatole di derivazione e altri componenti isolanti e assicurare la possibilità di ispezionare i cavi flessibili non a posa fissa su tutta la lunghezza dove possono essere danneggiati meccanicamente.

3.16.6. – Caratteristiche del trasformatore di isolamento.

Nel trasformatore d'isolamento la separazione elettrica fra gli avvolgimenti primari e quelli secondari è realizzata mediante un isolamento doppio, oppure un isolamento rinforzato.

L'involucro del trasformatore d'isolamento può essere di materiale isolante, oppure metallico. Se

l'involucro è metallico risulta isolato dagli avvolgimenti tramite un isolamento doppio o rinforzato.
Il nucleo del trasformatore è solitamente isolato dall'involucro.
La potenza di questi trasformatori non deve superare 25 kVA per i monofasi e i 40 kVA per i trifasi.
Due possono essere le soluzioni costruttive particolari del trasformatore d'isolamento:

— resistente al corto circuito, quando, in presenza sovraccarichi o cortocircuiti, la sovratemperatura che in esso si manifesta non supera determinati limiti prefissati; per cui dopo l'eliminazione del sovraccarico o del corto circuito le sue prestazioni rientrano ancora nella norma.
— a prova di guasto, quando, in seguito ad un guasto o ad un impiego anormale, non è più in grado di funzionare, ma non presenta alcun pericolo per l'utilizzatore e per le parti adiacenti.

I trasformatori d'isolamento inoltre possono essere per installazione fissa o mobile.
I trasformatori mobili fino alla potenza di 630 VA devono essere necessariamente di Classe II. In più devono essere resistenti ai corto circuiti oppure a prova di guasto.
Caratteristica essenziale dei trasformatori mobili deve essere la presenza (eventuale) di una sola presa a spina per ogni avvolgimento secondario. Ovviamente poi, in presenza di più avvolgimenti secondari, questi devono essere elettricamente isolati gli uni dagli altri.

3.16.7. – Collegamento delle masse.

Per quanto riguarda le masse degli utilizzatori alimentati dal circuito separato devono essere rispettate le seguenti disposizioni:

— non devono essere collegate intenzionalmente ne con la terra, ne con le masse o conduttori di protezione di altri circuiti, ne con masse estranee;
— quando il circuito separato aumenta un solo apparecchio, la sua massa non deve essere collegata ad un conduttore di protezione;
— quando il circuito separato alimenta più di un utilizzatore, ogni massa va connessa con un conduttore equipotenziale isolato da terra, in modo tale che un eventuale doppio guasto a massa venga tramutato in un corto circuito e come tale possa essere eliminato dal dispositivi di massima corrente posti a protezione di ogni singola utenza.

3.16.8. – Caratteristiche del conduttore equipotenziale.

Per quanto riguarda il conduttore equipotenziale valgono le seguenti prescrizioni:

— Il collegamento equipotenziale non va esteso all'involucro metallico della sorgente di alimentazione;
— tutte le prese del circuito separato devono avere l'alveolo di terra collegato al conduttore equipotenziale;
— il conduttore equipotenziale deve essere dotato di guaina isolante, in modo che neanche accidentalmente possa andare in contatto con i conduttori di protezione o di terra o le masse di altri circuiti;
— tutti i cavi di alimentazione delle utenze, tranne quelle in classe II, devono incorporare il conduttore di protezione utilizzato in questo caso come conduttore equipotenziale;
— ogni collegamento equipotenziale deve essere realizzato con un conduttore di sezione non inferiore a 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica, 4 mmq se non è prevista alcuna protezione meccanica (il conduttore equipotenziale contenuto nel cavo flessibile di alimentazione dell'utilizzatore può avere sezione inferiore al valori indicati, ma non minore di quella del conduttore di fase);
— il collettore equipotenziale principale non deve avere una sezione interiore a 6 mmq.

3.16.9. – La protezione contro il secondo guasto a massa.

A protezione del circuito separato devono essere installati interruttori automatici magnetotermici che intervengano in caso di doppio guasto su fasi diverse, che determinerebbero una situazione di cortocircuito, entro i seguenti tempi, in secondi, indicati nella tabella:

U (V)	t (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

3.16.10. – La protezione per mezzo di luoghi non conduttori.

Per la sua particolarità questo sistema di protezione non è ammesso negli edifici civili e similari. Consiste nel realizzare un ambiente nel quale pareti e pavimento presentino in ogni punto una resistenza verso terra:

≥ 50 kΩ	per tensioni nominali fino a 500 V
≥ 100 kΩ	per tensioni nominali maggiori di a 500 V

La sicurezza contro i contatti indiretti è fornita dall'isolamento principale dell'impianto elettrico e dall'isolamento del locale.

Devono essere osservate tulle le seguenti condizioni:

— non si devono introdurre nel locale conduttori di protezione;
— le masse devono essere lontane fra loro e dalle masse estranee, almeno 2 m in orizzontale e 2,5 in verticale se a portata di mano, e 1,25 m se fuori dalla portata di mano in modo che non sia possibile toccare contemporaneamente due masse oppure una massa e una massa estranea; eventuali ostacoli utilizzati per impedire tali contatti devono essere di materiale isolante e le distanze minime necessarie per sormontarli devono corrispondere a quelle prima indicate. Alternativamente le masse estranee devono essere isolate in modo da sopportare una tensione di 2000 V e presentare una corrente di dispersione verso terra non superiore a 1 mA.
— le masse estranee (tubi metallici) uscenti dal locale devono essere interrotte con elementi isolanti;
— non è ammesso l'uso di prese a spina;
— l'impianto deve essere sotto il controllo di personale addestrato per evitare che nel locale vengano introdotti apparecchi collegati a terra o a masse estranee e che le persone siano sottoposte a differenze di potenziale pericolose durante l'accesso al locale.

3.16.11. – La protezione per equipotenzializzazione del locale non connesso a terra.

Anche questo tipo di protezione non è applicabile per le sue particolarità agli impianti in edifici civili e similari. La protezione viene realizzata collegando fra loro tutte le masse e masse estranee simultaneamente accessibili. Tale collegamento equipotenziale non deve essere connesso a terra né direttamente né attraverso masse o masse estranee.

Precauzioni devono essere prese per assicurare che le persone che entrano in tale luogo non siano esposte ad una differenza di potenziale pericolosa, in particolare quando un pavimento conduttore isolato da terra sia dotato di collegamento locale non connesso a terra.

Personale addestrato deve controllare il locale per evitare l'introduzione di apparecchi connessi a terra e predisporre accorgimenti per evitare che le persone siano soggette a tensioni pericolose all'accesso del locale.

3.17 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

L'impiego di tensione bassissima, consente una protezione combinata contro i contatti diretti e contro quelli indiretti.

Condizione essenziale perché ciò sia possibile è la garanzia che in nessun caso questa tensione possa aumentare (ad esempio per un guasto alle apparecchiature che la producono o per un contatto accidentale con altri circuiti).

I sistemi a bassissima tensione utili alla protezione combinata possono essere di due tipi SELV *(Safety ExtraLow Voltage)* e PELV *(Protective Extra-Low Voltage).*

Un terzo sistema a bassissima tensione, denominato FELV *(Functional Extra-Low Voltage)* ha caratteristiche prettamente funzionali che non garantiscono da eventuali sovraelevazioni accidentali del valore di tensione e pertanto è utilizzato quando non è necessario assicurare la protezione contro i contatti diretti ed indiretti.

3.18 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8.

Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e deve comprendere:

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;

b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore di terra o nodo principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono 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);
c) il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione interiore a 4 mmq. 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 può essere utilizzato come conduttore di protezione;
d) il collettore di terra, o nodo principale di terra, nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità, ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione;
e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità tra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

3.19 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.
La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 cap. VI.
In particolare i conduttori devono 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 devono 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 devono essere soddisfatte le seguenti due relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1{,}45\ I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.
Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I_t^2 \leq K_s^2$ (art. 6.3.02 - norme CEI 64-8).
Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.
È tuttavia ammesso 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 (art. 6.3.02 - norme CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I_t^2 lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.
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:

— 4.500 A nel caso di impianti monofasi;
— 6.000 A nel caso di impianti tritasi.

Protezione di circuiti particolari:

a) devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
b) devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
c) devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;

d) devono essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per interventi chirurgici e nei locali per sorveglianza o terapia intensiva (norme CEI 64-4 art. 3.5.01).

3.20 SELETTIVITÀ DELLE PROTEZIONI

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, il cortocircuito e i contatti indiretti(interruttori magnetotermici, differenziali, fusibili) posti in serie nell'impianto devono essere coordinati fra loro in modo da garantire la massima selettività di intervento ottenibile.
In relazione alle caratteristiche di intervento dei dispositivi di protezione la selettività potrà essere di tipo amperometrico o cronometrico.

3.21 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER I LOCALI DA BAGNO

I locali da bagno vengono suddivisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono regole particolari. Le quattro zone, zona 0, zona 1, zona 2 e zona 3 vengono di seguito descritte:

— zona 0 – è il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scalda-acqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili;
— zona 1 – è il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;
— zona 2 – è il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado protezione IP X4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;
— zona 3 - è il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia: sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, IPX5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:
  a) bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
  b) trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
  c) interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

3.21.1. – Collegamento equipotenziale nei locali da bagno.

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione; in particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.
Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Devono essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo, Il collegamento non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres.

Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove è installata la presa a spina protetta dall'interruttore differenziale ad alta sensibilità.
È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.
Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:
— 2,5 mmq (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o cavidotti sotto intonaco;
— 4 mmq (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

3.21.2. – Alimentazione elettrica nei locali da bagno.
Può essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per bagni in edifici non residenziali).
Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno.
La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale (purché questo sia del tipo ad alta sensibilità) o ad un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

3.21.3. – Condutture elettriche nei locali da bagno.
Possono essere usati cavi isolati in PVC tipo NO7V-K in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento. Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavo tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

3.21.4. – Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno.
Per l'uso di apparecchi elettromedicali in locali da bagno ordinari, è necessario attenersi alle prescrizioni fornite dai costruttori di questi apparecchi che possono essere destinati ad essere usati solo da personale addestrato.
Negli alberghi un telefono può essere installato anche nel bagno, ma in modo che non possa essere usato da chi si trova nella vasca o sotto la doccia.

3.21.5. – Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi.
Negli ambienti come cantine, garage, portici, giardini, ecc., in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali, umidità ecc., sia per l'uso di particolari utilizzatori elettrici, come apparecchi portatili, tagliaerba, ecc., le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

3.22 AMBIENTI AD USO MEDICO

Gli impianti elettrici da realizzare nei luoghi adibiti ad uso medico devono essere eseguiti in conformità alle Norme CEI 64-4 e s.m.i.
In questi impianti la tensione di contatto limite non deve superare i 25 V.

3.22.1. – Sistemi di protezione particolari contro i contatti indiretti.
Ad integrazione dei sistemi previsti nel paragrafo **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**, si considerano sistemi di protezione contro le tensioni di contatto anche i seguenti:

a) bassissima tensione di sicurezza isolata da terra e separata dagli altri eventuali circuiti con doppio isolamento; viene fornita In uno dei seguenti modi:
— dal secondario di un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 14-6;
— da batterie di accumulatori o pile;
— da altre sorgenti di energia che presentino lo stesso grado di sicurezza. Le spine degli apparecchi non devono potersi innestare in prese di circuiti a tensione diversa;

b) separazione elettrica con controllo della resistenza di isolamento.
La protezione deve essere realizzata impiegando per ciascun locale circuiti protetti da tubazioni separate alimentati da sorgenti autonome o da trasformatore di isolamento. Il trasformatore deve avere una presa centrale per il controllo dello stato di isolamento e schermatura metallica tra gli avvolgimenti per eliminare le correnti di dispersione. Le masse dei generatori autonomi e dei trasformatori di isolamento devono essere messe a terra; la schermatura deve essere collegata al collettore equipotenziale a mezzo di due conduttori di protezione della sezione minima di 6 mmq ($\mathbf{R_t} \leq 0{,}15\ \Omega$).
Ai tini della protezione contro i contatti indiretti si deve tenere permanentemente sotto controllo Io

stato di isolamento dell'impianto; a tale scopo si deve inserire tra il secondario del trasformatore di isolamento ed un conduttore di protezione, un dispositivo automatico di allarme; tale dispositivo non deve poter essere disinserito e deve indicare otticamente ed acusticamente, se la resistenza di isolamento dell'impianto è scesa al disotto del valore di sicurezza prefissato; questo valore non deve essere inferiore almeno a 50 k Ω. Il dispositivo di allarme deve essere predisposto per la trasmissione a distanza dei suoi segnali; non deve essere possibile spegnere il segnale luminoso; il segnale acustico può essere tacitato ma non disinserito. Deve essere possibile accertare in ogni momento l'efficienza del dispositivo di allarme: a tale scopo esso deve contenere un circuito di controllo inseribile a mezzo di un pulsante. La tensione del circuito di allarme non deve essere superiore a 25 V; il dispositivo di allarme deve essere tale che la corrente che circola in caso di guasto diretto a terra del sistema sotto controllo non sia superiore a 1 mA. Il dispositivo di allarme deve avere una separazione, tra circuito di alimentazione e circuito di misura, avente caratteristiche non inferiori a quelle prescritte per un trasformatore di sicurezza (Norme CEI 14-6).

3.22.2. – Protezione contro i contatti indiretti nei locali per chirurgia.

Per i circuiti che alimentano apparecchi utilizzati per le operazioni chirurgiche la cui sospensione accidentale potrebbe pregiudicare l'esito delle operazioni stesse non è consentita l'interruzione automatica al primo guasto, fatta eccezione per quelli con potenza superiore a 5 kVA.
È però necessario che l'anomalia venga segnalata efficacemente e senza ritardo da un dispositivo automatico d'allarme.
Per ogni locale per chirurgia, o gruppo di locali ad esso funzionalmente collegati, si deve prevedere un proprio trasformatore di isolamento rispondente alle caratteristiche indicate nella Norma CEI 64-4 ed in particolare con tensione secondaria nominale non superiore a 220 V e potenza in uscita non superiore a 7,5 kVA.
Per ogni impianto alimentato da trasformatore di isolamento si deve prevedere un dispositivo di allarme. I segnali ottico e acustico ed il pulsante di controllo devono essere racchiusi in una custodia collocata in posizione ben visibile nel locale per chirurgia.
Per i circuiti che alimentano lampade per illuminazione generale o utilizzatori con elevata potenza, la cui interruzione al primo guasto non può arrecare pregiudizio né alla salute di pazienti né allo svolgimento del lavoro, è preferibile l'inserzione sull'impianto di distribuzione generale.
In questo caso la protezione contro i contatti indiretti si realizza con la messa a terra diretta e l'utilizzo di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA (la massima tensione di contatto ammessa è di 25 V).
Le prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento non devono essere intercambiabili con le prese a spina collegate a circuiti soggetti ad essere interrotti in caso di guasto.
La sezione del conduttore di protezione, quando questo fa parte dello stesso cavo o è infilato nello stesso tubo, deve essere sempre uguale a quella dei conduttori di fase.

3.22.3. – Protezione contro i contatti indiretti nei locali di sorveglianza e cura intensiva.

La protezione contro i contatti indiretti si deve realizzare secondo le prescrizioni dell'articolo Protezione contro i contatti indiretti nei locali per chirurgia. Qualora nelle camere di degenza si dovessero usare apparecchiature per sorveglianza o cura intensiva la protezione deve essere realizzata sempre secondo l'articolo sopra menzionato.

3.22.4. – Protezione contro i contatti indiretti nei locali per esami di fisiopatologia.

Nei locali per idroterapia e nei locali per terapia fisica, radiologia e ambulatori medici nei quali si utilizzano apparecchi elettromedicali con parti applicate senza anestesia generale (ambulatori medici tipo A).
La protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

a) bassissima tensione di sicurezza con valore nominale non superiore a 25 V;
b) protezione per separazione elettrica con controllo della resistenza di isolamento con tensione nominale massimo di 220 V nel circuito isolato;
c) messa a terra diretta ed adozione di interruttori differenziali secondo le prescrizioni del paragrafo *Protezione contro i contatti indiretti nei locali per chirurgia*

3.22.5. – Protezione contro i contatti indiretti nei locali di anestesia.

Nei locali in cui si praticano le anestesie generali o le analgesie, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata secondo le prescrizioni dei paragrafi *Protezione contro i contatti indiretti nei locali per chirurgia* e *Protezione contro i contatti indiretti nei locali per sorveglianza e cura intensiva.*
Le prescrizioni dell'equalizzazione del potenziale non si applicano alle masse estranee, quando in qualsiasi condizione d'uso si trovino ad un'altezza superiore a 2,5 m dal piano di calpestio.

3.22.6. – Protezione contro i contatti indiretti nei locali di degenza e negli ambulatori di tipo B.

Viene adottata per uno stesso gruppo di camere di degenza o di ambulatori di tipo B, la protezione con interruttori differenziali con $I_d \leq 30$ mA.

In questo caso è ammesso non applicare le prescrizioni del paragrafo che seguente.

3.22.7. – Equalizzazione del potenziale.

In tutti i locali adibiti ad uso medico si deve effettuare l'equalizzazione del potenziale collegando fra loro e al conduttore di protezione o al conduttore di terra dell'impianto, tutte le masse metalliche accessibili in un locale o in un gruppo dì locali (norme CEI 64-4, art. 3.3.01 - 3.3.02 - 3.3.03).

I conduttori equipotenziali devono fare capo ad un nodo collettore equipotenziale.

Il nodo collettore equipotenziale deve essere collegato al conduttore di protezione.

Nei locali per chirurgia, sorveglianza o cura intensiva, fisiopatologia, idroterapia, terapia fisica, radiologia e anestesia si applicano la seguente disposizione:

— i conduttori equipotenziali che interessano locali o gruppi di locali corredati di apparecchiature di misura o di sorveglianza, per esempio delle funzioni del corpo, devono essere in rame con sezione minima di 16 mmq.

Le prescrizioni sull'equalizzazione del potenziale non si applicano alle masse estranee, quando in qualsiasi condizione d'uso si trovino a un'altezza superiore a 2,5 m dal piano di calpestio.

3.23 PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

L'Amministrazione appaltante preciserà se negli edifici ove debbono venir installati gli impianti elettrici oggetto dell'appalto, dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione dalle scariche atmosferiche.

L'impianto di protezione contro i fulmini deve essere realizzato in conformità alle norme CEI 81-1.

Esso è diviso nelle seguenti parti:

— impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);

— impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche, limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (ad esempio: tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

3.23.1. – Criteri di valutazione del rischio e di scelta dell'impianto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da ridurre a un valore accettabile prestabilito il rischio che il fulmine raggiunga un punto qualsiasi posto all'interno del volume protetto.

Il numero di fulmini all'anno che si accetta possano arrecare danno (Nel) si ricava dalla tabella D 1 in funzione della classe del volumi da proteggere così come qui di seguito sono classificati (appendice A delle norme CEI 81-1).

3.23.2. – Classificazione dei volumi da proteggere.

Si intendono al chiuso i volumi ubicati all'interno di strutture ad esempio edifici, recipienti, tubi.

Nei volumi all'aperto, il probabile innesco della miscela infiammabile o esplosiva non può essere evitato dagli impianti di protezione base, oggetto delle presenti norme.

Impianti di ventilazione che assicurino ordinariamente la diluizione di atmosfere esplosive al disotto dei limiti inferiori di infiammabilità possono rendere trascurabile, ai fini delle presenti norme, l'esistenza di zone AD anche se non realizzati con le sicurezze ridondanti previste, per alcuni casi, nelle norme CEI 64-2 (1983).

1) Volumi di classe A - Rientrano in questa classe i seguenti volumi al chiuso:
   — zone AD di divisione 1 e di divisione 2 per i luoghi di classe 0;
   — zone AD di divisione 0 per i luoghi di classe 1 di cui in 3.5.01 a) delle norme CEI 64-2 (1983); definite e valutate per gli impianti elettrici dalle norme CEI 64-2 (1983).
2) Volumi di classe B - Rientrano in questa classe i seguenti volumi al chiuso:
   — zone AD di divisione 0 per i luoghi di classe 1 di cui in 3.5.01 b) delle norme CEI 64-2 (1983);
   — zone AD di divisione 1 per i luoghi di classe 1;
   — zone AD per i luoghi di classe 2;

— zone AD per i luoghi di classe 3 limitatamente alle sostanze di cui in 5.1.01 a) delle norme CEI 64-2 (1983): definite e valutate per gli impianti elettrici dalle norme CEI 64-2 (1983).

3) Volumi di classe C - Rientrano in questa classe gli edifici, pubblici, o privati, pregevoli per arte e storia o destinati a contenere raccolte di interesse artistico e culturale, quali biblioteche, archivi, musei gallerie, collezioni e simili, o contenenti impianti il cui danneggiamento comporti rilevanti interruzioni di un pubblico servizio essenziale.
4) Volumi di classe D - Luoghi di spettacolo, di ritrovo e di riunione definiti dalle norme CEI 64-8. Tali ambienti, a carattere permanente, possono essere chiusi o all'aperto.
5) Volumi di classe E - Insieme di ambienti pubblici o privati, destinati a contenere un numero rilevante di persone quali ad esempio scuole, asili, ospedali, e case di cura, alberghi, carceri, caserme, edifici di culto, strutture commerciali, stazioni ferroviarie, marittime e aeree.
6) Volumi di classe F - Strutture civili ed industriali ordinarie che non rientrano nelle categorie di cui da 1 a 5.
7) Volumi di classe G - Strutture per le quali si può realizzare l'impianto di protezione con modalità diverse da quelle previste nelle presenti norme. Tali strutture comprendono:
   — impianti di trasporto a fune;
   — tende;
   — aree di campeggio;
   — strutture provvisorie.

TAB. D1 - VALUTAZIONE ORIENTATIVA DI ENTITÀ DEL DANNO - VALORI PROVVISORI DI Nel			
Classe del volume da proteggere	Entità media del danno prodotto		
	piccola	media	grande
A(1)	10E-2 (2)	10E-3 (3)	10E-3 (3)
B, C, D, E,	10E-1 (4)	5.10E-3 (5)	10E-2 (6)
F	1	5.10E-1	10E-1

(1) Per i luoghi di classe 0 la valutazione dell'entità media del danno deve essere convalidata dall'autorità competente espressamente citata del Testo Unico delle leggi di PS 18 giugno 1931, n. 773.
(2) Per i luoghi di classe 1 quando il volume da proteggere è < 20 mc.
(3) Per i luoghi di classe i quando il volume da proteggere è ≥ 20 mc.
(4) Numero di persone compreso tra 5 e 25 per la classe B; carico di incendio compreso tra 2 e 5 kg/mq per la classe C; numero di persone compreso fra 100 e 200 per la classe D; numero di persone compreso fra 100 e 300 per la classe E.
(5) Numero di persone compreso tra 25 e 100 per la classe B; carico di incendio tra 5 e 10 kg/mq per la classe C: numero di persone compreso fra 200 e 500 per la classe D; numero di persone compreso fra 300 e 1000 per la classe E.
(6) Numero di persone > 100 per la classe B; carico d'incendio > 10 kg/mq per la classe C; numero di persone > 100 per la classe E.

La valutazione dell'entità media del danno prodotto è lasciata al progettista.
Si deve valutare il numero di fulmini all'anno (Nf) che possono colpire la struttura da proteggere, usando la formula Nf = NtAeq
in cui:
Nt = fulmini/anno*kmq che si possono verificare sul territorio nazionale;
Aeq = area equivalente del volume da proteggere calcolata come indicato all'appendice B delle Norme CEI 81-1.
Quando l'entità media del danno prodotto è significativa, è necessario distinguere fra i seguenti casi:

a) Nf < Nel:
   — non sono da temere le scariche laterali per fulminazione indiretta (3.1.04);
   — non sono da temere le sovratensioni indotte sulle linee entranti (3.2.03);
b) Nf < Nel:
   — non sono da temere le scariche laterali per fulminazione indiretta;
   — sono da temere le sovratensioni indotte sulle linee entranti;

c) Nf < Nel:
— sono da temere le scariche laterali per fulminazione indiretta;
— non sono da temere le sovratensioni indotte sulle linee entranti;

d) Nf < Nel:
— sono da temere le scariche laterali per fulminazione indiretta;
— sono da temere le sovratensioni indotte sulle linee entranti;

e) Nf ≥ Nel.

Nel caso a) l'impianto di protezione può non essere realizzato in quanto le caratteristiche strutturali o intrinseche del volume da proteggere possono essere considerate idonee a svolgere la funzione di protezione contro i fulmini (struttura auto-protetta).
Nel caso b) deve essere realizzato solo l'impianto integrativo limitatamente alla protezione delle installazioni elettriche, di telecomunicazione e simili.
Nel caso c) deve essere realizzato solo l'impianto integrativo limitatamente ai collegamenti fra corpi metallici e masse estranee.
Nel caso d) deve essere realizzato solo l'impianto integrativo limitatamente alla protezione delle installazioni elettriche, di telecomunicazione e simili nonché ai collegamenti fra corpi metallici e masse estranee.
Nel caso e) devono essere realizzati sia l'impianto base che l'impianto integrativo.
L'impianto di protezione e le sue parti devono possedere i seguenti requisiti: un'adeguata robustezza per resistere senza danni agli sforzi elettrodinamici che si originano negli istanti in cui si esplica la funzione protettiva; una sicura continuità elettrica per evitare dannosi effetti termici durante il passaggio della corrente; conservare la propria efficienza nel tempo.
In base al tipo di organo di captazione adottato gli impianti si classificano in:

1) impianti di protezione ad aste verticali;
2) impianti di protezione a funi;
3) impianti di protezione a maglia.

3.23.3. – Criteri generali per la realizzazione dell'impianto base di protezione contro i fulmini.

L'impianto deve essere di categoria tale che risulti:

P (%) ≥ 100 (1 – Nel / Nf) (livello di protezione).

Le categorie sono correlate con i rispettivi livelli minimi di protezione richiesti dalla seguente tabella:

Categoria	P %
I	98
II	93
III	90

Gli organi di captazione devono essere scelti in modo che il volume da proteggere sia situato tutto all'interno del volume protetto con livello di protezione prestabilito, come illustrato dalla Sezione 2 del Cap. II delle norme CEI 81-1
Gli organi in discesa possono essere normali (calate) e naturali (corpi metallici esistenti nella struttura, ferri di armatura); essi devono essere opportunamente posizionati ed interconnessi e devono avere il più possibile percorso rettilineo. In particolare devono essere evitati percorsi non rettilinei dei conduttori di discesa in corrispondenza di zone ove l'eventuale presenza di un corpo umano possa chiudere, per la corrente del fulmine, un percorso del conduttore di discesa. Su ciascuna calata normale, in prossimità del collegamento al dispersore, deve essere prevista una giunzione apribile al fine di consentire verifiche o prove sull'impianto di protezione (Sezione 3 Cap. II - norme CEI 81-1).
Il dispersore di un impianto di protezione deve poter disperdere nel suolo la corrente di fulmine.
Quando esiste un dispersore facente parte di un impianto di terra per la protezione contro i contatti indiretti il dispersore deve essere unico, tranne i casi indicati al paragrafo 2.4.06 (Sezione 4- Cap. II delle norme CEI 81-1).
I conduttori degli organi di captazione e delle calate normali devono essere sempre saldamente ancorati, in modo da evitare rotture o disancoraggi per sollecitazioni termiche, elettrodinamiche o per sollecitazioni meccaniche accidentali. Le giunzioni lungo i conduttori di captazione e di discesa devono

essere ridotte al minimo indispensabile.
Le giunzioni devono essere effettuate mediante brasatura forte, saldatura o morsetti a compressione (Sezione 5 - Cap. II).
I materiali impiegati devono possedere adeguata resistenza meccanica per poter sostenere senza danno gli effetti elettrodinamici della corrente di fulmine ed eventuali sforzi accidentali.
I materiali base consigliati sono il rame e l'acciaio zincato a caldo e, limitatamente agli organi di captazione e discesa, l'alluminio.
Altri materiali o leghe di materiali base possono essere utilizzati, purché abbiano caratteristiche elettriche, meccaniche e di resistenza alla corrosione non inferiori a quelle dei materiali base consigliati. Sono di seguito riportate due tabelle in cui sono indicate le dimensioni minime degli organi normali di captazione e discesa e dei dispersori normali.

DIMENSIONI MINIME PER ORGANI NORMALI DI CAPTAZIONE E DI DISCESA			
Tipo di elettrodo	Materiale		
	Acciaio zincato a caldo	Alluminio	Rame
• Nastro: — spessore (mm) — sezione (mmq)	2 60	3 90	2 40
• Tondino o conduttore massiccio: — sezione (mmq)	50	70	35
• Conduttore cordato: — diametro fili (mm) — sezione (mmq)	1,8 50	1,8 70	1,8 35

DIMENSIONI MINIME PER DISPERSORI NORMALI			
Tipo di elettrodo	Materiale		
	Acciaio zincato a caldo	Acciaio rivestito di rame	Rame
• Nastro: — spessore (mm) — sezione (mmq)	3 100	3 50	3 50
• Tondino o conduttore massiccio: — sezione (mmq)	50 (*)	50	35
• Conduttore cordato: — diametro fili (mm) — sezione (mmq)	1,8 50		1,8 35
• Picchetto a tubo: — diametro esterno (mm) — spessore (mm)	40 2,5		30 3
• Picchetto massiccio: — diametro esterno (mm) — spessore (mm)	20	15 0,25 (rivestimento CU)	
• Picchetto in profilato: — spessore (mm) altra dimensione (mm)	5 50		5 50

3.23.4. – Criteri generali per la realizzazione dell'impianto di protezione integrativo contro i fulmini.

Al fine di evitare scariche laterali devono essere previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere, e fra questi e l'impianto di protezione base.

Tutte le masse estranee che entrano nel volume da proteggere devono essere sempre collegate al più vicino collettore di equipotenzialità (Sezione 1 - Cap. III).

Per le installazioni elettriche, di telecomunicazione e simili devono essere realizzate connessioni di equipotenzialità dirette o tramite limitatori di tensione fra i cavi entranti e/o che si sviluppano all'interno del volume da proteggere e l'impianto di protezione base (Sezione 2 - Cap. III).

(*) Si può usare anche acciaio non zincato. con la sezione minima di 100 mmq.

3.24 PROTEZIONE DELL'IMPIANTO DA SOVRATENSIONI PER FULMINAZIONE INDIRETTA

Alfine 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 deve essere installato un limitatore di sovratensioni che garantisca la separazione galvanica tra conduttori attivi e terra.
Detto limitatore deve essere modulare e componibile ed avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato.

3.25 PROTEZIONE DI PARTICOLARI UTENZE

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 devono essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione.
Detto dispositivo deve essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e poter essere installato nelle normali scatole da incasso.

3.26 MAGGIORAZIONI DIMENSIONALI

Maggiorazioni dimensionali rispetto ai valori minimi dalle Norme CEI e altre norme tecniche, in qualche caso fissate dalle presenti specifiche tecniche, sono adottate per consentire possibili futuri ampliamenti o incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia vere e proprie modifiche degli impianti.

3.27 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici devono essere calcolati per la potenza impegnata: si intende quindi che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferite alla potenza impegnata. Della potenza viene indicata dall'Amministrazione o calcolata in base a dati forniti dall'Amministrazione.
Per gli impianti elettrici negli edifici civili, in mancanza di indicazioni, si fa riferimento al carico convenzionale dell'impianto. Dello 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.

a) Per l'illuminazione:
   — 10 W per mq di superficie dell'appartamento col minimo di 500 W.
b) Scalda-acqua:
   — 1000 W per appartamenti fino a 4 locali (va considerato come locale ogni vano abitabile con esclusione cioè di anticamere, corridoi, cucinino, bagno);
   — 2000 W per appartamenti oltre i 4 locali.
c) Cucina elettrica:
   — da considerare solo se ne è prevista esplicitamente l'installazione.
d) Servizi vari:
   — 40 W per mq di superficie dell'appartamento in zone urbane;
   — 20 W per mq di superficie dell'appartamento in zone rurali.

3.28 PUNTI DI UTILIZZAZIONE E SUDDIVISIONE DEI CIRCUITI

La dotazione di punti di utilizzazione dovrà corrispondere a quanto indicato nella guida CEI 64-50. Nelle abitazioni e negli edifici residenziali in genere, si devono alimentare attraverso circuiti protetti e singolarmente sezionabili facenti capo direttamente al quadro elettrico.

Sul quadro elettrico devono essere previsti circuiti protetti per i seguenti utilizzatori.

3.28.1. – Illuminazione di base.
— sezione dei conduttori non interiore a 1,5 mmq
— protezione 10 A; potenza totale erogabile 2,2 kW.

3.28.2. – prese a spina da 10 A per l'illuminazione e per piccoli utilizzatori (televisori, apparecchi radio, ecc.).
— sezione dei conduttori 1,5 mmq
— protezione 10 A; potenza totale erogabile 2,2 kW.

3.28.3. – prese a spina da 16 A per apparecchi utilizzatori con potenza minore o uguale a 3,6 kW.
— sezione dei conduttori 2,5 mmq
— protezione 16 A; potenza totale erogabile 3,6 kW.

3.28.4. – eventuale linea per alimentazione di utilizzatori con potenza maggiore di 3,6 kW.
— sezione conduttori 4 mmq
— protezione 25 A.

3.28.5. – ulteriori circuiti protetti.
Ogni qualvolta si verificano le seguenti condizioni, sul quadro elettrico devono essere previsti un numero superiore di circuiti protetti:

a) elevata superficie abitabile, maggiore di 150 mq: occorre prevedere più linee per l'illuminazione di base al fine di limitare a 150 mq la superficie dei locali interessati da una singola linea.
b) elevato numero di prese da 10 A: occorre prevedere una linea da 10 A ogni 15 prese.
c) elevato numero di apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (scalda-acqua, lavatrici, lavastoviglie) che debbono funzionare contemporaneamente prelevando una potenza totale superiore a 3,6 kW: occorre alimentare ciascun apparecchio utilizzatore con potenza unitaria maggiore di 2,2 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%, considerare anche i tratti orizzontali (ad esempio 6 m in orizzontale dal quadro contatori al vano scale). Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 3000 A (norme CEI 11-11 Variante V2) a meno di diversa comunicazione del Distributore; gli interruttori automatici devono essere bipolari con almeno un polo protetto in caso di distribuzione fase-neutro, bipolari con due poli protetti in caso di distribuzione fase-fase.

3.29 COEFFICIENTI PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO CONVENZIONALE DI UNITÀ DI IMPIANTO

Impianto	Illuminazione	Scalda-acqua	cucina	servizi vari comprese le prese a spina (per queste la potenza è quella corrispondente alla corrente di targa	ascensore (la potenza è quella corrispondente alla corrente di targa)
appartamenti di abitazione	0,65	1 per l'apparecchio di maggior potenza 0,75 per il secondo 0,50 gli altri	*(1)*	vedi paragrato suddivisione dei circuiti	*(2)*
alberghi, ospedali, collegi	0,75	1 per l'apparecchio di maggior potenza 0,75 per il secondo 0,50 gli altri	1 per l'apparecchio di maggior potenza 0,75 per il secondo	0,5	3 per il motore dell'ascensore di maggior potenza 1 per il successivo ascensore 0,7 per tutti gli altri ascensori
uffici e negozi	0,90	1 per l'apparecchio di maggior potenza 0,75 per il secondo 0,50 per il terzo 0,25 gli altri		0,5	3 per il motore dell'ascensore di maggior potenza 1 per il successivo ascensore 0,7 per tutti gli altri ascensori

(1) Per le derivazioni facenti capo a singoli apparecchi utilizzatori o a singole prese a spina si deve assumere come valore del coefficiente, l'unità, latta 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.

3.30 IMPIANTI TRIFASI

Negli impianti trifasi, per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte dell'ente distributore, non è possibile applicare il dimensionamento dell'impianto di cui all'articolo *POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI;* il dimensionamento dell'impianto trifase sarà determinato di volta in volta secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle norme CEI.
In particolare le condutture devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata che si ricava nel seguente modo:

a) potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore (**P_1, P_2, P_3** ecc.) intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore (P_u moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione (C_u); $P_1 = P_u \times C_u$
b) potenza totale per la quale devono essere proporzionati gli impianti (**P_t**) intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore (**P_1, P_2, P_3** ecc.) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità (**C_c**);
$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + ... + P_n) \times C_c$.

Le condutture e le relative protezioni che alimentano i motori per ascensori e montacarichi devono essere dimensionate per una corrente pari a 3 volte quella nominale del servizio continuativo;
se i motori sono più di uno (alimentati dalla stessa conduttura) si applica il coefficiente della tabella di cui al paragrafo 3.29.

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

Si definisce corrente di 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 UNEL 35024-70.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 4.500 A, a meno di diversa comunicazione dell'Ente distributore dell'energia elettrica.

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

3.31 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

La **SA** fornirà piante e sezioni, in opportuna scala, degli ambienti da illuminare, dando indicazioni sul colore e tonalità delle pareti, del soffitto e del pavimento degli ambienti stessi, nonché ogni altra eventuale opportuna indicazione.

3.31.1. – Valori medi di illuminazione.

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare, su un piano orizzontale posto a m 0,80 dal pavimento, in condizioni di alimentazione normali, saranno precisati, per i vari locali, dalla **SA** o dedotti dai prospetti delle norme UNI 10380; se non prescritto altrimenti dei tre valori indicati dovrà essere considerato quello centrale.

Il rapporto fra l'illuminamento minimo e quello medio, nel locale o nella zona del locale dove si svolge un determinato compito visivo, non deve essere minore di 0,8 (art. 5.2.2 UNI 10380).

Nelle aree di un locale di lavoro, che non sono sede del compito visivo, il valore medio dell'illuminamento non deve essere mai minore di un terzo del valore medio dell'illuminamento nella zona sede del compito visivo.

Nella progettazione gli illuminamenti iniziali (di progetto) vengono ottenuti moltiplicando quelli di esercizio richiesti per il fattore di deprezzamento in modo da tener conto dell'invecchiamento e dell'insudiciamento dei corpi illuminanti. Se non viene indicato altrimenti si impiega un fattore di deprezzamento pari a 1,25 (prospetto II - UNI 10380).

In linea generale, ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone dall'uno all'altro, non dovranno, di norma, avere differenze nei valori medi di illuminazione superiori al 50%; non solo, ma la qualità della illuminazione dovrebbe essere la stessa o simile.

All'aperto, il coefficiente di disuniformità (inteso come rapporto tra illuminamento massimo e minimo) può raggiungere più elevati valori, fino ad un massimo di 8, salvo particolari prescrizioni al riguardo, da parte della **SA**.

3.31.2. – Tipo di illuminazione e natura delle sorgenti.

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

— ad incandescenza;
— a fluorescenza dei vari tipi;
— a vapori di mercurio;
— a joduri metallici;
— a vapori di sodio.

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.

Devono essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

3.31.3. – Apparecchi di illuminazione.

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

Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento delta luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'Amministrazione appaltante, potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

Gli apparecchi dovranno avere caratteristiche e grado di protezione idonei all'ambiente in cui andranno installate.

3.31.4. – Ubicazione e disposizione delle sorgenti luminose.

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 e indiretto secondo quanto indicato nelle norme UNI 10380 art. 5.2.4.

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

3.31.5. – Flusso luminoso emesso.

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato, per ogni ambiente il flusso totale emesso in lumen delle sorgenti luminose, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

Dal flusso totale emesso si ricaverà il numero ed il tipo delle sorgenti luminose; quindi il numero degli apparecchi di illuminazione in modo da soddisfare le prescrizioni previste.

3.31.6. – Luce ridotta.

Le alimentazioni dei servizi di sicurezza e di emergenza devono essere conformi alle norme CEI 64-8 e CEI 64-4 in quanto applicabili.

Per il servizio di luce ridotta o notturna, sarà opportuno che l'alimentazione venga compiuta normalmente con circuito indipendente.

3.32 ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA E DI EMERGENZA

L'alimentazione dei servizi di sicurezza e di emergenza per la sicurezza delle persone dovrà avvenire nel rispetto delle norme CEI 64-8 e CEI 64-4 in quanto applicabili.

Dovrà essere prevista l'alimentare di utilizzatori e servizi indispensabili, come ad:

- lampade chirurgiche nelle sale operatorie, dove dovrà essere adottato un dispositivo che consenta il controllo dell'efficienza della sorgente di energia di sicurezza;
- utenze vitali nei reparti chirurgia, rianimazione, cure intensive;
- luci di sicurezza servizi comuni (corridoi, scale ecc.), vie di uscita (con livello di illuminamento minimo di 5 lux), e comunque dove la sicurezza lo richieda;
- computer e/o altre apparecchiature contenenti memorie volatili di importanza rilevante per la sicurezza delle persone.

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 possono mancare contemporaneamente;
- gruppi di continuità.

L'intervento deve avvenire automaticamente.

L'alimentazione dei servizi di sicurezza è classificata, in base al tempo T, espresso in secondi, di intervento entro cui è resa disponibile:

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

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

La sorgente di alimentazione dei servizi di sicurezza non deve 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 e il mantenimento della stessa deve essere garantita da un adeguato dispositivo che deve essere dimensionato in modo da effettuare la ricarica entro le 6 (sei) ore (norme CEI 34-22).

Gli accumulatori non devono essere in tampone.

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

Il tempo di funzionamento garantito può essere ridotto a 60 minuti nel caso in cui entro tale tempo l'alimentazione di sicurezza possa essere commutata su un'altra alimentazione di riserva (ad es. gruppo elettrogeno).
Non devono 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 può essere a tensione diversa da quella dell'impianto; in ogni caso i circuiti relativi devono essere indipendenti dagli altri circuiti, cioè tali che un guasto elettrico, un intervento, una modifica su un circuito non comprometta il corretto funzionamento dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza.
A tale scopo può 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.
Va evitato per quanto possibile, che i circuiti dell'alimentazione di sicurezza attraversino luoghi con pericolo di incendio; quando ciò non sia praticamente possibile i circuiti devono essere resistenti al fuoco.
È vietato proteggere contro i sovraccarichi i circuiti di sicurezza.
La protezione contro i corto circuiti e contro i contatti diretti e indiretti deve essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria, sia dell'alimentazione di sicurezza, o, se previsto, di entrambe in parallelo.
I dispositivi di sicurezza contro i corto circuiti devono 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 devono essere chiaramente identificati e, ad eccezione di quelli di allarme, devono essere posti in un luogo o locale accessibile solo a persone addestrate.
Negli impianti di illuminazione il tipo di lampade da usare deve 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 deve compromettere né la protezione contro i contatti diretti e indiretti, né il funzionamento dell'altro circuito.
Tali apparecchi devono essere connessi, se necessario, al conduttore di protezione di entrambi i circuiti.

3.33 ALIMENTAZIONE DI RISERVA

L'alimentazione di riserva deve essere prevista per gli utilizzatori e servizi essenziali ma non vitali per la sicurezza delle persone, come ad esempio:

- luci notturne;
- illuminazione di sale per chirurgia, anestesia, rianimazione, cura intensiva, trattamenti terapeutici, fisiopatologici e radiologici, sale parto e patologia neonatale;
- laboratori per analisi;
- almeno un circuito luce esterna e un elevatore;
- condizionamento delle sale operatorie chirurgiche e terapia intensiva;
- centrale idrica;
- impianti telefonico, intercomunicanti, segnalazione, antincendio videocitofonico.

La sorgente di alimentazione di riserva, ad esempio un gruppo elettrogeno oppure un gruppo di continuità, deve entrare in funzione entro 15 secondi dall'istante di interruzione della rete.
L'alimentazione di riserva deve avere tensione e frequenza uguali a quelle di alimentazione dell'impianto.
La sorgente di alimentazione di riserva deve essere situata in luogo ventilato accessibile solo a persone addestrate.
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.
La protezione contro le sovracorrenti e contro i contatti diretti e indiretti deve essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria sia dell'alimentazione di riserva, o, se previsto, di entrambe in parallelo.

3.34 IMPIANTI DI SEGNALAZIONI COMUNI PER USI CIVILI NELL'INTERNO DEI FABBRICATI

Le disposizioni che seguono si riferiscono agli impianti di segnalazioni acustiche e luminose, del tipo di seguito riportato:

a) chiamate semplici a pulsante, con suoneria, ad esempio per ingressi;
b) segnali d'allarme per ascensori e simili (obbligatori);
c) chiamate acustiche e luminose, da vari locali di una stessa utenza (appartamenti o aggruppamenti di uffici, cliniche, ecc.);
d) segnalazioni di vario tipo, ad esempio per richiesta di udienza, di occupato, ecc.;
e) impianti per ricerca persone;

f) dispositivo per l'individuazione delle cause di guasto elettrico.

3.34.1. – Alimentazione degli impianti di segnalazione.

Per gli impianti del tipo b) è obbligatoria l'alimentazione con sorgente indipendente dall'alimentazione principale (con pile o batterie di accumulatori, con tensione da 6 V a 24 V).
Per gli impianti del tipo a), c), d) l'alimentazione sarà ad una tensione massima di 24 V fornita da un trasformatore di sicurezza montato in combinazione con gli interruttori automatici e le altre apparecchiature componibili. In particolare gli impianti del tipo a) saranno realizzati con impiego di segnalazioni acustiche modulari, singole o doppie con suono differenziato, con trasformatore incorporato per l'alimentazione e il comando.
La diversificazione del suono consentirà di distinguere le chiamate esterne (del pulsante con targhetta fuori porta) da quelle interne; (dei pulsanti a tirante, ecc.).
Le segnalazioni acustiche e i trasformatori si monteranno all'interno di adeguati contenitori.
In alternativa si potranno installare suonerie a più toni, componibili nella serie da incasso, per la chiamata dal pulsante con targhetta e segnalatore di allarme per la chiamata dal pulsante a tirante dei bagni, sempre componibili nella serie da incasso.

3.34.2. – Trasformatori per gli impianti di segnalazione.

La potenza effettiva nominale dei trasformatori non dovrà essere inferiore alla potenza assorbita dalle segnalazioni alimentate.
Tutti i trasformatori devono essere conformi alle norme CEI 14-6.

3.34.3. – Circuiti di impianti di segnalazione.

I circuiti degli impianti di segnalazione, le modalità di esecuzione, le cadute di tensione massime ammesse, nonché le sezioni e il grado di isolamento minimo ammesso per i relativi conduttori, dovranno essere conformi a quanto riportato nel presente capitolato speciale d'appalto.
I circuiti di tutti gli impianti di segnalazione devono essere completamente indipendenti da quelli di altri servizi e la sezione minima dei conduttori non deve essere inferiore a 1 mmq.

3.34.4. – Pulsanti.

Il tipo dei pulsanti sarà scelto a seconda del locale ove dovranno venire installati; saranno quindi: a muro, da tavolo, a tirante per bagni a mezzo cordone di materiale isolante, secondo le norme e le consuetudini.
Gli allacciamenti per i pulsanti da tavolo, saranno fatti a mezzo di scatole di uscita con morsetti, o mediante uscita passacavo, con estetica armonizzante con quella degli altri apparecchi.

3.34.5. – Segnalatori luminosi.

I segnalatori luminosi debbono consentire un facile ricambio delle lampadine.

3.35 IMPIANTI DI PORTIERE ELETTRICO SENZA SERVIZIO DI PORTINERIA

L'impianto deve essere composto da:

a) un posto esterno, con lampada interna, costituito da 1 o più pulsanti (a seconda del numero dei posti interni) agenti su uno o più ronzatori;
b) gruppo tonico composto da microfono e altoparlante, in comunicazione con i citofoni installati negli appartamenti;
c) un alimentatore con circuiti protetti contro le sovracorrenti;
d) alimentazione della serratura elettrica sul cancello o portone, azionata da pulsanti interni.

3.35.1. – Apparecchi citofonici.

I pulsanti e la tastiera devono essere in materiale non igroscopico e costruiti in modo che non sia possibile Io smontaggio senza l'uso di attrezzi. Il gruppo fonico deve avere caratteristiche tali da consentire una buona ricezione e trasmissione anche in caso di infiltrazioni di umidità o acqua.
I citofoni interni devono essere da parete, o incasso, o da tavolo ed essere completi di pulsante apri-porta e ronzatore per la chiamata.
In caso di utenze disposte su più piani, deve essere possibile l'installazione di altri citofoni in parallelo.

3.35.2. – Videocitofoni.

In alternativa al normale impianto di Portiere Elettrico può essere richiesto l'impianto con videocitofono.

In questo caso l'impianto sarà composto oltre che dagli stessi componenti dei citofoni anche dai seguenti:

a) telecamera adeguatamente orientata sull'ingresso;
b) proiettore temporizzato per l'illuminazione dell'ingresso;
c) gruppo interno costituito dal monitor e un apparecchio citofonico interno con caratteristiche uguali a quelle descritte all'articolo apparecchi.

3.36 IMPIANTI CITOFONICI CON SERVIZIO DI PORTINERIA

Si definiscono tali, le apparecchiature a circuito telefonico, indipendente, per la trasmissione della voce mediante micro-telefono.
Per esemplificazione, si descrivono gli elementi di un classico tipo di impianto citofonico per comunicazione tra portineria ed appartamenti:

— centralino di portineria a tastiera selettiva con sganciamento automatico e segnalazione luminosa con un circuito che assicuri la segretezza delle conversazioni;
— commutatore (eventuale) per il trasferimento del servizio notturno dal centralino al posto esterno o portiere elettrico;
— citofoni degli appartamenti, installati a muro od a tavolo, in posto conveniente nell'anticamera o vicino alla porta della cucina;
— alimentatore installato vicino al centralino;
— collegamenti effettuati tramite montanti in tubazioni incassate ed ingresso ad ogni singolo appartamento in tubo incassato.

L'amministrazione appaltante preciserà:

a) se l'impianto debba essere previsto per conversazioni segrete o non segrete e per quante coppie contemporanee di comunicazioni reciproche;
b) se i vari posti debbano comunicare tutti con un determinato posto (centralino) e viceversa, ma non fra di loro;
c) se i vari posti debbano comunicare tutti fra di loro reciprocamente con una o più comunicazioni per volta;
d) se i centralini, tutti muniti di segnalazione ottica, debbano essere del tipo da tavolo o da muro, sporgenti o per incasso;
e) se gli apparecchi debbano essere del tipo da tavolo o da muro, specificandone altresì il colore;
f) se l'impianto debba essere munito o meno del commutatore per il servizio notturno;
g) se per il servizio notturno è previsto un portiere elettrico oppure un secondo centralino, derivato dal primo ed ubicato in locale diverso dalla portineria.

3.36.1. – Alimentazione impianti citofonici.
È tollerata un'alimentazione a pile, soltanto per un impianto costituito da una sola coppia di citofoni.
In tutti gli altri casi si dovrà provvedere con un alimentatore apposito derivato dalla tensione di rete e costituito di trasformatore, raddrizzatore e da un complesso filtro per il livellamento delle uscite in corrente continua.
Tale alimentatore dovrà essere protetto con una cappa di chiusura.
La tensione sarà corrispondente a quella indicata dalla ditta costruttrice dei citofoni per il funzionamento degli stessi.

3.36.2. – Circuiti di impianti citofonici.
I circuiti degli impianti citofonici, le modalità di esecuzione, le cadute di tensione massime ammesse, nonché le sezioni e il grado di isolamento minimo ammesso per i relativi conduttori, dovranno essere conformi a quanto riportato nel presente capitolato speciale d'appalto.

3.37 IMPIANTI DI ANTENNE COLLETTIVE PER RICEZIONE RADIO E TELEVISIONE

Gli impianti di antenne collettive per ricezione radio e televisione e relativi componenti devono essere realizzati in conformità alle norme CEI 12-13 (1980) e CEI 12- 15(1977).
I requisiti fondamentali ai quali dovranno uniformarsi la progettazione e la realizzazione di un impianto collettivo di antenna sono:

— massimo rendimento;

— ricezione esente da riflessioni e disturbo;
— separazione tra le utilizzazioni che non dovranno influenzarsi e disturbarsi a vicenda.

Onde i sopra citati requisiti siano soddisfatti, occorrerà prevedere un adeguato amplificatore del segnale, in relazione al numero delle derivazioni di utilizzazione che sarà stato precisato dall'Amministrazione appaltante.

3.37.1. – Scelta dell'antenna.

Nella scelta ed installazione dell'antenna, si dovrà tener conto che l'efficienza della stessa è determinata dalla rigorosa valutazione di fattori che variano per ogni singolo caso e di cui si esemplificano i principali:
— intensità dei segnali in arrivo;
— lunghezza d'onda (gamma di frequenza);
— altezza del fabbricato sulla cui sommità dovrà essere installata l'antenna;
— influenza dei fabbricati vicini;
— estensione dell'impianto;
— numero delle utenze;
— direzione presunta di provenienza dei disturbi.

Per una valutazione più appropriata si dovrà inoltre tener conto delle caratteristiche proprie dell'antenna e cioè: guadagno, angolo di apertura e rapporto tra sensibilità nella direzione di ricezione e quella opposta.

Il guadagno dovrà pertanto essere elevato, pur con angoli di apertura orizzontale e verticale ridotti al minimo per limitare l'azione dei campi disturbati, provenienti da direzioni diverse da quella del trasmettitore.

Ove né sia il caso, un più elevato guadagno potrà conseguirsi con l'inserzione di amplificatori di A.F.

3.37.2. – Caratteristiche delle antenne e loro installazione.

Gli elementi dell'antenna saranno di leghe leggere inossidabili, particolarmente studiate per resistere alle sollecitazioni atmosferiche, I sostegni saranno di acciaio zincato.

I punti di giunzione dei collegamenti dovranno essere racchiusi in custodia di materie plastiche. Tutte le viti di contatto saranno di leghe inossidabili. Si dovranno prevedere ancoraggi elastici dei conduttori, onde evitare strappi anche con il più forte vento.

L'installazione dell'antenna dovrà essere realizzata in conformità alle norme CEI 12-15 (fasc. 432).

In particolare, le antenne dovranno avere la massima stabilità onde evitare danni a persone e cose e pertanto i sostegni verticali saranno opportunamente controventati con margine di sicurezza per la spinta del vento e per l'aumento di sollecitazioni per ghiaccio e neve.

L'antenna non dovrà essere posta in vicinanza di linee elettriche o telefoniche, sia per norme di sicurezza che per evitare disturbi nella ricezione.

I sostegni dovranno essere collegati a terra secondo le prescrizioni delle norme CEI 81-1 (1984) in casi di presenza di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, in caso contrario secondo le norme CEI 12-15 (1977).

3.37.3. – Rete di collegamento e prese d'antenna.

La rete di collegamento con le prese di antenna sarà costituita da cavo schermato bilanciato, o da cavo coassiale (in relazione al sistema adottato), posti entro canalizzazioni in tubo di acciaio smaltato, o tipo *Mannesman*, o di materie plastiche.

Il criterio da osservare nella progettazione, perché l'impianto sia efficiente, sarà di disporre i montanti sulla verticale della posizione stabilita per le derivazioni delle utenze.

I valori relativi all'impedenza caratteristica ed all'attenuazione dei cavi impiegati dovranno essere compresi entro i limiti dipendenti dal tipo di antenna prescelto.

Le prese d'antenna per le derivazioni alle utenze delle radio e telediffusioni, dovranno essere del tipo adatto al sistema di impianto adottato e dovranno appartenere alla stessa serie di tutte le altre apparecchiature da incasso.

3.38 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono.

La corrispondenza dei materiali e delle apparecchiature alle prescrizioni ditali norme dovrà essere attestata, per i materiali e le apparecchiature per i quali è prevista la concessione del Marchio, dalla presenza del contrassegno dell'istituto Italiano del Marchio di Qualità (I.M.Q.) o di marchio equivalente
Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.
Dovranno essere utilizzati, se non diversamente indicato, materiali ed apparecchiature dello stesso tipo e marca di quelli già installati nel luogo di intervento e ciò in particolare per interventi di ampliamento e sostituzione di apparecchiature modulari nei quadri, di apparecchiature di comando e utilizzazione modulari componibili, di apparecchi di illuminazione, di canalizzazioni.

3.38.1. – Presentazione del campionario.

Prima dell'esecuzione degli impianti, a seguito di eventuale richiesta da parte dell'Amministrazione, la Ditta presenterà il campionario di determinati materiali, di normale commercio, che intende impiegare nell'esecuzione degli impianti.
La presentazione dei campioni e l'accettazione provvisoria da parte del Direttore dei Lavori non esonera la Ditta dalle responsabilità inerenti i difetti ed il cattivo funzionamento che, durante il normale esercizio o all'atto del collaudo dovessero essere riscontrati nei materiali, nelle apparecchiature o nella loro collocazione in opera.
Prima del collaudo la **SA** avrà comunque la facoltà di pretendere la sostituzione integrale di tutti quei materiali ed apparecchiature, anche se già in opera, che risultassero difettosi, non corrispondenti ai campioni, non idonei allo scopo a cui sono destinati o non corrispondenti alle presenti specifiche tecniche.
In questo caso la Ditta sarà obbligata a provvedere, a sua cura e spese, ad ogni opera necessaria per la sostituzione dei materiali e delle apparecchiature, nonché al ripristino di quanto dovuto danneggiare, demolire o altro per effettuare le predette sostituzioni.
La Ditta sarà inoltre obbligata al risarcimento di eventuali danni che l'operazione potrebbe arrecare all'Amministrazione o a terzi.
La Ditta dovrà allontanare immediatamente dal cantiere i materiali rifiutati.

3.38.2. – Prove dei materiali.

La **SA** 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 tali prove non saranno carico all'Amministrazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

3.38.3. – Quadri elettrici di comando e distribuzione in lamiera d'acciaio.

I quadri elettrici dovranno essere rispondenti alle seguenti Norme IEC/CEI:

— Norma CEI 17-13 Apparecchiature costruite in fabbrica;
— Norme CEI 17-13/1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
— Norme CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;

I quadri elettrici dovranno essere idonei per posa all'interno in ambienti ordinari; realizzati in lamiera d'acciaio verniciata, preventivamente trattata, e conterranno essenzialmente apparecchiature di comando e protezione modulari.
Il grado di protezione minimo deve essere IP 30 e comunque adeguato all'ambiente.
I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere a una serie di elementi componibili di larghezza e di profondità adeguate.
I quadri della serie devono essere 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 decisione della Direzione Lavori.
Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.
I quadri di comando devono essere muniti di profilati normalizzati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche.
Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.
Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura asolati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.
L'accessibilità alle apparecchiature ed ai componenti interni dovrà essere resa possibile solo con

l'apertura delle controporte interne, con idonee chiavi, o con lo smontaggio dei pannelli interni con attrezzi.
Con controporte o pannelli interni aperti o asportati, il grado di protezione verso le apparecchiature ed i sistemi sbarre non dovrà essere inferiore a IP20.
I soli dispositivi di azionamento delle apparecchiature interne di protezione e comando, protette dalle controporte o dai panelli pre-forati, a quadri chiusi, dovranno essere visibili o accessibili.
I dispositivi di comando e protezione, contenuti nei quadri, dovranno essere identificati, nella fase di costruzione dei quadri stessi, con apposite targhette pantografate, inserite su supporti magnetici o similari, fissate ai pannelli o controporte interne con viti autofilettanti, indicanti i numeri di riferimento e le utenze alimentate; non sono ammessi supporti porta-cartellini adesivi.
I collegamenti elettrici interni fra le apparecchiature di potenza dovranno essere realizzati con conduttori unipolari flessibili, isolati in PVC, non propaganti l'incendio, tipo NO7V-K con sezione minima ≥ 2,5 mmq, comunque non inferiori alle sezioni dei cavi delle linee in arrivo o in partenza.
I collegamenti elettrici interni fra le apparecchiature ausiliarie di comando e di segnalazione dovranno essere realizzate come precedentemente descritto ma con conduttori della sezione minima ≥ 1,5 mmq.
I cavi per i cablaggi interni dovranno essere contenuti in modo ordinato, raggruppati per linee, legati con fascette di identificazione, entro canalette in PVC autoestinguente, pre-forate, abbondantemente dimensionate (coefficiente di riempimento ≤ 50%).
I conduttori di collegamento ai morsetti delle singole apparecchiature di potenza o ausiliarie, dovranno essere attestati singolarmente, in partenza, in appositi sistemi di sbarre (non sono accettate "ponticellature" in cavo fra morsetti di apparecchiature) e dovranno essere in tutti i punti di collegamento ai morsetti o alle sbarre, contrassegnati mediante appositi collarini segna-fili.
I quadri dovranno essere dotati di morsettiere per l'attestazione dei cavi in arrivo ed in partenza; i morsetti, componibili in melanina o poliammide assiemati su guida DIN, dovranno essere del tipo con serraggio a vite e dovranno essere corredati da cartellini segna-fili.
I morsetti dei circuiti ausiliari dovranno essere separati e distanziati, sulle guide DIN, dai morsetti dei circuiti di potenza.
I quadri devono essere completi di barratura di terra in rame, pre-forata, della sezione ≥ mm 30x3; alle sbarre dovranno essere connessi tutti i conduttori PE debitamente contrassegnati.
A completamento, i quadri dovranno essere corredati di schemi elettrici e distinta dei conduttori PE; i documenti dovranno essere contenuti in apposita tasca di metallo o PVC sufficientemente robusta.

3.38.4. – Quadri elettrici di comando e distribuzione in materiale isolante.
Negli ambienti in cui la **SA** lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante.
In questo caso oltre a rispettare le prescrizioni di cui sopra se attinenti, devono avere attitudine a non innescare l'incendio in caso di riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui al paragrafo 7.1.03 delle norme CEI 64-8, e comunque i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650℃.
I quadri devono essere composti da cassette isolanti con piastra porta-apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina.
Devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 30; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.
L'identificazione dei dispositivi di comando e protezione può essere realizzata anche con etichettatrice elettronica.
Questi quadri devono consentire una installazione del tipo a doppio isolamento.

3.38.5. – Quadri elettrici da appartamento o similari.
I quadri elettrici da appartamento o similari saranno composti da una scatola da incasso o da parete in materiale isolante, un supporto con profilato normalizzato per il fissaggio a scatto degli apparecchi da installare ed un coperchio con o senza portello.
I quadri da appartamento saranno realizzati secondo le norme CEI 23-51 (fasc. 2731)
Le scatole di detti contenitori devono avere idonea profondità e larghezza tale da consentire il passaggio dei conduttori.
I coperchi devono avere fissaggio a scatto, mentre quelli con portello devono avere il fissaggio a vite per una migliore tenuta.
I quadri in materiale plastico devono avere attitudine a non innescare l'incendio in caso di

riscaldamento eccessivo, secondo la tabella di cui al paragrafo 7.1.03 delle norme CEI 64-8.
I quadri elettrici d'appartamento devono essere adatti all'installazione delle apparecchiature modulari ai sensi delle norme CEI 17-18.
I quadri elettrici devono essere dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature nonché ad individuare le cause di guasto elettrico.
L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o dispositivi separati.

3.38.6. – Apparecchiature modulari con modulo normalizzato.
Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con passo base 17,5 mm con fissaggio a scatto su profilato normalizzato, ai sensi delle norme CEI (17-18).
In particolare:

a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione minimo 4500 A;
b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, porta-fusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
c) gli interruttori con relé differenziali fino a 63 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Devono essere del tipo ad azione diretta;
d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetra-polari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magneto-termica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un idoneo potere di interruzione;
e) gli interruttori automatici di cui in a) devono essere conformi alle norme CEI 23-3.
f) Gli interruttori differenziali di cui in c) e in d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e devono essere interamente assiemati a cura del costruttore.

3.38.7. – Interruttori scatolati.
Gli interruttori scatolati dovranno essere conformi alle Norme CEI 17-5.
Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, gli apparecchi da 100 a 250 A è preferibile abbiano stesse dimensioni d'ingombro.
Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio.

Il potere di interruzione considerato deve essere quello di servizio (I_{cs}) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.
Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

3.38.8. – Scatole di derivazione da incasso.
Le scatole porta-frutti da incasso saranno del tipo standard rettangolare ad alta capienza, costruite in materiale isolante autoestinguente, difficilmente deformabili, dotate di ampie superfici pre-tranciate per l'inserimento dei tubi e profilo che garantisca un'alta tenuta dell'incasso all'estrazione.
Dovranno disporre di inserti metallici pre-filettati per un comodo e sicuro fissaggio de supporti porta-apparecchi e delle placche di uso più comune; nella serie dovranno poter essere disponibili, oltre al tipo classico a tre posti, quello predisposto per quattro e sei apparecchi modulari. nonché quello per la presa telefonica uniformata SIP
Le scatole di derivazione da incasso saranno del tipo diaframmabile di dimensioni ampie ed idonee al contenimento comodo ed ordinato delle giunzioni. Saranno di forma rettangolare, costruite in materiale isolante autoestinguente, difficilmente deformabili, dotate di ampie superfici pre-tranciate per l'inserimento delle tubazioni e un profilo laterale robusto e conformato per opporre un'efficace resistenza dell'incasso all'estrazione.
I coperchi delle scatole di derivazione da incasso saranno in materiale isolante di elevata resistenza meccanica e saranno fissati con viti autofilettanti nel numero idoneo a garantire un'efficace chiusura; dovranno presentare la superficie esterna tinteggiabile con i più comuni prodotti per pareti.

3.38.9. – Scatole di derivazione da esterno.

Le scatole porta-apparecchi saranno costruite in materiale isolante autoestinguente e disponibili per l'alloggiamento da uno a otto apparecchi con modulo standard. Con questo tipo di contenitori dovrà essere possibile ottenere gradi di protezione meccanica lP40 (con scatole senza coperchio a membrana) ed IP44 (con coperchio).

Il raccordo delle scatole porta-apparecchi con l'impianto elettrico deve sempre essere realizzato mediante appositi accessori (pressa-cavi o pressa-tubo) in grado di garantire una idonea tenuta meccanica e conferire all'insieme particolare solidità.

Le scatole di derivazione da esterno saranno costruite con polimero ad alta resistenza agli urti, agli agenti chimici ed alla temperatura (115 ℃), con ca ratteristiche di doppio isolamento e grado di protezione minimo IP55.

Potranno essere dotate di fori pre-tranciati per il fissaggio degli accessori di raccordo con l'impianto, o di pareti lisce da forare con appositi utensili calibrati.

I coperchi dovranno essere fissati al corpo scatola con viti metalliche trattate contro la corrosione, oppure in acciaio inossidabile.

3.38.10. – Interruttori, deviatori, pulsanti e prese.

Gli apparecchi di comando per l'impianto di utilizzazione e le prese saranno di tipo modulare componibile, facenti parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

I tasti di azionamento saranno a bilancere con sporgenza tale da consentirne la manovra anche a gomito (DPR 27/04/78 n°384); i contatti sono realiz zati in argento 1000/1000 con portata nominale di 10A/16A a 250V.

Gli interruttori devono avere portata 16 A; è ammesso negli edifici residenziali l'uso di interruttori con portata di 10 A.

I frutti dovranno essere dotati di morsetti a doppia sede, a piastrina con viti a taglio combinato, dimensionati per poter ospitare conduttori con diametro fino a 2,5 mm; la doppia sede per consentire l'esecuzione di collegamenti tra diversi frutti.

Il morsetto per il conduttore di protezione delle prese, pur dovendo essere dello stesso tipo di quelli dei conduttori attivi, dovrà essere chiaramente contraddistinta.

Le prese a spina dovranno avere le parti attive protette da schermi in materiale isolante che impediscano il contatto, anche volontario, con le parti in tensione.

I frutti di comando e di utilizzazione descritti devono essere installati su scatole porta-frutto da incasso autoestinguenti che consentano l'inserimento di tre moduli, completi di supporto e mostrina in resina di colore a scelta della Direzione Lavori.

Nei servizi igienici i frutti di comando e utilizzazione saranno installati in scatole porta-frutto da incasso autoestinguenti complete di supporto e placca in resina con sportellino con membrana e guarnizione in modo da garantire grado di protezione 1P55.

Per impianti esistenti la serie deve preferibilmente essere adatta anche al montaggio in scatola rotonda normalizzata.

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

3.38.11. – Apparecchi di comando in edifici a destinazione sociale.

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

Devono essere inoltre facilmente individuabili e visibili anche in caso di illuminazione nulla, ai sensi del D.P.R. del 27 aprile 1978 n°384.