



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
COMUNE DI SAN DIDERO



COMMITENZA:

FIRME:

COMUNE DI SAN DIDERO

Via Roma, 1
10050 San Didero TO

Il Sindaco
BELLONE Loredana
Il Responsabile del Servizio Tecnico
VERSINO Geom. Denis

OGGETTO:

RECUPERO PORZIONE DI FABBRICATO
ESISTENTE SITO IN VIA ABEGG, 19

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

art. 23 comma 7 e 8 del Dec.Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.
art. 24 e seguenti e 33 e seguenti del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii.

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI - IMPIANTI MECCANICI
Relazione tecnica specialistica

CODICE	DATA	AGG.	PROTOCOLLO COMUNE:	ALLEGATO	PROGETTISTA
	16/11/2018	definitivo esecutivo		A / RTS	ING. Enrico PICCA
				SCALA	DISEGNATORE
				--	E.P.

DOTT. ING. Enrico PICCA
12037 SALUZZO (CN)
CORSO ROMA N°9 tel: 3409776061
E-mail: piccaenrico@gmail.com

INDICE

1	Premessa	1
1.1	Oggetto.....	1
2	Elenco elaborati di progetto	1
3	Criteri e normative	2
3.1	Impianti meccanici.....	2
3.1.1	Criteri generali di progetto.....	2
3.1.2	Parametri tecnici di riferimento e di progetto.....	2
3.1.3	Norma e legislazione applicabile	4
3.2	Impianti Elettrici e speciali	4
3.2.1	Criteri generali di progetto.....	4
3.2.2	Dati tecnici di progetto	5
3.2.3	Norma e legislazione applicabile	6
4	Descrizione delle opere meccaniche	8
4.1	Impianto di climatizzazione invernale.....	8
4.2	Impianto di adduzione idrica.....	8
4.3	Impianto di scarico acque scarico	8
5	Dimensionamento impianti meccanici.....	9
5.1	Calcoli energetici	9
5.1.1	Dispersioni dei locali	9
5.1.2	Perdite di calore per trasmissione.....	9
	Riscaldamento.....	10
5.1.3	Perdita di calore per trasmissione verso locali non riscaldati.....	10
5.1.4	Perdita di calore per ventilazione.....	11
5.1.5	Apporti solari attraverso superfici trasparenti.....	11
5.1.6	Apporti solari attraverso superfici opache	13
5.1.7	Fabbisogno energetico utile.....	16
	Riscaldamento.....	16
6	Caratteristiche tecniche dei materiali meccanici	18
6.1	Apparecchi terminali.....	18
6.1.1	Radiatori	18
6.2	Collettori complanari.....	18
6.2.1	Cassette di ispezione.....	18
6.3	Tubazioni in acciaio nero.....	18
6.3.1	Pezzi speciali	19
6.3.2	Giunzioni.....	19
6.3.3	Sostegni e staffaggi	20
6.3.4	Verniciature.....	20

6.3.5	Posa.....	21
6.4	Tubazioni multistrato	21
6.4.1	Materiali	21
6.4.2	Raccordi e pezzi speciali	22
6.4.3	Giunzioni.....	22
6.4.4	Sostegni e staffaggi	22
6.4.5	Posa.....	22
6.5	Tubazioni in polietilene ad alta densità.....	23
6.5.1	Materiali	23
6.5.2	Raccordi e pezzi speciali	23
6.5.3	Giunzioni.....	23
6.5.4	Sostegni e staffaggi	24
6.5.5	Posa.....	24
6.6	Valvolame per acqua di riscaldamento.....	24
6.6.1	Saracinesche	24
6.6.2	Valvole di intercettazione	25
6.6.3	Valvole di ritegno	25
6.6.4	Valvole a sfera	25
6.6.5	Detentori	25
6.7	Valvolame per acqua potabile	26
6.7.1	Valvole a flusso libero	26
6.7.2	Valvole di ritegno	26
6.8	Valvolame per acque nere.....	26
6.8.1	Saracinesche	26
6.8.2	Valvole di ritegno	26
6.9	Coibentazioni.....	26
6.10	Accessori per tubazioni acqua calda	28
6.10.1	Termometri	28
6.10.2	Manometri.....	28
6.10.3	Giunti antivibranti	28
6.10.4	Barilotti sfiato aria	28
6.11	Accessori per tubazioni acqua di acquedotto, acqua di consumo, per scarico apparecchi, etc.....	28
6.11.1	Termometri	28
6.11.2	Manometri.....	29
6.11.3	Giunti antivibranti	29
6.11.4	Riduttori di pressione	29
6.11.5	Collettori.....	29

7	Descrizione degli impianti elettrici e speciali	30
7.1	Oggetto delle opere e limiti di fornitura	30
7.2	Fornitura elettrica (POD)	30
7.3	Quadro elettrico (QG)	30
7.4	Impianti di distribuzione e forza motrice	30
7.4.1	Distribuzione principale	31
7.4.2	Distribuzione terminale	31
7.5	Impianto forza motrice	31
7.6	Altre utenze	32
7.7	Impianto di illuminazione	32
7.8	Impianto di illuminazione e segnaletica di sicurezza	32
7.9	Impianto TV	32
7.10	Impianto di terra	32
8	Dimensionamento impianti elettrici e speciali	33
8.1	Impianti elettrici	33
8.1.1	Software di calcolo	33
8.1.2	Calcolo delle correnti di corto circuito	34
8.1.3	Dimensionamento delle condutture	34
8.1.4	Tarature dei dispositivi di protezione	35
8.1.5	Coefficienti di correzione	35
8.1.6	Miglioramento del fattore di correzione	35
8.1.7	Caratteristiche delle apparecchiature	36
9	Caratteristiche tecniche dei materiali elettrici e speciali	36
9.1	Generalità	36
9.2	Quadri elettrici	36
9.3	Interruttori Automatici	36
9.4	Canalizzazioni e tubazioni	37
9.5	Cavi e conduttori	37
9.6	Cassette, scatole, derivazioni e giunzioni	37
9.7	Prese di corrente	37
9.8	Componentistica civile	38
10	Specifiche tecniche di esecuzione	38
10.1	Materiali e provviste	38
10.2	Modi di esecuzione delle opere	38
10.3	Ultimazione lavori, collaudo e consegna dell'opera	39
10.4	Prove e verifiche	39
10.4.1	Prove a vista	39
10.4.2	Verifiche strumentali	40

10.5	Collaudi preliminari - tarature e messe a punto degli impianti	40
10.6	Collaudi definitivi	41
10.7	Istruzione del personale e documentazione tecnica impianti.....	41

1 Premessa

1.1 Oggetto

Lo scopo del presente documento consiste nell'illustrare le scelte progettuali che sono state adottate per lo sviluppo del progetto definitivo/esecutivo degli impianti meccanici e degli impianti elettrici e speciali della porzione di fabbricato da recuperare accanto alla Casaforte nel Comune di San Didero.

Nella prima parte vengono innanzitutto definite le opere oggetto della progettazione nonché la normativa a cui si è fatto riferimento nella redazione del progetto.

Nella seconda parte dell'elaborato vengono descritte in dettaglio le opere previste e le soluzioni progettuali proposte.

Si precisa, a tal proposito, che lo sviluppo del progetto definitivo/esecutivo è stato condotto sostanzialmente entro i vincoli, parametri e scelte tecniche prescritte dalla normativa nazionale e regionale vigente per le strutture pubbliche.

2 Elenco elaborati di progetto

Costituiscono parte integrante del progetto gli elaborati sotto riportati:

ID	TITOLO	NOME FILE
Allegato "A/RTS"	Relazione tecnica specialistica	Allegato A
Allegato "B/RT"	Relazione tecnica di cui al comma 1 art.8 del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192	Allegato B
Allegato "C/CME"	Computo metrico estimativo	Allegato C
Tavola "1/IE"	Impianti elettrici e speciali	Tavola 1
IE_01	Impianti elettrici e speciali - Planimetria piano terra	
IE_02	Impianti elettrici e speciali - Planimetria piano primo	
IE_03	Impianti elettrici e speciali - Schema elettrico unifilare QG	
IE_04	Impianti elettrici e speciali - Schema a blocchi	
Tavola "2/IM"	Impianti meccanici	Tavola 2
IM_01	Impianto di riscaldamento e di adduzione idrica – Planimetria piano terra	
IM_02	Impianto di riscaldamento e di adduzione idrica – Planimetria piano prima	
IM_03	Impianto di riscaldamento – Schema generale impianto	
IM_04	Impianto di adduzione idrica – Schema altimetrico	
IM_05	Impianto di scarico e ventilazione – Planimetria piano terra	

IM_06	Impianto di scarico e ventilazione – Planimetria piano primo	
IM_07	Impianto di scarico – Schema altimetrico e particolari	

3 Criteri e normative

3.1 Impianti meccanici

3.1.1 Criteri generali di progetto

Il progetto degli impianti meccanici, qui di seguito illustrato, descrive in maniera precisa l'organizzazione generale e le tipologie impiantistiche adottate fissando nel contempo i parametri prestazionali generali che si richiede vengano garantiti dai vari tipi di impianto e le caratteristiche tecniche generali dei relativi componenti.

Partendo da questi presupposti il progetto ha provveduto ad individuare i principali aspetti di carattere dimensionale, topologico, distributivo e prestazionale dei vari sistemi impiantistici e dei singoli componenti, ponendo particolare attenzione nel perseguire per quanto possibile alcuni obiettivi principali che assumono concretezza nel momento della scelta delle singole apparecchiature e dei sistemi proposti.

Si tratta in particolare dei seguenti aspetti:

- ▶ un alto grado di integrazione tra i sistemi distributivi, terminali impiantistici ed edificio, in modo da consentire flessibilità, facilità di montaggio, chiarezza distributiva, sicurezza, plurifunzionalità e modularità;
- ▶ elevato livello di affidabilità, sia nei riguardi di guasti alle apparecchiature, sia nei riguardi di esigenze di sanificazione di alcune di esse, sia nei riguardi di eventi esterni, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature, di riserva, ecc;
- ▶ elevata attenzione al problema ambientale, sia nei confronti delle immissioni acustiche e di inquinanti chimici e fisici sia verso gli ambienti interni che verso l'esterno;
- ▶ manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utilizzazioni e cercando di creare il minor numero di interferenze possibili;
- ▶ flessibilità e modularità degli impianti intesa nel senso di: permettere un facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature;
- ▶ garantire la possibilità di riconfigurare intere sezioni di impianto, nel caso di ampliamenti o modifiche successive, senza creare gravi disservizi all'utenza;
- ▶ elevato grado di funzionalità e di comfort per gli addetti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli acustici, di ventilazione, termicoigrometrici;
- ▶ utilizzo diffuso di sistemi informatici di regolazione, controllo e gestione;

Risulta perciò importante l'aver concentrato in aree tecniche ben definite e facilmente controllabili e manutenibili le apparecchiature impiantistiche fondamentali per il funzionamento della struttura, conseguendo così anche una riduzione degli spazi tecnici destinati agli impianti.

3.1.2 Parametri tecnici di riferimento e di progetto

Vengono qui di seguito indicati i dati tecnici assunti a base dei dimensionamenti nel progetto degli impianti meccanici.

Caratteristiche geografiche

- ▶ Località San Didero
- ▶ Provincia Torino
- ▶ Altitudine s.l.m. 430 m
- ▶ Gradi giorno DPR 412/93 2999
- ▶ Zona climatica E

Località di riferimento

- ▶ per dati invernali Torino
- ▶ per dati estivi Torino

Stazioni di rilevazione

- ▶ per la temperatura Torino
- ▶ per l'irradiazione Torino
- ▶ per il vento Torino

Caratteristiche del vento

- ▶ Zona di vento: 1

Dati invernali

- ▶ Temperatura esterna di progetto -9,1 °C
- ▶ Stagione di riscaldamento convenzionale dal 15 ottobre al 15 aprile

Dati estivi

- ▶ Temperatura massima esterna progetto 29,6 °C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	0,2	2,1	7,3	10,9	17,0	21,1	22,6	21,6	18,1	11,3	5,8	1,6

Irradiazione solare media mensile

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Orizz.	53,2	89,1	135,4	185,2	228,0	263,9	277,8	233,8	169,0	104,2	55,6	45,1
S	93,6	118,3	131,9	121,9	114,5	117,4	127,9	135,5	140,2	124,6	82,5	88,6
SE/SO	73,6	99,5	124,5	135,8	139,1	148,4	161,8	158,6	141,5	108,3	66,8	68,4
E/O	42,8	68,0	99,1	128,1	149,5	170,0	181,3	158,5	120,6	78,1	42,5	37,3
NE/NO	21,0	37,7	60,8	91,2	122,1	145,2	149,9	118,9	79,0	45,1	23,9	17,1
N	19,2	30,9	41,9	58,8	90,5	112,9	111,0	79,4	51,9	35,3	21,8	16,1

Condizioni termoigrometriche interne di progetto

Ambiente	Inverno		Estate	
	Temp (°C)	Umid. Rel. (%)	Temp (°C)	Umid. Rel. (%)
Uffici	20	50	26	20

Affollamento	0,5 pers/m ²	UNI 10339
Ricambi aria BAGNI	8 Vol/h	UNI 10339

3.1.3 Norma e legislazione applicabile

Gli impianti rispetteranno integralmente, salvo esplicite deroghe previste dal presente “progetto” le seguenti disposizioni legislative e normative (riportate a titolo indicativo ma non esaustivo); ad esse si farà riferimento in sede di progettazione esecutiva e di collaudo finale. In particolare sarà rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compresi i rispettivi successivi aggiornamenti.

- ▶ D.Lgs. 81/08, riguardanti la sicurezza sul lavoro;
- ▶ D.Lgs. 37/08 del 22 gennaio 2008 “Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”;
- ▶ D.Lgs. 192/05 del 19 agosto 2005, coordinato con il D.Lgs. 311/06 del 29 dicembre 2006 e la L. 133/08 del 6 agosto 2008, e il D.P.R. 59/09 del 2 aprile 2009;
- ▶ DDG 02.06.09, n. 5796 Aggiornamento della procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici.
- ▶ DM 26.06.15, modalità di applicazione della metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche e dell'utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici nonché dell'applicazione di prescrizioni e requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici, attuativo dell'articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, come modificato dalla Legge 3 agosto 2013, n. 90 e dal decreto ministeriale 26 giugno 2015 recante adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- ▶ Norma UNI/TS 11300.
- ▶ Norma UNI 10339:1995 Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, ordine e fornitura;
- ▶ UNI 13779:2008 Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione;
- ▶ Standard ANSI/ASHRAE/ASHE 170:2008 Ventilation Standard. For Health Care Facilities;
- ▶ Circolare LLPP 22 Novembre 1974 n.13011;
- ▶ Regolamento locale di igiene tipo (titolo III);
- ▶ DGR 29 marzo 2006 n. 8/2244;
- ▶ Legge Finanziaria 2008, 24-12-2007 n. 144;
- ▶ Decreto Ministro dell'Ambiente n. 108/2006;
- ▶ D. Lgs. 152/2006;
- ▶ Regolamento Regionale n. 3/2006.

3.2 Impianti Elettrici e speciali

3.2.1 Criteri generali di progetto

Il progetto degli impianti elettrici e speciali, qui di seguito illustrato, descrive in maniera precisa l'organizzazione generale e le tipologie impiantistiche adottate fissando nel contempo i parametri prestazionali generali che si richiede vengano garantiti dai vari tipi di impianto e le caratteristiche tecniche generali dei relativi componenti.

Partendo da questi presupposti il progetto ha provveduto ad individuare i principali aspetti di carattere dimensionale, topologico, distributivo e prestazionale dei vari sistemi impiantistici e dei singoli componenti, ponendo particolare attenzione nel perseguire per quanto possibile alcuni obiettivi principali che assumono concretezza nel momento della scelta delle singole apparecchiature e dei sistemi proposti.

Si tratta in particolare dei seguenti aspetti:

- ▶ **elevato livello di affidabilità**, sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature,

sia nei riguardi di eventi esterni, grazie all'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca;

- ▶ **manutenibilità:** sarà possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utilizzazioni; i tempi di individuazione dei guasti o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle pari di scorta, saranno ridotti al minimo;
- ▶ **flessibilità e modularità** degli impianti intesa nel senso di:
 - garantire la possibilità di inserimento o di spostamento degli utilizzatori finali;
 - consentire l'ampliamento dei quadri elettrici principali e secondari, prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza;
 - permettere un facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature;
 - garantire la possibilità di riconfigurare intere sezioni di impianto, nel caso di ampliamenti o modifiche successive, senza creare disservizi all'utenza;
- ▶ **elevato frazionamento delle reti elettriche**, sia al fine di un buon livello di selettività (in caso di guasto sui circuiti terminali la parte di impianto che viene messa fuori servizio viene ridotta al minimo), sia per una maggiore flessibilità in caso di ampliamenti e modifiche successive;
- ▶ **sicurezza degli impianti**, sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica;
- ▶ **elevato grado di funzionalità e comfort** per gli addetti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento e degli apparecchi illuminanti;

3.2.2 Dati tecnici di progetto

- ▶ Alimentazione ENEL: BT-Trifase con neutro;
- ▶ Tensione nominale e max. variazione: 400/230V ($\pm 10\%$);
- ▶ Frequenza nominale e max variazione: ($50 \pm 2\%$) Hz;
- ▶ Icc presunta al punto di consegna: 10kA;
- ▶ Stato del neutro: a terra;
- ▶ Sistema di distribuzione: TT;
- ▶ Tensione nominale degli utilizzatori: 230V;
- ▶ Illuminamento minimo (E_m) impianto di illuminazione di sicurezza sul piano di calpestio. I valori indicati rispettano le indicazioni delle UNI 1838 e vengono aumentati in alcuni ambienti per un maggiore livello di sicurezza:

Tipo di interno, compito o attività	E_m
corridoi e percorsi di fuga in genere	5 lx

- ▶ Visibilità segnaletica luminosa di sicurezza > 20 m
- ▶ Potenza complessiva contemporanea richiesta:
 - rete normale: 6 kW – 230 V
- ▶ Cadute di tensione max ammesse sulle linee:
 - linee principali di distribuzione: 2%
 - linee secondarie di distribuzione: 2%
- ▶ Margine di sicurezza portate cavi e interruttori: 20%
- ▶ Riserva di spazio sui quadri principali e secondari: 20%
- ▶ Tipologia cavi utilizzati:
 - distribuzione principale: FG16OM16 0.6/1 kV
 - distribuzione terminale su tubazioni materiale plastico: FS17

Tipo di apparecchiatura	Altezza da terra (interasse scatola)
Pulsante a tirante isolante (WC)	>225cm
Presse e comando luce (WC)	110 – 120 cm
Comandi luce	90 cm
Quadro elettrico	160 cm
Presse da battiscopa	>7 cm
Presse (di corrente, dati e scatole di derivazione)	>17 cm

3.2.3 Norma e legislazione applicabile

Gli impianti sono progettati per rispettare, salvo esplicite deroghe previste nel progetto, tutte le disposizioni legislative e normative ad essi applicabili.

3.2.3.1 Corpo legislativo

- ▶ Legge n. 186 del 01.03. 1968 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici);
- ▶ Legge n.791 del 18.10.1977 (Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità europea (73/23/CEE) relativa alla garanzia di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione);
- ▶ DM del 30.11.1983 (Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi);
- ▶ DM 37/08 del 22/01/2008 (Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici);
- ▶ DPCM del 23.04.1992, (Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno);
- ▶ D.Lgs 81/08 del 09/04/2008 (Testo unico della sicurezza);
- ▶ DPR n. 503 del 24.07.1996, (Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici);
- ▶ DM del 10.03.1998 (Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro);
- ▶ Racc. Cons. Europeo n. 519 del 12.07.1999, (Raccomandazione del Consiglio Europeo relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz);
- ▶ Legge n. 36 del 22.02.2001, (Legge quadro sulla protezione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici);
- ▶ DPR n. 380 del 06.06.2001, (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia);
- ▶ DM del 18.09.2002 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private);
- ▶ DPCM 08/07/2003 (Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)) generati dagli elettrodotti;
- ▶ D. Lgs n. 257 del 19 novembre 2007, "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi degli agenti fisici (campi elettromagnetici)";

3.2.3.2 Corpo normativo

- ▶ Norme CEI 11-25 (2001) – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti;

- ▶ Norme CEI 11-26 (2013) – Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte I: Definizioni e metodo di calcolo;
- ▶ Norma CEI EN 61439-1 (2012) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri di BT). Parte 1: Regole generali;
- ▶ Norme CEI 64-8/1-7 (2012) e successive varianti - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V in c.c.
- ▶ Norme CEI 11-17 (2006) e successive varianti - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- ▶ Norme CEI 11-20 (2000) e successive varianti - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a rete di I e II categoria;
- ▶ Norme CEI 11-28 (1998) e successive varianti – Guida d’applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- ▶ Norme CEI del CT 20 (cavi per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- ▶ Norme CEI del CT 62: tutti i fascicoli applicabili;
- ▶ Norme CEI 103-1/1 a 103.1/16 (1997-2000) - Impianti telefonici interni;
- ▶ Norme CEI dei CT 210 (compatibilità elettromagnetica) e CT 211 (esposizione umana ai campi elettromagnetici);
- ▶ Guida CEI 211-4 (2008) “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- ▶ Guida CEI 211-6 (2001) “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”
- ▶ Norma UNI EN 1838 (2013) – Applicazioni dell’illuminotecnica – illuminazione di emergenza;
- ▶ Norma CEI EN 50173-1 (CEI 306-6) (2003) – Tecnologia dell’informazione – Sistemi di cablaggio generico – Parte 1: Requisiti generali e uffici;
- ▶ Norma CEI EN 50174-1 (CEI 306-3) (2001) – Tecnologia dell’informazione – Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità;
- ▶ Norma CEI EN 50174-2 (CEI 306-5) (2001) – Tecnologia dell’informazione – Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all’interno degli edifici;
- ▶ Norma CEI EN 50174-3 (2001) – Tecnologia dell’informazione – Installazione del cablaggio – Parte 3: Pianificazione e criteri di installazione all’esterno degli edifici;
- ▶ Norme CEI EN 61000-3-2 e CEI EN 61000-3-12 – Limiti di emissione armoniche (classe A);
- ▶ Norme CEI EN 61000-3-3 e CEI EN 61000-3-11 – Limiti di fluttuazioni di tensione e flicker;
- ▶ Norme CEI/UNI di prodotto applicabili per la progettazione, la costruzione, il collaudo in fabbrica e l’installazione dei singoli materiali, componenti ed apparati elettrici.

4 Descrizione delle opere meccaniche

Gli impianti da realizzare sono qui descritti; si premette che tutti gli staffaggi di tubazioni, ed apparecchiature saranno di tipo idoneo a resistere alle sollecitazioni derivanti da evento sismico, garantendo la funzionalità degli impianti.

Si prevede di realizzare un impianto a radiatori, collegato all'impianto già esistente costituito da una caldaia a condensazione da circa 100 kW di potenza che serve la "Casaforte".

Il fabbisogno termico invernale del fabbricato oggetto di recupero è complessivamente pari a circa 4,5 kW tra piano terra e piano primo.

Nel servizio igienico al piano primo verrà effettuata una elevata aspirazione dell'aria viziata, mediante un aspiratore elettrico centrifugo, per garantire il ricambio in vol/h minimo richiesto dalla normativa pari a 8 vol/h.

Nell'impostazione impiantistica si sono tenute in debita considerazione le esigenze manutentive al fine di agevolarne le operazioni per quanto possibile compatibilmente con le destinazioni d'uso delle varie zone e gli inevitabili vincoli architettonici/strutturali. Tutte le principali apparecchiature e macchinari sono posizionate in vari tecnici dedicati. Di seguito saranno illustrate le dotazioni impiantistiche dell'edificio in oggetto.

4.1 Impianto di climatizzazione invernale

L'impianto di riscaldamento è stato scelto del tipo a radiatori, in accordo con la Committenza.

Detto impianto sarà dimensionato con una riserva di potenza del 10% di quella risultante dai calcoli per l'utenza sopraelencata.

Si riportano di seguito le potenze necessarie per il corretto dimensionamento dell'unità:

- ▶ Potenza termica invernale: 4,5 kW

Il sistema è composto da n° 2 collettori, uno al piano terra che serve i n° 2 radiatori del locale "Soggiorno/cucina" ed uno al piano primo che serve n° 2 radiatori del locale "Camera" e n° 1 termoarredo del locale "Bagno".

I radiatori saranno in acciaio e dotati di valvole termostatiche per la regolazione singolo ambiente.

Le **tubazioni di collegamento dei collettori con i terminali saranno del tipo multistrato** e quelle di **collegamento tra i collettori e l'impianto esistente in multistrato ed acciaio**.

La termoregolazione dell'impianto avviene mediante n° 2 cronotermostati ambiente, uno per piano, come si evince dagli elaborati grafici.

4.2 Impianto di adduzione idrica

L'impianto di adduzione idrica è costituito da tubazioni di acqua calda e acqua fredda che sono derivati dalla centrale termica esistente e quindi dall'impianto termico già a servizio della Casaforte, mediante un accumulo di acqua calda sanitaria.

Le **tubazioni** si sviluppano come indicato nell'elaborato grafico e saranno in **multistrato**, composte quindi da un tubo interno in polietilene reticolato, uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato di testa longitudinalmente, uno strato legante e uno strato di protezione in polietilene ad alta densità.

Le tubazioni dovranno rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti destinati a venire a contatto con sostanze alimentari.

4.3 Impianto di scarico acque scarico

Verrà realizzato un impianto di scarico per il bagno al piano primo (Wc, doccia e lavabo) e della cucina al piano terra, con il percorso indicato nell'elaborato grafico, con **tubazioni in polietilene ad alta densità PEad**.

Tutte le opere saranno eseguite e mantenute nel pieno e rigoroso rispetto delle vigenti disposizioni di Legge e norme regolamentari.

Le acque saranno convogliate nella fossa biologica situata in prossimità del pozzetto di raccolta e sarà collocato precedentemente un pozzetto di ispezione situato nelle vicinanze del muro della cucina sotto l'androne; le acque saranno quindi convogliate al pozzetto sifonato.

5 Dimensionamento impianti meccanici

5.1 Calcoli energetici

5.1.1 Dispersioni dei locali

Zona termica

Locale	θ_i [°C]	P_i [W]	P_v [W]	P_{RH} [W]	P [W]
Soggiorno/cucina	20,00	1.725,76	299,01	275,68	2.300,46
Camera	20,00	1.424,11	265,02	249,40	1.938,53
Bagno	20,00	243,32	37,23	35,04	315,59
Totale zona		3.393,19	601,26	560,12	4.554,58

Totale subalterno		3.393,19	601,26	560,12	4.554,58
Totale edificio		3.393,19	601,26	560,12	4.554,58
TOTALE		3.393,19	601,26	560,12	4.554,58

Legenda

θ_i : temperatura interna
 P_i : potenza dispersa per trasmissione
 P_v : potenza dispersa per ventilazione
 P_{RH} : potenza di ripresa richiesta per compensare gli effetti del riscaldamento intermittente
 P : potenza dispersa totale

5.1.2 Perdite di calore per trasmissione

Strutture Esterne

Struttura	Esposizione	A [m ²]	U [W/m ² K]	H [W/K]
ME fronte	Sud	18,610	1,000	18,612
ME dx	Est	21,396	1,000	21,399
ME retro	Nord	14,171	1,000	14,173
ME retro controterra	Nord	14,646	0,848	12,413
FDV1 - 96x140	Sud	2,800	1,453	4,068
FDV1 - 96x205	Sud	3,936	1,402	5,517
FDV1 - 75x110	Est	1,400	1,407	1,970
Totale		76,960		78,152

Ponte termico	Esposizione	l [m]	ψ [W/mK]	H [W/K]
PT1 (metà)	Nord	13,000	0,050	0,650
PT1 (metà)	Sud	14,000	0,050	0,700
PT1 (metà)	Est	11,000	0,050	0,550
Serr	Est	4,800	0,150	0,720
Serr	Sud	21,640	0,150	3,246
Totale				5,866

H_b				84,018
-------	--	--	--	--------

Perdite di calore per trasmissione verso il terreno

Struttura	A [m ²]	P [m]	S_w [m]	d_{is} [m]	λ_{is} [m]	D [m]	z [m]	U_w [W/m ² K]	ϵ [m]	U_g [W/m ² K]	H [W/K]
PAV PT	25,062	20,000	0,60	---	---	---	---	---	---	---	6,156
Totale	25,062										6,156

Ponte termico	l [m]	ψ [W/mK]	H [W/K]
PT1 (metà)	7,000	0,050	0,350
PT1 (metà)	4,000	0,050	0,200
PT1 (metà)	7,000	0,050	0,350

PT1 (metà)		4,000	0,050	0,200
Totale				1,100
H _g	25,062			7,256

Riscaldamento

5.1.3 Perdita di calore per trasmissione verso locali non riscaldati

Strutture verso il locale Vicino

Struttura	A [m ²]	U [W/m ² K]	H [W/K]
ME sx vs non risc	22,020	0,918	20,204
	22,020		20,204

Ponte termico	l [m]	ψ [W/mK]	H [W/K]
PT1 (metà)	9,000	0,050	0,450
			0,450
Totale			20,654
b _{tr}			0,500
H _U Vicino [W/K]			10,327

Strutture verso il locale Sottotetto

Struttura	A [m ²]	U [W/m ² K]	H [W/K]
SOF vs sottotetto	25,858	0,200	5,176
	25,858		5,176
Totale			5,176
b _{tr}			0,900
H _U Sottotetto [W/K]			4,659
H _U [W/K]			14,986

Mese	gg	θ _{int,set,H} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{tr,adj} [W/K]	Fr*Φ _r [W]	Q _{sol,op} [kWh]	Q _{H,tr} [kWh]
Gennaio	31	20,0	0,2	19,8	106,260	67,365	56,581	1.558,871
Febbraio	28	20,0	2,1	17,9	106,260	69,896	72,218	1.252,929
Marzo	31	20,0	7,3	12,7	106,260	67,156	101,582	952,408
Aprile	15	20,0	10,1	9,9	106,260	84,013	55,069	354,379
Ottobre	17	20,0	9,9	10,1	106,260	62,327	43,445	420,698
Novembre	30	20,0	5,8	14,2	106,260	54,345	52,225	1.073,303
Dicembre	31	20,0	1,6	18,4	106,260	62,276	51,314	1.449,672
Totale								7.062,259

Legenda

A: area struttura
U: trasmittanza termica struttura
H: coefficiente di scambio termico
b_{tr}: fattore di correzione del locale
l: lunghezza ponte termico
ψ: trasmittanza termica lineica ponte termico
θ_{int,set,H}: temperatura interna di set-up nel periodo di riscaldamento
θ_{int,set,C}: temperatura interna di set-up nel periodo di raffreddamento
θ_e: temperatura esterna
T_a: temperatura locale adiacente
H_{tr,adj}: coefficiente di scambio termico per trasmissione
Fr*Φ_r: extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste
Q_{H,tr}: energia scambiata nel periodo di riscaldamento
Q_{C,tr}: energia scambiata nel periodo di raffreddamento
P: perimetro pavimento esposto al terreno
S_w: spessore pareti perimetrali
d_{is}: spessore isolante
λ_{is}: conduttività isolante
D: larghezza isolamento di bordo
z: altezza pavimento dal terreno
U_w: trasmittanza pareti spazio areato
ε: area apertura di ventilazione
U_g: trasmittanza pavimento interrato

5.1.4 Perdita di calore per ventilazione

V [m ³]	n [1/h]	q _{ve} [m ³ /h]	H [W/K]
123,971	0,50	61,985	20,662

Mese	gg	$\theta_{int,set,H}$ [°C]	θ_e [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	H _{ve,adj} [W/K]	Q _{H,ve} [kWh]
Gennaio	31	20,0	0,2	19,8	20,662	304,373
Febbraio	28	20,0	2,1	17,9	20,662	248,537
Marzo	31	20,0	7,3	12,7	20,662	195,229
Aprile	15	20,0	10,1	9,9	20,662	73,735
Ottobre	17	20,0	9,9	10,1	20,662	85,306
Novembre	30	20,0	5,8	14,2	20,662	211,246
Dicembre	31	20,0	1,6	18,4	20,662	282,852
Totale						1.401,3

Mese	gg	$\theta_{int,set,C}$ [°C]	θ_e [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	H _{ve,adj} [W/K]	Q _{C,ve} [kWh]
Giugno	21	26,0	21,3	4,7	20,662	49,035
Luglio	31	26,0	22,6	3,4	20,662	52,266
Agosto	26	26,0	21,4	4,6	20,662	58,745
Totale						160,046

Legenda

V: volume netto locale
n: ricambi d'aria
q_{ve}: portata d'aria
H_{ve,adj}: coefficiente di scambio termico
 $\theta_{int,set}$: temperatura interna
 θ_e : temperatura esterna
Q_{H,ve}: energia scambiata nel periodo di riscaldamento
Q_{C,ve}: energia scambiata nel periodo di raffreddamento

5.1.5 Apporti solari attraverso superfici trasparenti

Riscaldamento

FDV1 - 75x110 su ME dx (esposizione Est)

Mese	gg	I _{sol} [W/m ²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m ²]	A _{sol,w} [m ²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	42,8	0,577	1,000	1,000	1,000	0,698	0,907	0,365	11,634
Febbraio	28	68,0	0,596	1,000	1,000	1,000	0,722	0,907	0,390	17,824
Marzo	31	99,1	0,606	1,000	1,000	1,000	0,617	0,907	0,339	24,993
Aprile	15	121,5	0,611	1,000	1,000	1,000	0,588	0,907	0,326	14,264
Ottobre	17	68,9	0,599	1,000	1,000	1,000	0,582	0,907	0,316	8,897
Novembre	30	42,5	0,587	1,000	1,000	1,000	0,640	0,907	0,341	10,428
Dicembre	31	37,3	0,578	1,000	1,000	1,000	0,710	0,907	0,372	10,312
Totale										98,352

FDV1 - 96x140 su ME fronte (esposizione Sud)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m ²]	A _{sol,w} [m ²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	93,6	0,655	1,000	1,000	1,000	0,530	0,850	0,295	20,566
Febbraio	28	118,3	0,636	1,000	1,000	1,000	0,524	0,850	0,284	22,555
Marzo	31	131,9	0,601	1,000	1,000	1,000	0,530	0,850	0,271	26,580
Aprile	15	124,2	0,558	1,000	1,000	1,000	0,571	0,850	0,271	12,104
Ottobre	17	113,7	0,625	1,000	1,000	1,000	0,501	0,850	0,266	12,355
Novembre	30	82,5	0,651	1,000	1,000	1,000	0,513	0,850	0,284	16,835
Dicembre	31	88,6	0,658	1,000	1,000	1,000	0,501	0,850	0,280	18,471
Totale										129,466

FDV1 - 96x205 su ME fronte (esposizione Sud)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m ²]	A _{sol,w} [m ²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	93,6	0,655	1,000	1,000	1,000	0,530	1,299	0,451	31,430
Febbraio	28	118,3	0,636	1,000	1,000	1,000	0,524	1,299	0,434	34,470
Marzo	31	131,9	0,601	1,000	1,000	1,000	0,530	1,299	0,414	40,620
Aprile	15	124,2	0,558	1,000	1,000	1,000	0,571	1,299	0,414	18,498
Ottobre	17	113,7	0,625	1,000	1,000	1,000	0,501	1,299	0,407	18,882
Novembre	30	82,5	0,651	1,000	1,000	1,000	0,513	1,299	0,433	25,727
Dicembre	31	88,6	0,658	1,000	1,000	1,000	0,501	1,299	0,428	28,229
Totale										197,855

FDV1 - 96x140 su ME fronte (esposizione Sud)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m ²]	A _{sol,w} [m ²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	93,6	0,655	1,000	1,000	1,000	0,530	0,850	0,295	20,566
Febbraio	28	118,3	0,636	1,000	1,000	1,000	0,524	0,850	0,284	22,555
Marzo	31	131,9	0,601	1,000	1,000	1,000	0,530	0,850	0,271	26,580
Aprile	15	124,2	0,558	1,000	1,000	1,000	0,571	0,850	0,271	12,104
Ottobre	17	113,7	0,625	1,000	1,000	1,000	0,501	0,850	0,266	12,355
Novembre	30	82,5	0,651	1,000	1,000	1,000	0,513	0,850	0,284	16,835
Dicembre	31	88,6	0,658	1,000	1,000	1,000	0,501	0,850	0,280	18,471
Totale										129,466

FDV1 - 96x205 su ME fronte (esposizione Sud)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m ²]	A _{sol,w} [m ²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	93,6	0,655	1,000	1,000	1,000	0,530	1,299	0,451	31,430
Febbraio	28	118,3	0,636	1,000	1,000	1,000	0,524	1,299	0,434	34,470
Marzo	31	131,9	0,601	1,000	1,000	1,000	0,530	1,299	0,414	40,620
Aprile	15	124,2	0,558	1,000	1,000	1,000	0,571	1,299	0,414	18,498
Ottobre	17	113,7	0,625	1,000	1,000	1,000	0,501	1,299	0,407	18,882
Novembre	30	82,5	0,651	1,000	1,000	1,000	0,513	1,299	0,433	25,727
Dicembre	31	88,6	0,658	1,000	1,000	1,000	0,501	1,299	0,428	28,229
Totale										197,855

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,w,mn}$ [kWh]	$Q_{sd,w}$ [kWh]	$Q_{sol,w}$ [kWh]
Gennaio	115,626	0,000	115,626
Febbraio	131,875	0,000	131,875
Marzo	159,392	0,000	159,392
Aprile	75,467	0,000	75,467
Ottobre	71,371	0,000	71,371
Novembre	95,552	0,000	95,552
Dicembre	103,712	0,000	103,712
Totale	752,995	0,000	752,995

5.1.6 Apporti solari attraverso superfici opache

Riscaldamento

ME dx (esposizione Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	42,8	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	16,351
Febbraio	28	68,0	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	23,455
Marzo	31	99,1	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	37,856
Aprile	15	121,5	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	22,471
Ottobre	17	68,9	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	14,441
Novembre	30	42,5	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	15,710
Dicembre	31	37,3	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	14,240
Totale											144,524

ME retro controterra (esposizione Nord)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	19,2	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	4,258
Febbraio	28	30,9	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	6,187
Marzo	31	41,9	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	9,286
Aprile	15	55,0	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	5,897
Ottobre	17	31,8	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	3,866
Novembre	30	21,8	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	4,667
Dicembre	31	16,1	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	3,566
Totale											37,728

ME fronte (esposizione Sud)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	93,6	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	31,110
Febbraio	28	118,3	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	35,513
Marzo	31	131,9	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	43,837
Aprile	15	124,2	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	19,967
Ottobre	17	113,7	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	20,724
Novembre	30	82,5	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	26,519
Dicembre	31	88,6	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	29,437
Totale											207,106

ME retro (esposizione Nord)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	19,2	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	4,862
Febbraio	28	30,9	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	7,064
Marzo	31	41,9	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	10,603
Aprile	15	55,0	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	6,733
Ottobre	17	31,8	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	4,414
Novembre	30	21,8	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	5,329
Dicembre	31	16,1	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	4,071
Totale											43,077

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sd,op}$ [kWh]	Q_{si} [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Gennaio	56,581	0,000	0,000	0,000	56,581
Febbraio	72,218	0,000	0,000	0,000	72,218
Marzo	101,582	0,000	0,000	0,000	101,582
Aprile	55,069	0,000	0,000	0,000	55,069
Ottobre	43,445	0,000	0,000	0,000	43,445
Novembre	52,225	0,000	0,000	0,000	52,225
Dicembre	51,314	0,000	0,000	0,000	51,314
Totale	432,435	0,000	0,000	0,000	432,435

Raffrescamento

ME dx (esposizione Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	21	171,6	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	44,428
Luglio	31	181,3	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	69,278
Agosto	26	158,4	1,000	1,000	1,000	0,6	21,4	1,000	0,040	0,514	50,755
Totale											164,461

ME retro controterra (esposizione Nord)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	21	112,0	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	16,823
Luglio	31	111,0	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	24,604
Agosto	26	81,3	1,000	1,000	1,000	0,6	14,6	0,848	0,040	0,298	15,107
Totale											56,534

ME fronte (esposizione Sud)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	21	119,3	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	26,864
Luglio	31	127,9	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	42,491
Agosto	26	134,9	1,000	1,000	1,000	0,6	18,6	1,000	0,040	0,447	37,606
Totale											106,961

ME retro (esposizione Nord)

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	21	112,0	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	19,208
Luglio	31	111,0	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	28,092
Agosto	26	81,3	1,000	1,000	1,000	0,6	14,2	1,000	0,040	0,340	17,250
Totale											64,550

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Giugno	107,323	0,000	107,323
Luglio	164,465	0,000	164,465
Agosto	120,719	0,000	120,719
Totale	392,507	0,000	392,507

Legenda

- F_{hor} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad ostruzioni
- F_{fin} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad oggetti orizzontali
- F_{ov} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad oggetti verticali
- α_{sol} : coefficiente di assorbimento della radiazione solare
- A_c : area della struttura
- $U_{c,eq}$: trasmittanza termica della struttura
- R_{se} : Resistenza superficiale esterna della struttura
- $A_{sol,op}$: area equivalente
- $Q_{sol,op,mn}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi
- $Q_{sol,mn,u}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare negli ambienti non climatizzati adiacenti
- $Q_{sd,op}$: apporti serra diretti attraverso le partizioni opache
- Q_{si} : apporti serra indiretti attraverso le partizioni opache e trasparenti
- $Q_{sol,op}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi comprensivi degli apporti serra e degli apporti degli ambienti non climatizzati adiacenti

5.1.7 Fabbisogno energetico utile

Riscaldamento

Mese	Q _{H,tr} [kWh]	Q _{H,ve} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{sol,w} [kWh]	γ _H	η _{H,gn}	Q _{H,nd} [kWh]
Gennaio	1.558,9	304,4	234,5	115,6	0,188	0,991	1.516,2
Febbraio	1.252,9	248,5	211,8	131,9	0,229	0,986	1.162,7
Marzo	952,4	195,2	234,5	159,4	0,343	0,963	768,4
Aprile	354,4	73,7	113,5	75,5	0,441	0,936	251,3
Ottobre	420,7	85,3	128,6	71,4	0,395	0,949	316,2
Novembre	1.073,3	211,2	226,9	95,6	0,251	0,982	967,9
Dicembre	1.449,7	282,9	234,5	103,7	0,195	0,990	1.397,6
Totale							6.380,5

Raffrescamento

Mese	Q _{C,tr} [kWh]	Q _{C,ve} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{sol,w} [kWh]	γ _C	η _{C,ls}	Q _{C,nd} [kWh]
Giugno	191,8	49,0	158,8	117,2	1,146	0,934	51,2
Luglio	183,0	52,3	234,5	177,2	1,750	0,994	178,0
Agosto	228,6	58,7	196,7	139,1	1,168	0,939	65,9
Totale							295,0

Acqua calda sanitaria

Mese	gg	V _w [l]	θ _{er} [°C]	θ ₀ [°C]	Q _{W,nd}
Gennaio	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Febbraio	28	90,98	11,69	40,00	83,81
Marzo	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Aprile	30	90,98	11,69	40,00	89,80
Maggio	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Giugno	30	90,98	11,69	40,00	89,80
Luglio	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Agosto	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Settembre	30	90,98	11,69	40,00	89,80
Ottobre	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Novembre	30	90,98	11,69	40,00	89,80
Dicembre	31	90,98	11,69	40,00	92,79
Totale					1.092,58

Fabbisogno energia primaria per il riscaldamento della zona

Mese	Q _{H,nd} [kWh]	Q' _H [kWh]	η _e [%]	η _c [%]	η _d [%]	η _{gn} [%]	η _g [%]	Q _{pnren,H} [kWh]	Q _{pren,H} [kWh]	Q _{ptot,H} [kWh]
Gennaio	1.516,2	1.509,6	93,0	97,0	94,0	86,8	69,8	2.170,8	4,0	2.174,8
Febbraio	1.162,7	1.156,7	93,0	97,0	94,0	84,8	68,3	1.701,8	3,2	1.704,9
Marzo	768,4	761,7	93,0	97,0	94,0	77,4	62,6	1.227,8	2,3	1.230,1
Aprile	251,3	248,1	93,0	97,0	94,0	58,2	47,2	532,4	1,0	533,4
Ottobre	316,2	312,5	93,0	97,0	94,0	61,7	50,0	631,8	1,2	633,0
Novembre	967,9	961,4	93,0	97,0	94,0	81,5	65,7	1.473,4	2,7	1.476,1
Dicembre	1.397,6	1.390,9	93,0	97,0	94,0	85,9	69,1	2.022,4	3,8	2.026,1
Totale	6.380,5	6.341,0	93,0	97,0	94,0	81,1	65,4	9.760,4	18,2	9.778,6

Fabbisogno energia primaria per il raffrescamento della zona

Mese	$Q_{C,nd}$ [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{pnrn,C}$ [kWh]	$Q_{pren,C}$ [kWh]	$Q_{ptot,C}$ [kWh]
Giugno	51,2	100,0	---	---	---	---	0,0	0,0	0,0
Luglio	178,0	100,0	---	---	---	---	0,0	0,0	0,0
Agosto	65,9	100,0	---	---	---	---	0,0	0,0	0,0
Totale	295,0	100,0	---	---	---	---	0,0	0,0	0,0

Fabbisogno energia primaria per l'acqua calda sanitaria della zona

Mese	$Q_{W,nd}$ [kWh]	η_{er} [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{pnrn,W}$ [kWh]	$Q_{pren,W}$ [kWh]	$Q_{ptot,W}$ [kWh]
Gennaio	92,8	100,0	85,7	86,8	56,5	164,1	6,2	170,3
Febbraio	83,8	100,0	85,7	84,8	55,5	151,1	5,6	156,7
Marzo	92,8	100,0	85,7	77,4	51,3	181,0	6,2	187,2
Aprile	89,8	100,0	85,7	58,2	39,9	225,3	6,1	231,4
Maggio	92,8	100,0	85,7	27,5	19,9	465,5	6,7	472,2
Giugno	89,8	100,0	85,7	27,5	19,9	450,5	6,5	457,0
Luglio	92,8	100,0	85,7	27,5	19,9	465,5	6,7	472,2
Agosto	92,8	100,0	85,7	27,5	19,9	465,5	6,7	472,2
Settembre	89,8	100,0	85,7	27,5	19,9	450,5	6,5	457,0
Ottobre	92,8	100,0	85,7	61,7	42,0	220,7	6,3	227,0
Novembre	89,8	100,0	85,7	81,5	53,6	167,7	6,0	173,7
Dicembre	92,8	100,0	85,7	85,9	56,0	165,6	6,2	171,8
Totale	1.092,6	100,0	85,7	43,4	30,6	3.573,0	75,8	3.648,8

Legenda

- $Q_{H,tr}$: energia scambiata per trasmissione
- $Q_{H,ve}$: energia scambiata per ventilazione
- Q_{int} : energia da apporti gratuiti interni
- $Q_{sol,w}$: energia da apporti solari interni (superfici trasparenti)
- γ : rapporto tra apporti interni e energia scambiata per trasmissione e ventilazione
- μ : fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti
- $Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento
- $Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
- $Q_{W,nd}$: fabbisogno energetico utile per l'acqua calda sanitaria
- Q_{H} : fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi
- $Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
- η_e : rendimento di emissione
- η_c : rendimento di regolazione
- η_d : rendimento di distribuzione
- η_{gn} : rendimento di generazione
- η_g : rendimento globale
- Q_p : fabbisogno di energia primaria

6 Caratteristiche tecniche dei materiali meccanici

6.1 Apparecchi terminali

6.1.1 Radiatori

I corpi scaldanti (radiatori) saranno in acciaio o in alluminio, devono essere omologati e l'emissione termica nominale deve essere garantita e determinata in base alla normativa vigente (UNI EN 442).

I corpi scaldanti devono essere ubicati nelle posizioni previste dai disegni di progetto; comunque ogni volta che sia possibile, in corrispondenza dei davanzali delle finestre o delle pareti perimetrali esterne.

Essi sono installati in modo da distare:

- ▶ non meno di 3 cm dalla parete su cui sono addossati;
- ▶ non meno di 10 cm dal pavimento;
- ▶ non meno di 10 cm da un eventuale mensola soprastante;
- ▶ non meno di 15 cm dalla parete perpendicolare al radiatore (lato valvola);
- ▶ non meno di 10 cm dalla parete perpendicolare al radiatore (lato opposto alla valvola)

Quando il corpo scaldante è ad elementi gli attacchi di entrata ed uscita acqua devono essere posti sullo stesso lato se il numero degli elementi è inferiore a 14, mentre devono essere su lati opposti quando il numero degli elementi è uguale o maggiore di 14.

I corpi scaldanti sono sempre corredati di tutti gli accessori di collegamento e fissaggio (nipples, tappi, guarnizioni, mensolame, etc.).

Corpi scaldanti in acciaio – Sono prodotti con tubi e lamiere di acciaio controllati prima della lavorazione.

Ogni radiatore preassemblato viene collaudato con aria alla pressione 1,3 volte quella di esercizio.

Tutti i radiatori vengono trattati con procedimenti di fosfograssaggio, prima verniciatura a cataforesi e seconda verniciatura con smalti a polveri epossidiche.

6.2 Collettori complanari

I collettori complanari vengono impiegati per la distribuzione dell'acqua ai singoli corpi scaldanti. Sono composti da due tubazioni principali (diam. 28, 35 o 40 mm) con attacchi di testa filettati (fem. diam. 3/4", 1" o 1"1/4) e con derivazioni laterali realizzate con tubi (diam. 12 o 14 mm) ed attacchi filettati (maschio diam. 3/8" o 1/2").

I tubi costituenti le derivazioni laterali sono alternativamente passanti attraverso la tubazione affiancata; in corrispondenza dell'attraversamento la sezione della tubazione principale attraversata viene aumentata.

I collettori sono realizzati impiegando tubazioni in rame CU DHP UNI 5649-71; le giunzioni sono con brasatura capillare all'argento; la finitura è realizzata con verniciatura epossidica

6.2.1 Cassette di ispezione

Le cassette di ispezione consentono l'alloggiamento di collettori complanari e, in genere, di organi di intercettazione e regolazione.

Sono realizzate in lamiera zincata, spessore 10/10, e corredate di coperchio con fissaggio a mezzo di viti a brugola. Il coperchio, dotato di dispositivi di aerazione, e la eventuale parte visibile del telaio sono in acciaio inossidabile 18/8 AISI 304.

6.3 Tubazioni in acciaio nero

Le tubazioni in acciaio nero sono del tipo senza saldatura e possono essere conformi solo a:

UNI EN 10255:2007 "Tubi in acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni tecniche di fornitura", in acciaio non legato Fe 330, con o senza filettatura alle estremità, per i diametri nominali fino a 2";

UNI EN 10216:2005 "Tubi senza saldatura in acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Tubi in acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente", in acciaio non legato Fe 320, con estremità lisce, per i diametri da DN 65 a DN 400;

ASTM A 106 Gr.B, esecuzione ANSI B 36.10 - Schedule 40

6.3.1 Pezzi speciali

I pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo, congruenti, per materiale, caratteristiche costruttive e provenienza, con il tubo sul quale vengono installati. Devono quindi essere disponibili, nei diametri assoluti e relativi, curve a 45° e 90° ed a raggio ampio e corto, riduzioni concentriche ed eccentriche, flange ed accessori, ecc.. Curve - Per tubi UNI EN 10255:2007 e UNI EN 10216:2005 le curve a 45° e 90°, fino al diametro esterno 33,7 mm sono realizzate a freddo con piegatrice. Quelle di diametro superiore sono del tipo stampato a caldo, senza saldatura, giunzione a saldare (UNI 7929:1979). Per tubi ASTM le curve a 45° e 90° sono in esecuzione secondo ANSI B 16.28, estremità smussate secondo ANSI B 16.25, ricavate da tubo senza saldature ASTM A 106 Gr.B, fornite secondo ASTM A.234 in acciaio Gr.WPB. Raccordi - Per tubi UNI EN 10255:2007 e UNI EN 10216:2005 i cambiamenti di diametro devono essere realizzati con pezzo speciale opportuno, stampato a caldo, senza saldatura, giunzione a saldare. Per tubi ASTM i cambiamenti di diametro devono essere realizzati con pezzo speciale in esecuzione secondo ANSI B 16.9, estremità smussate secondo ANSI B 16.25 fig.A, ricavate da tubo senza saldature ASTM A 106 Gr.B, fornite secondo ASTM A.234 in acciaio Gr.WPB. Flange - Le flange da installare sulle tubazioni sono del tipo a collarino a saldare di testa (UNI EN 1092- 1:2003), di PN uguale a quello degli organi di intercettazione inseriti sulla tubazione stessa. Sono fornite per tubi della serie ISO ed hanno gradino di tenuta UNI EN 1092- 1:2003 Le guarnizioni sono di tipo piano, non metallico, a base di amianto e gomma sintetica, spessore 2 mm; i bulloni sono a testa e dado esagonali UNI 5727-65.

6.3.2 Giunzioni

La giunzione di tubazioni in acciaio nero può essere realizzata mediante flange o mediante saldatura. La giunzione mediante flange deve essere eseguita con materiali congruenti con quanto specificato al paragrafo precedente.

La giunzione mediante saldatura di tubazioni UNI EN 10255:2007 e UNI EN 10216:2005 deve essere eseguita da saldatore qualificato con il procedimento ad arco ed elettrodo metallico.

Sono ammesse saldature a gas (ossido acetileniche) solo su tubazioni con diametro esterno non superiore a 33.7 mm. Dopo l'esecuzione la saldatura deve sempre essere martellata e spazzolata. Possono essere richiesti controlli radiografici a campione.

Solo qualora questi controlli segnalassero saldature inaccettabili potrà essere richiesto il controllo radiografico di tutte le saldature.

La giunzione di tubazioni ASTM è realizzata con il procedimento ad arco ed elettrodo metallico. Il personale addetto alla saldatura di tubazioni ASTM deve essere preventivamente sottoposto in cantiere a prova di saldatura, secondo la specifica suddetta ed è ritenuto idoneo solo in seguito a risultato positivo del controllo radiografico, cui vengono sottoposti pezzi campione di saldatura eseguiti.

Sono sempre richiesti controlli radiografici a campione.

Qualora i controlli segnalino saldature inaccettabili potrà essere richiesto il controllo radiografico di tutte le saldature. Devono invece essere sempre sottoposti a controllo radiografico (sull'intera circonferenza per il 100% delle saldature) i collettori installati in

circuiti con tubazioni ASTM.

Nel caso in cui l'esito degli esami non risulti positivo, le saldature non idonee devono essere rifatte e sottoposte nuovamente ad esame radiografico, fino ad ottenere risultato positivo.

6.3.3 Sostegni e staffaggi

Sono ammessi i seguenti tipi di sostegni e staffaggi:

- ▶ tondo diam. 10 mm sagomato ad "U" con estremità filettate ancorate ad un profilato ad U secondo UNI EU 54:1981. L'ancoraggio è realizzato, su ognuna delle estremità filettate del tondo con un dado dalla parte del tubo e con dado e controdado dalla parte del profilato;
- ▶ tubo zincato da 1/2" ancorato superiormente ad un piattello su cui viene fissata la parte superiore di un bracciale zincato destinato ad accogliere la tubazione da sostenere. Le due parti del bracciale sono serrate con due bulloni. Tra il bracciale zincato e la tubazione è interposto un nastro sintetico. Il piattello è reso solidale alla superficie orizzontale (soffitto) mediante tasselli, è rettangolare ed ha la dimensione parallela all'asse del tubo pari alla distanza tra l'asse del tubo e la superficie stessa;
- ▶ tassello ancorato superiormente alla superficie orizzontale ed avente all'estremità inferiore una cerniera su cui è vincolato un tirante regolabile realizzato con due pezzi di tondo metallico diam. 10 mm. Il tirante, a sua volta, sostiene un bracciale zincato che accoglie la tubazione;
- ▶ scarpetta saldata longitudinalmente sulla generatrice inferiore del tubo. La scarpetta è sostenuta da un profilato ad U secondo UNI EU 54:1981 previa interposizione di un tondo d'appoggio. Sul profilato ad U saranno saldati dei fermi per impedire traslazioni verticali e trasversali (rispetto all'asse del tubo) alla scarpetta.

Altri tipi possono essere sottoposti ad approvazione previa presentazione del disegno di dettaglio. In generale lo staffaggio deve essere metallico, smontabile, verniciato o zincato e realizzato in modo tale da non consentire la trasmissione di rumori o vibrazioni alle strutture. Qualora siano previsti supporti a rullo occorre prevedere, tra tubo e rullo, un'apposita sella, solidale con il tubo, di altezza tale da sporgere dallo spessore dell'isolamento. Il supporto a rullo deve essere di tipo prefabbricato, monoblocco, da fissare alla struttura di sostegno mediante saldatura, di dimensioni correlate al diametro del tubo sostenuto ed allo spostamento laterale. Il supporto a rullo ha telaio e rullo in acciaio al carbonio, boccole e ralle reggispinta in materiale autolubrificante a base di P.T.F.E., perni in acciaio inossidabile. La distanza massima fra supporti è riportata nella tabella sottostante; I tubi sono considerati pieni d'acqua.

Diametro tubo <i>pollici</i>	DN	Tubi in acciaio <i>[m]</i>
3/4 "	20	2,1
1" + 1" 1/2	25 – 40	2,1
2" + 2" 1/2	50 – 65	3,0
3"	80	3,7
4"	100	4,2
5"	125	4,8

6.3.4 Verniciature

Tutte le parti ferrose dell'impianto non altrimenti finite (tubazioni nere, staffaggi, sostegni, ecc.) devono essere protette con due mani di vernice antiruggine di diverso colore, dopo essere state accuratamente preparate con raschiatura e spazzolatura. Per le tubazioni

percorse da fluidi con temperature \leq a 90 °C la vernice antiruggine è costituita da minio in olio di lino cotto (spessore di ogni mano: micron 30).

6.3.5 Posa

- a) Negli attraversamenti di pareti e solai ciascun tubo deve essere contenuto in controtubo in acciaio zincato, posato con le opere edili. Tra la superficie esterna della tubazione, o quella della eventuale coibentazione, e la superficie interna del controtubo deve rimanere un'aria libera di almeno 5 mm. L'aria libera deve essere successivamente riempita con lana di roccia o altro materiale incombustibile. Il controtubo deve sporgere dal filo di pareti e solai di almeno 2 cm. Nel caso di più tubi affiancati, i controtubi devono essere fissati ad un supporto comune che permetta di garantire il mantenimento del passo fra le tubazioni. In corrispondenza di queste zone non devono essere realizzate giunzioni.
- b) Le tubazioni costituenti circuiti di acqua calda di riscaldamento, acqua refrigerata, acqua di raffreddamento ed in genere circuiti chiusi, devono essere installate rispettando le opportune pendenze onde ottenere il naturale sfogo dell'aria verso l'alto. Nei punti alti della distribuzione occorre prevedere dispositivi di sfogo con barilotto e rubinetto a maschio.
- c) Tutte le apparecchiature ed i macchinari (batterie di scambio, scambiatori di calore, serbatoi in genere, collettori, ecc.), nonché i punti bassi dei circuiti, devono essere collegati alla rete scarichi con tubazioni sifonate singolarmente ed intercettate con rubinetto a maschio od a sfera. Lo scarico deve essere visibile, realizzato attraverso imbuto e comodamente accessibile.
- d) Nel montaggio delle tubazioni si deve tener conto dei giunti di dilatazione del fabbricato adottando, qualora non siano espressamente previsti, quegli accorgimenti atti a non far risentire alle tubazioni delle dilatazioni dell'edificio.
- e) I cambiamenti di diametro, realizzati sempre con apposito raccordo, non devono mai essere realizzati contemporaneamente ad un cambiamento di direzione. Le derivazioni devono sempre essere realizzate con invito nel senso del flusso.
- f) Le tubazioni di diametro nominale 3/8" devono essere impiegate solo per aria, mai per acqua.
- g) Le tubazioni devono essere posate con spazature sufficienti per consentire lo smontaggio e l'agevole esecuzione dell'isolamento; devono essere opportunamente sostenute nei punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc., affinché il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento.
- h) Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, ecc. deve sempre essere eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi (diametro nominale $<$ DN 40).
- i) A montaggio completato le reti di tubazioni devono essere pulite mediante soffiatura con aria compressa e mediante lavaggi e scarichi ripetuti.

6.4 Tubazioni multistrato

Le tubazioni multistrato vengono utilizzate per il sistema di adduzione idrica all'interno dei servizi igienici.

6.4.1 Materiali

Il tubo multistrato è composto da un tubo interno in polietilene reticolato, uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato di testa longitudinalmente, uno strato legante e uno strato di protezione in polietilene ad alta densità. Le tubazioni devono rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti destinati a venire a contatto con sostanze alimentari.

6.4.2 Raccordi e pezzi speciali

Raccordi e pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo del costruttore del tubo.

Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. deve essere quindi disponibile nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: gomiti flangiati, gomiti maschio e femmina, raccordi a T uguali e ridotti, giunti di collegamento, riduzioni, raccordi diritti filettati maschio o femmina, raccordi svitabili conici, ecc.

6.4.3 Giunzioni

Le giunzioni sono effettuate pressando direttamente il tubo sul raccordo con le apposite attrezzature omologate del sistema.

Le istruzioni del fabbricante contenute nelle apposite schede tecniche, riguardo il montaggio e la posa in opera, devono essere scrupolosamente osservate.

6.4.4 Sostegni e staffaggi

Le tubazioni in vista devono essere sostenute mediante supporti a collare in acciaio zincato montati su tassello ad espansione. Tra collare e tubo deve essere interposto nastro in materiale sintetico.

La distanza minima tra due sostegni consecutivi è in relazione al diametro del tubo sostenuto:

Diametro esterno [mm]	Distanza max tra i sostegni [m]	
	Tubazioni montanti	Tubazioni orizzontali
16	1,5	1
22 ; 28	2	1,5
35 ; 42	3	2
54	3	2,5

In corrispondenza di qualsiasi tipo di diramazione devono essere previsti supporti appena prima ed appena dopo la medesima.

6.4.5 Posa

- Negli attraversamenti di pareti e solai ciascun tubo deve essere contenuto in controtubo in acciaio zincato, posato con le opere edili. Tra la superficie esterna della tubazione, o quella della eventuale coibentazione, e la superficie interna del controtubo deve rimanere un'aria libera di almeno 5 mm. L'aria libera deve essere successivamente riempita con lana di roccia o altro materiale incombustibile. Il controtubo deve sporgere dal filo di pareti e solai di almeno 2 cm. Nel caso di più tubi affiancati, i controtubi devono essere fissati ad un supporto comune che permetta di garantire il mantenimento del passo fra le tubazioni. In corrispondenza di queste zone non devono essere realizzate giunzioni.
- Eventuali tratti di tubazione in rame posati nel sottofondo di pavimenti devono essere realizzati senza alcuna giunzione.
- Nella posa di reti convoglianti acqua calda nel sottofondo di pavimenti devono sempre essere impiegate tubazioni preisolate con materiale sintetico espanso.
- Nel montaggio delle tubazioni si deve tener conto dei giunti di dilatazione del fabbricato adottando, qualora non siano espressamente previsti, quegli accorgimenti

atti a non far risentire alle tubazioni delle dilatazioni dell'edificio.

- e) A montaggio completato le reti di tubazioni devono essere pulite mediante soffiatura con aria compressa e mediante lavaggi e scarichi ripetuti.

6.5 Tubazioni in polietilene ad alta densità

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad) vengono utilizzate per convogliare acqua potabile e acqua di scarico, con temperatura massima 60 °C, gas combustibili, unicamente come tubazioni interrate.

6.5.1 Materiali

Le tubazioni PEad convoglianti acqua potabile e acqua di scarico devono essere secondo UNI 10910:2001, tipo 312, PN 2,5, 4, 6, 10, 16.

Le tubazioni in PEad convoglianti acqua potabile devono rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti destinati a venire a contatto con sostanze alimentari.

Qualora le tubazioni in PEad vengano installate interrate e convogliano acqua di scarico, possono essere secondo UNI EN 1266-1:2006, tipo 303.

Tubazioni e raccordi possono essere di tipo insonorizzato; l'isolamento acustico è ottenuto mediante mantello di elastomero termoplastico PTE, monoblocco con il tubo. I tubi sono dotati anche di strato esterno in polietilene.

6.5.2 Raccordi e pezzi speciali

Raccordi e pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo del costruttore del tubo.

Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. Deve essere quindi disponibile nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: riduzioni centriche ed eccentriche, curve a 45° e 90° a raggio ampio e corto, curve per raccordo in pendenza (88 1/2°), curve ridotte, braghe a 45° semplici e doppie, braghe 88 1/2°, ispezioni, mitrie, manicotti scorrevoli e di innesto, raccordi a vite, flange, ecc.

6.5.3 Giunzioni

Le giunzioni sono realizzate con uno dei seguenti sistemi:

- a) saldatura testa a testa;
- b) saldatura con manicotto a resistenza elettrica;
- c) manicotto scorrevole;
- d) manicotto ad innesto.

Se le tubazioni convogliano acqua potabile possono essere impiegati solo i primi due sistemi.

a) La saldatura testa a testa è eseguita con l'apposita apparecchiatura a specchio caldo; il procedimento è a mano per tubi fino al diametro 75 mm; per i diametri maggiori è necessario l'impiego dell'apposita attrezzatura di serraggio dei pezzi da collegare.

b) La giunzione con manicotto a resistenza elettrica è ottenuta per fusione, collegando il pezzo speciale all'apposita apparecchiatura. Questo tipo di saldatura è impiegato qualora occorra realizzare collegamenti con una tubazione già in opera, quando la saldatura testa a testa sia realizzabile con difficoltà e nel caso di tubazioni da annegare in getto di calcestruzzo.

c) La giunzione con manicotto scorrevole è impiegata quando sia necessario assorbire dilatazioni del tubo (vedi posa).

d) La giunzione con manicotto ad innesto è impiegata per il collegamento di terminali ed apparecchi sanitari.

6.5.4 Sostegni e staffaggi

Le tubazioni libere devono essere fissate alle superfici di appoggio attraverso sostegni in tre pezzi:

- 1) piastra quadrata portante manicotto diametro 1/2" e completa di quattro tasselli ad espansione o di zanche a murare,
- 2) tubo diametro 1/2" di collegamento,
- 3) braccialetto a due collari con manicotto diametro 1/2"; il tutto in acciaio zincato. A seconda che lo staffaggio sia fisso o scorrevole (vedi oltre) tra il braccialetto ed il tubo viene interposta una coppella a mordere in acciaio o una guarnizione in plastica.

6.5.5 Posa

Quando le tubazioni in PEad convogliano acqua di scarico:

- a) Le tubazioni suborizzontali possono essere installate sia annegate in getto di calcestruzzo sia libere staffate. Quando le tubazioni sono annegate nel getto, le dilatazioni termiche sono completamente assorbite grazie all'elasticità del materiale. E' però necessario che le giunzioni di diramazione siano realizzate con manicotto a resistenza e che i tratti rettilinei siano intercalati (almeno ogni m 2) da collettori a flangia; ciò al fine di evitare lo scorrimento del tubo nel getto. Le tubazioni libere sono installate invece con supporti fissi e scorrevoli impiegando manicotti di dilatazione ogni 6 metri massimo. La distanza tra i supporti non deve essere superiore a 10 volte il diametro nominale del tubo.
- b) Le reti suborizzontali qualsiasi sia il sistema di posa devono essere poste in opera conservando una pendenza nel senso del flusso non inferiore all'1 % e devono avere diametro minimo 50 mm.
- c) Le tubazioni verticali sono poste in opera con manicotti di dilatazione ogni 3,5 m ca (uno ogni piano dopo gli stacchi) e supporti scorrevoli. I punti fissi sono realizzati o annegando nelle solette le braghe di derivazione oppure con supporto fisso associato al manicotto scorrevole.
- d) Le colonne di scarico devono innalzarsi, conservando il diametro, fino oltre la copertura dell'edificio (ventilazione primaria) culminando con idoneo esalatore. Tappi di ispezione, a tenuta stagna di acqua, vapori ed esalazioni, debbono essere previsti in corrispondenza di ogni cambiamento di direzione, ad ogni estremità ed almeno ogni 15 m di percorso delle tubazioni, sia in verticale che in orizzontale, e comunque ai piedi di ogni colonna.
- e) Le derivazioni di scarico sono raccordate tra loro e con le colonne sempre nel senso del flusso con angolo tra assi non superiore a 45°.
- f) Particolare attenzione e le necessarie precauzioni devono essere riservate al problema della trasmissione dei rumori.

6.6 Valvolame per acqua di riscaldamento

Il valvolame ha in generale le seguenti caratteristiche:

- ▶ pressione massima ammissibile = 16 bar
- ▶ temperatura di esercizio = 100°C
- ▶ guarnizioni di tenuta in PTFE

6.6.1 Saracinesche

Le saracinesche poste su tubazioni di acqua calda, di riscaldamento, acqua refrigerata, ecc. sono del tipo a corpo piatto rinforzato, a vite interna, attacchi a flangia, PN 16; corpo e coperchio in ghisa GG 25 meehanite, sede di tenuta ed asta in acciaio inox, cuneo flessibile in ghisa, tenuta dell'asta con guarnizione di gomma EDPM ed anelli di fissaggio in materiale sintetico rinforzato con fibra di vetro.

Le saracinesche si intendono sempre complete di controflange a collarino secondo UNI 2281-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 2229-67, bulloni e guarnizioni.

6.6.2 Valvole di intercettazione

Le valvole di intercettazione poste sulle tubazioni di acqua calda di riscaldamento, refrigerata, ecc. sono del tipo a tappo, a flusso avviato.

Le valvole da DN15 a DN200 sono a tenuta morbida, esenti da manutenzione, attacchi a flangia PN 16, corpo e coperchio in ghisa GG25 meehanite, asta in acciaio inox, tappo in ghisa GG25 meehanite con rivestimento in EPDM.

Le valvole oltre DN200 sono del tipo esenti da manutenzione, tenuta a soffietto con premistoppa di sicurezza, attacchi a flangia PN 16, corpo e coperchio in ghisa GG25 meehanite, sede, asta, soffietto e tappo in acciaio inox.

Le valvole si intendono sempre complete di controflange a collarino secondo UNI 2282-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 2229-67, bulloni e guarnizioni .

6.6.3 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno poste sulle tubazioni di acqua calda di riscaldamento, refrigerata, ecc. sono del tipo a disco fino a DN 200 e del tipo a doppio battente per DN superiori.

Le valvole di ritegno a disco hanno otturatore a disco fino a DN 100 ed a cono da DN 125 a DN 200.

Le valvole di ritegno fino a DN 100 hanno corpo, sede e guida in ottone speciale, con anello di centraggio a spirale, otturatore a disco in acciaio inox tenuta morbida in EPDM, molla in acciaio per molle; da DN 125 a DN 200 hanno corpo in ghisa grigia GG25, sede, guida ed otturatore a cono in ghisa, tenuta morbida in EPDM; oltre DN 200 hanno corpo in ghisa grigia GG 25, battenti in ghisa sferoidale con tenuta morbida in EPDM.

I due battenti hanno sezione semicircolare e sono incernierati separatamente per mezzo di due supporti, l'angolo di apertura per ciascun battente è limitato a 80°.

Tutte le valvole di ritegno sono PN 16, del tipo wafer da inserire tra controflange a collarino secondo UNI 2282-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 2229-67 e si intendono sempre complete di controflange, bulloni e guarnizioni.

6.6.4 Valvole a sfera

Le valvole a sfera poste su tubazioni di acqua calda di riscaldamento, acqua refrigerata, ecc., dal diametro 3/8" al diametro 2" sono del tipo monoblocco a passaggio pieno, attacchi a manicotto, PN 16; corpo e sfera in ottone, guarnizioni in teflon, leva in lega di alluminio.

Le valvole a sfera dal diametro DN 40 al DN100 sono del tipo monoblocco, a passaggio pieno, attacchi a flangia, PN 16; corpo e sfera in ottone, guarnizioni in teflon, leva in lega di alluminio.

Si intendono sempre complete di controflange a collarino secondo UNI 2282-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 229-67, bulloni e guarnizioni.

Le valvole a sfera di diametro superiore a DN 100 sono del tipo wafer da inserire tra controflange PN 16, corpo in acciaio al carbonio, sfera in acciaio inox, guarnizioni in teflon, leva in acciaio.

Si intendono sempre complete di controflange, guarnizioni e bulloni come più sopra descritto.

6.6.5 Detentori

I detentori sono del tipo ad asta mobile con regolazione micrometrica, completi di fermo per la limitazione della corsa.

Hanno corpo, dado, canotto, coperchio, asta ed otturatore in ottone; doppia tenuta con anello o-ring in neoprene e con bussola precompressa in amianto grafitato; volantino in materiale plastico resistente alla temperatura; attacchi a manicotto.

La finitura esterna è nichelata.

Possono essere forniti nella versione "diritta" e in quella "a squadra".

Se la tubazione di adduzione acqua è in rame devono essere completi di appositi raccordi (adattatore per tubo in rame e anima di rinforzo).

6.7 Valvolame per acqua potabile

6.7.1 Valvole a flusso libero

Gli organi di intercettazione posti sulle tubazioni di acqua fredda di acquedotto, di pozzo, di consumo e di acqua calda di consumo di diametro fino a 2" sono valvole a tappo, a flusso libero, attacchi a manicotto PN 16; corpo in bronzo, dado premistoppa, vitone, albero ed otturatore in ottone; volantino in ghisa, baderna in amianto, sede Jenkins.

Dette valvole sono sempre complete di bocchettone a sede piana maschio-femmina tipo U2 UNI 5211-70 in ghisa malleabile bianca zincato.

Per i diametri dal DN 65 le valvole a tappo, a flusso libero, hanno attacchi a flangia PN 16 e si intendono sempre complete di controflange, guarnizioni e bulloni.

6.7.2 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno poste sulle tubazioni di acqua fredda di acquedotto, di pozzo, di consumo e di acqua calda di consumo di diametro fino a 2" sono del tipo a globo, attacchi a manicotto PN 16; corpo in bronzo ed otturatore in ottone.

Dette valvole sono sempre complete di bocchettone a sede piana maschiofemmina, tipo U2 UNI 5211-70 in ghisa malleabile bianca zincato.

Per i diametri dal DN 65 le valvole di ritegno sono del tipo a globo, attacchi a flangia PN 16; corpo in bronzo ed otturatore in ottone. Dette valvole si intendono complete di controflange, guarnizioni e bulloni.

6.8 Valvolame per acque nere

6.8.1 Saracinesche

Le saracinesche poste su tubazioni di acqua calda, di riscaldamento, acqua refrigerata, ecc. sono del tipo a corpo piatto rinforzato, a vite interna, attacchi a flangia, PN 16; corpo e coperchio in ghisa GG 25 meehanite, sede di tenuta ed asta in acciaio inox, cuneo flessibile in ghisa, tenuta dell'asta con guarnizione di gomma EDPM ed anelli di fissaggio in materiale sintetico rinforzato con fibra di vetro.

Le saracinesche si intendono sempre complete di controflange a collarino secondo UNI 2281-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 2229-67, bulloni e guarnizioni.

6.8.2 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno per acque nere sono del tipo a battente, attacchi a flangia PN 16; hanno corpo e coperchio in ghisa, battente (clapet) in ghisa rivestito in gomma. Sono dotate di tappo di svuotamento e si intendono sempre complete di controflange, guarnizioni e bulloni.

6.9 Coibentazioni

Tutte le tubazioni percorse o contenenti fluidi con temperatura maggiore di 45 °C ed inferiore a 14 °C devono essere coibentate termicamente.

Le tubazioni percorse o contenenti fluidi con temperatura compresa tra i 14 °C ed i 40 °C devono esser e coibentati per prevenire la condensa.

Le tubazioni devono essere coibentate singolarmente. La posa delle coibentazioni può avere inizio solo dopo l'esito positivo della prova di circolazione fluidi.

La verifica dell'isolamento in opera sarà eseguita come segue: effettuazione, secondo UNI 6267:1968, della misura dello spessore e rilevamento del valore secondo due diametri ortogonali, sottraendo dalla media di tale misura lo spessore dell'eventuale rivestimento protettivo. In nessun punto lo spessore in tal modo determinato dovrà risultare minore di quello minimo di progetto, per il diametro e la temperatura di esercizio previsti.

I valori minimi di isolamento da porre in opera per le tubazioni e gli impianti di riscaldamento, raffrescamento e distribuzione di acqua per usi igienico-sanitario, sono riportati nella tab.sottostante in accordo con le prescrizioni di legge vigenti (Legge n° 10/91, art. 4 comma 4 e successivo DPR n° 412 attuativo, allegato B).

I valori si riferiscono sia ai manufatti da installare sugli impianti sia a materiali formati in situ, sia a tubazioni preisolate.

Conducibilità termica utile dell'isolante [W/mK]	Diametro esterno della tubazione [m]					
	<20	20 ÷ 39	40 ÷ 59	60 ÷ 79	80 ÷ 99	≥ 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

I valori di conducibilità da adottare per individuare lo spessore minimo saranno quelli utili di calcolo. Per valori non riportati si procederà per interpolazione ed estrapolazione lineare arrotondando al valore superiore.

Per quanto riguarda le modalità di posa in opera, tutte le tubazioni dovranno essere coibentate in modo uniforme, senza strozzature o riduzioni di spessore curando la perfetta saldatura delle giunture del materiale isolante e non lasciando privi di coibentazione curve, raccordi, flange, valvole e saracinesche e quant'altro possa configurarsi come ponte termico. Inoltre dovranno essere previste appropriate protezioni superficiali nei casi in cui il materiale possa deteriorarsi per effetto della radiazione solare, dell'acqua o di cause meccaniche, chimiche o biologiche.

Le valvole e le saracinesche dovranno essere isolate riempiendo eventuali vuoti, dovuti alla sagoma irregolare di questi corpi, con materiale sfuso costipato, chiudendo il tutto in una scatola smontabile.

I materiali isolanti previsti a progetto, a seconda del diverso utilizzo delle tubazioni, saranno guaine isolanti tipo Armaflex o similare.

Le guaine isolanti dovranno essere in speciali elastomeri espansi, ovvero in spuma di resina sintetica e si dovranno utilizzare per tubazioni convoglianti fluidi da -20 °C a + 100 °C.

Dovranno essere del tipo resistente al fuoco e autoestinguento (classe 1) e avere struttura a cellule chiuse per conferire all'isolamento elevatissime doti di barriera al vapore.

A tutti i modelli dovrà essere allegata certificazione conforme a quanto prescritto dai VV.F.

6.10 Accessori per tubazioni acqua calda

6.10.1 Termometri

termometri sono del tipo ad espansione di mercurio, quadrante diametro 100 mm, cassa a tenuta stagna in acciaio inox AISI 304, anello di tenuta anteriore in acciaio inox, molle termometriche in acciaio al cromo molibdeno, completi di vite micrometrica di taratura e di guaina sfilabile filettata diametro 1/2" (pozzetto). La graduazione della scala (in °C) deve essere:

- ▶ 0 / 120 per acqua calda di riscaldamento;
- ▶ -10 / 40 per acqua refrigerata;
- ▶ 0 / 60 per acqua di torre e di recupero calore.

Tolleranza 0,5 °C.

I termometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto ed, in ogni caso, sull'entrata e sull'uscita del fluido di ciascun utilizzatore, devono essere omologati I.S.P.E.S.L..

6.10.2 Manometri

I manometri sono del tipo Bourdon, quadrante diametro 100 mm, perno radiale in ottone, cassa in alluminio a tenuta di polvere e spruzzi, anello di tenuta in alluminio o acciaio inox, elemento manometrico tubolare in lega di rame con saldature a stagno, movimento di precisione a orologeria di tipo rinforzato in ottone. Precisione classe III UNI.

Sono sempre completi di rubinetto portamanometro in bronzo con flangetta di controllo e serpentino in rame.

Il fondo scala deve essere compreso tra 1,25 e 2 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto. I manometri installati in corrispondenza di pompe o comunque su tutti i circuiti dove si verificano vibrazioni, colpi di ariete, ecc., devono essere a riempimento di glicerina.

I manometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto, devono essere omologati I.S.P.E.S.L..

6.10.3 Giunti antivibranti

I giunti antivibranti devono essere adatti per interrompere la trasmissione di rumori e per assorbire vibrazioni.

Sono del tipo con corpo in gomma EPDM, cilindrico, contenuto tra flange in acciaio PN 16 con gradino di tenuta. Si intendono sempre completi di controflange, bulloni e guarnizioni.

6.10.4 Barilotti sfiato aria

I barilotti di sfiato aria devono essere ricavati da tubo in acciaio nero, diametro esterno 60 mm.

Debbono essere con fondi bombati e dotati, superiormente ed inferiormente, di attacchi diametro 3/8" filettati. Lunghezza minima 300 mm.

6.11 Accessori per tubazioni acqua di acquedotto, acqua di consumo, per scarico apparecchi, etc.

6.11.1 Termometri

I termometri sono del tipo ad espansione di mercurio, quadrante diametro 100 mm, cassa a tenuta stagna in acciaio inox AISI 304, anello di tenuta anteriore in acciaio inox, molle termometriche in acciaio al cromo molibdeno, completi di vite micrometrica di taratura e di

guaina sfilabile filettata diametro 1/2" (pozzetto). Scala 0 - 120 °C. Tolleranza 0,5 °C.

I termometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto ed, in ogni caso, sull'entrata e sull'uscita del fluido di ciascun utilizzatore, devono essere omologati I.S.P.E.S.L..

6.11.2 Manometri

I manometri sono del tipo Bourdon, quadrante diametro 100 mm, perno radiale in ottone, cassa in alluminio a tenuta di polvere e spruzzi, anello di tenuta in alluminio o acciaio inox, elemento manometrico tubolare in lega di rame con saldature a stagno, movimento di precisione a orologeria di tipo rinforzato in ottone. Precisione classe III UNI.

Sono sempre completi di rubinetto porta manometro in bronzo con flangetta di controllo e serpentino in rame. Il fondo scala deve essere compreso tra 1,25 e 2 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto.

I manometri installati in corrispondenza di pompe o comunque su tutti i circuiti dove si verificano vibrazioni, colpi di ariete, ecc., devono essere a riempimento di glicerina.

I manometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto, devono essere omologati I.S.P.E.S.L.

6.11.3 Giunti antivibranti

I giunti antivibranti devono essere adatti per l'assorbimento di spostamenti assiali, laterali ed angolari, oscillazioni e vibrazioni.

Sono del tipo con corpo in gomma ad onda pronunciata con rete di supporto in nylon e flange di collegamento in acciaio PN 16 con gradino di tenuta.

6.11.4 Riduttori di pressione

I riduttori di pressione acqua sono del tipo a membrana in gomma con molla antagonista regolabile a vite.

- ▶ Pressione max a monte: 25 kg/cm²;
- ▶ pressione a valle : 1,2 - 7 kg/cm².

Corpo e calotta sono in bronzo; gli attacchi filettati sono completi di giunto. Il riduttore è munito di filtro incorporato in acciaio inox (maglia 0,25 mm) e di attacchi per manometro diametro 1/4" a monte ed a valle con tappo di guarnizione. Il riduttore deve sempre essere installato tra due valvole di intercettazione.

6.11.5 Collettori

I collettori di distribuzione acqua di acquedotto e di consumo (fredda e calda) sono ricavati da tubo in acciaio nero come descritto più sopra e zincati a bagno dopo la costruzione. Devono essere con fondi bombati e dotati, oltre che degli attacchi richiesti per il servizio, anche di quelli femmina e manicotto per termometro e manometro (diametro 1/2"), nonchè scarico.

I tronchetti per gli attacchi devono avere una lunghezza minima di 100 mm.

Quando gli attacchi sono flangiati le flange devono essere dello stesso PN della tubazione che si dirama. I collettori si intendono sempre accessoriati delle staffe di fissaggio e forniti con coibentazione.

7 Descrizione degli impianti elettrici e speciali

7.1 Oggetto delle opere e limiti di fornitura

Gli impianti oggetto della progettazione si possono così riassumere:

- ▶ Impianti elettrici:
 - Derivazione da quadro generale di edificio (Q-02) e protezione del montante;
 - quadro elettrico generale (QG);
 - linee e tubazioni principali e secondarie di distribuzione;
 - impianti di illuminazione generale e FM;
 - impianti di illuminazione di sicurezza;
 - impianto di terra e di equipotenzializzazione.
- ▶ Impianti speciali di comunicazione:
 - impianto trasmissione dati.

Nei capitoli seguenti vengono dettagliate tutte le opere previste suddivise per tipologia di impianto.

7.2 Fornitura elettrica (POD)

Nella realizzazione del presente progetto, in osservanza alle disposizioni normative e di legge, è stata prestata particolare attenzione alla sicurezza delle persone, sia in relazione alla protezione contro i contatti diretti, sia alla protezione contro i contatti indiretti. E' presente, in caso perduri la mancanza di alimentazione di rete dall'Ente fornitore, un gruppo elettrogeno da 10kVA dotato di dispositivo di scambio con interblocco con la rete ordinaria a livello del primo quadro di distribuzione. Esso fungerà da alimentazione di riserva per quelle parti di impianto, quali il circuiti di rivelazione incendio e rivelazione fughe gas, l'illuminazione ordinaria, nonché l'alimentazione dei circuiti e dei sistemi di sicurezza, il cui mancato funzionamento per assenza dell'alimentazione elettrica possa compromettere il benessere delle persone e l'efficienza dell'impianto elettrico.

In condizioni di funzionamento normale l'impianto elettrico è alimentato dalla rete elettrica dall'ente fornitore (20kW).

Si prevede di derivare l'alimentazione dell'edificio in oggetto (di seguito denominato "Alloggio") dal quadro generale del complesso (Q-02). Si dovrà prevedere pertanto l'installazione di un interruttore magneto termico differenziale sul quadro (32A – 2P – 6kA – 300mA) e la relativa dorsale di alimentazione con cavo FG16OM16 3G6mmq.

7.3 Quadro elettrico (QG)

Il quadro generale dell'alloggio sarà un centralino in PVC, con portella trasparente, da 24 moduli incassato a muro nel sottoscala al piano terra.

I vari circuiti a valle saranno alimentati attraverso interruttori di tipo modulare, magnetotermici e/o magnetotermici differenziali, con le opportune caratteristiche di intervento.

Le principali ripartizioni delle alimentazioni, sono i seguenti:

- ▶ Forza motrice;
- ▶ Luce;
- ▶ Luce di sicurezza;
- ▶ Cucina.

7.4 Impianti di distribuzione e forza motrice

Sono oggetto del presente paragrafo gli impianti della distribuzione terminale, a partire dalle

attestazioni lungo le dorsali fino ai singoli punti di utilizzazione (centri luminosi, punti prese, punti di comando, ecc.) e relative apparecchiature di utilizzazione (apparecchi illuminanti, frutti di comando e utilizzazione, ecc.).

7.4.1 Distribuzione principale

Tutte le condutture dei circuiti di energia e correnti deboli saranno, per quanto possibile, installate sotto traccia.

Laddove non sarà possibile installare le tubazioni sotto traccia, si utilizzeranno sistemi di tubazioni e/o canaline in PVC e/o metalliche, installate e verniciate in modo da rendere minimo l'impatto visivo, in funzione dell'estetica del locale di installazione.

Il conduttore di terra comune, sarà collegato con l'impianto dispersori e derivato insieme alle dorsali e le colonne montanti delle linee di energia.

Sono inoltre previste delle condutture per la distribuzione della telefonia, del segnale TV e dei circuiti correnti deboli in genere, in partenza dalla nicchia tecnica a lato del quadro generale Q-02, fino a raggiungere l'alloggio. Esse saranno installate in tubazioni e o canaline separate dai circuiti di energia.

Il dimensionamento delle condutture del sistema di distribuzione primaria è stato eseguito nel rispetto delle norme CEI 11-17 e 64-8, relativamente alla protezione dalle correnti di sovraccarico e di cortocircuito ed alla protezione contro i contatti indiretti, e considerando le portate dei cavi elettrici desunte dalle tabelle CEI-UNEL allegate alle tabelle di calcolo quadri elettrici.

Inoltre il dimensionamento è tale che la caduta di tensione di ogni conduttura non sia mai superiore al 4% con la corrente di impiego del carico.

Gli interruttori posti a protezione delle linee in uscita saranno del tipo automatico magnetotermico differenziale con portata, taratura e potere di interruzione adeguati ai parametri elettrici del punto di installazione e delle utenze da alimentare, come specificato nei disegni dei quadri e nelle tabelle di coordinamento protezioni.

Per la descrizione completa delle caratteristiche costruttive ed elettriche dei cavi e della tipologia di posa da utilizzare si rinvia a quanto indicato sugli schemi elettrici.

7.4.2 Distribuzione terminale

Ovunque i conduttori utilizzati saranno di tipo FG16OR16 e FS17 posati entro tubazioni in PVC di diametro adatto.

Verranno utilizzate tubazioni con colorazione distinta per le diverse reti ed impianti.

Tipo di impianto	Colori
Impianti elettrici	Nero
Trasmissione dati	Verde
Antintrusione, TVCC e speciali	Marrone

7.5 Impianto forza motrice

Per impianto di forza motrice si intendono gli impianti di alimentazione delle prese in servizio per le utenze portatili.

Per l'alimentazione degli apparecchi portatili e degli apparecchi di utilizzazione, all'interno dell'edificio, saranno installati gruppi prese come indicato sulle planimetrie di forza motrice di progetto, derivati con dorsali in cavo dal quadro elettrico QG. Essi saranno del tipo seguente:

- ▶ prese bipasso 2P+T 10/16 A
- ▶ prese UNEL 2P+T 10/16 A

Tutte le prese dovranno essere dotate del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o marchio equivalente e dovranno essere protette a monte da un interruttore automatico differenziale con soglia di intervento massima pari a $I_{dn}=30$ mA.

7.6 Altre utenze

Si prevede di predisporre altre utenze FM quali:

- ▶ **Estrattore bagno:** esso sarà comandato in parallelo all'accensione della luce nel locale e pertanto alimentato dalla stessa linea.
- ▶ **Cronotermostati:** si prevede l'installazione di n.2 cronotermostati, uno per piano, che permetteranno il comando delle rispettive elettrovalvole di zona poste sul collettore; inoltre mediante apposito circuito relè ognuno di essi sarà in grado di comandare l'elettropompa a progetto in caso di necessità.
- ▶ **Pompa riscaldamento:** si prevede un'apposita partenza sul quadro QG e sarà comandata come descritto dal punto precedente (vedere schema elettrico unifilare).

7.7 Impianto di illuminazione

Si prevede la predisposizione di opportuni punti luce dislocati nei vari locali; le accensioni da due o più punti saranno realizzate mediante pulsanti e relè.

7.8 Impianto di illuminazione e segnaletica di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà costituito da apparecchi a LED di emergenza con autonomia 1h.

Sono previste n.4 lampade di emergenze poste all'ingresso dei rispettivi piani e nella scala di accesso al piano superiore.

L'alimentazione sarà derivata da apposita linea dedicata posta sul quadro QG.

7.9 Impianto TV

L'impianto farà capo ad due antenne esistenti, una parabolica per la ricezione del segnale digitale da satellite ed una terrestre per la ricezione dei segnali VHF-UHF installate sul tetto di copertura dell'edificio. Un centralino convertirà i segnali digitali da satellite in altrettanti segnali sul circuito terrestre; pertanto basterà prevedere l'installazione dei circuiti per tale segnale con cavi di tipo coassiale 75 ohm, all'interno dei locali e delle camere dove è prevista la visione della TV.

Tutte le condutture nei luoghi di visione saranno del tipo incassato sotto traccia o a parete mentre le colonne montanti e le dorsali verranno posate entro le canaline predisposte per la distribuzione dei circuiti correnti deboli.

7.10 Impianto di terra

Tutti i collegamenti equipotenziali faranno capo ad un collettore posto in una scatola di derivazione nei pressi del quadro QG; il conduttore PE principale sarà invece collegato al collettore presente nel quadro Q-02.

8 Dimensionamento impianti elettrici e speciali

8.1 Impianti elettrici

Il dimensionamento delle linee elettriche BT di distribuzione e la scelta delle protezioni delle stesse è stato eseguito rispettando quanto prescritto dalle norme CEI 64-8, CEI-UNEL 35024 e CEI-UNEL 35026 (fattori di correzione della portata in funzione alle condizioni e al tipo di posa).

In particolare è stato utilizzato il seguente criterio:

- ▶ calcolo/stima della potenza alimentata (comprensiva dei coefficienti di utilizzazione e contemporaneità della linea), del tipo di alimentazione (monofase o trifase), della tensione di alimentazione e della lunghezza della linea;
- ▶ calcolo della corrente di impiego della linea;
- ▶ scelta del dispositivo di protezione con i relativi interventi (termico, magnetico, differenziale, ecc.);
- ▶ scelta del tipo di isolamento e materiale del cavo;
- ▶ dimensionamento della sezione del cavo conduttore in base alle condizioni di regime termico (portata effettiva con almeno il 20% di riserva) e di regime in corto circuito;
- ▶ calcolo delle correnti di corto circuito massime ad inizio linea;
- ▶ calcolo delle correnti di corto circuito minime a fine linea;
- ▶ calcolo delle c.d.t.% a fine linea;
- ▶ scelta del potere d'interruzione della protezione (potere di interruzione nominale estremo in corto circuito I_{cu}, secondo norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947.2);
- ▶ verifica del coordinamento delle protezioni;
- ▶ verifica della selettività di protezioni in cascata.

Le modalità rispettano quanto descritto dalla norma CEI 64-8 per la verifica dei cavi ed il coordinamento delle protezioni.

I calcoli di verifica del coordinamento delle protezioni sono stati effettuati in conformità alla Norma CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata" (2° ed. 2001) e i simboli utilizzati sono quanto più possibile conformi ad essa. Tali calcoli sono stati eseguiti cautelativamente nelle peggiori condizioni di carico, posa o lunghezza delle linee; sono state, inoltre, effettuate le verifiche del coordinamento delle protezioni e della selettività tra apparecchiature di protezione in cascata. Informazioni ulteriori a quelle indicate nei calcoli possono essere desunte dai cataloghi tecnici pubblicati dalla ditta costruttrice della marca utilizzata.

8.1.1 Software di calcolo

I calcoli delle correnti di corto circuito, delle c.d.t.%, la verifica delle portate in funzione al tipo di posa e tutti gli altri calcoli utili alla verifica delle protezioni e delle linee sono stati eseguiti mediante supporto tecnico informatico (software Progetto Integra della Ditta Exel), il quale analizza la rete impostata con:

- ▶ verifica della coerenza della rete;
- ▶ calcolo di Load Flow (modulo e fase delle correnti, potenze attiva e reattiva, ecc.);
- ▶ associazione delle protezioni agli oggetti da proteggere;
- ▶ dimensionamento automatico delle apparecchiature non inserite;
- ▶ calcolo delle correnti di guasto (minime e massime), simmetriche ed asimmetriche, in ogni nodo della rete;
- ▶ calcolo della verifica delle protezioni tenendo conto del vincolo di coordinamento (selettività e back-up).
- ▶ Calcolo delle correnti di carico

Il software Integra calcola le correnti di carico che passano nei rami della rete utilizzando il calcolo del Load Flow, risolto con il metodo di Newton-Raphson. Più in dettaglio Integra considera costanti:

- ▶ per la fornitura: la tensione e la fase (nodo V, δ);
- ▶ per i generatori la tensione nominale e la potenza attiva o, a scelta, le potenze attiva e reattiva nominali;
- ▶ per i carichi: le potenze attiva e reattiva nominali (nodo PQ, a potenza attiva e reattiva costanti) o, a scelta, la corrente nominale e il fattore di potenza.

Il programma calcola, quindi, le tensioni nei nodi della rete e, di conseguenza, le correnti che fluiscono nei rami. Integra risolve anche reti che non siano puramente radiali; nel caso in cui esistano rami tra loro in parallelo, il software di calcolo opera automaticamente per bilanciare la corrente trasportata nei singoli rami. Il programma è anche in grado di calcolare reti squilibrate e, se richiesto, può collegare i carichi monofasi e bifasi alle fasi più opportune per minimizzare lo squilibrio della rete.

8.1.2 Calcolo delle correnti di corto circuito

Integra calcola le correnti di corto circuito massime e minime secondo:

- ▶ il metodo dei componenti simmetrici
- ▶ la norma IEC 60909-1
- ▶ la norma IEC 61363-1 .

Nei calcoli effettuati nel progetto è stato scelto il metodo dei componenti simmetrici, il quale permette di calcolare la corrente di cortocircuito trifase, bifase e monofase. Nelle reti trifasi, il calcolo delle correnti di cortocircuito per guasti asimmetrici viene effettuato utilizzando l'algebra delle componenti simmetriche; il calcolo è basato sull'analisi di tre circuiti indipendenti, ognuno con una propria impedenza, senza accoppiamenti mutui. Con tale metodo, le correnti in ogni fase si ottengono per sovrapposizione delle correnti dei tre sistemi di componenti simmetrici diretto, inverso ed omopolare. Il metodo delle componenti simmetriche consente di calcolare il valore della corrente di corto circuito simmetrica (variabile nel tempo) e il valore di cresta massimo.

8.1.3 Dimensionamento delle condutture

Il dimensionamento delle condutture è stato effettuato, in accordo con la normativa CEI 64-8, sulla base dei seguenti criteri:

- ▶ portata massima della conduttura (regime stazionario);
- ▶ massima energia specifica sopportabile della conduttura (regime di corto circuito);
- ▶ verifica dei contatti indiretti a fine linea;
- ▶ massima caduta di tensione;

Per quanto attiene il primo criterio debbono essere soddisfatte le relazioni:

$$I_Z \geq I_n \geq I_B \\ 1,45 I_Z \geq I_f$$

essendo:

- I_Z : portata della conduttura nelle effettive condizioni di posa (secondo norme 64-8, CEI-UNEL 35024/1 e CEI-UNEL 35026);
- I_n : corrente nominale (regolata) del dispositivo di protezione;
- I_B : corrente di impiego (carico) della conduttura;
- I_f : corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

Per quanto attiene il secondo aspetto deve essere soddisfatta la relazione (norma CEI 64-8):

$$K^2 S^2 \geq I_{cc}^2 t$$

dove:

- Icc: valore della corrente di corto circuito al punto considerato;
- K: coefficiente che per conduttore di rame ed isolamento in gomma etilenpropilenica (massima temperatura di servizio 90°C e massima temperatura in condizioni di corto circuito 250°C) vale 143;
- t: tempo di eliminazione del guasto del dispositivo di protezione [s];
- S: sezione del cavo [mm²].

Per la verifica della protezione contro i contatti indiretti è stato verificato che la corrente di cortocircuito minima (a fine linea, a temperatura massima raggiungibile dal cavo) sia maggiore della corrente d'intervento della relativa protezione entro un tempo di interruzione di:

- 5s per circuiti di distribuzione non terminale;
- 0.4s per circuiti terminali con tensione fase-terra = 230Vca (0.4s).

Per quanto riguarda la caduta di tensione, il limite massimo di accettazione a partire dai quadri di alimentazione generali fino all'utenza terminale è stato posto pari al 4%.

Tale limite risulta rispettato anche nelle linee che per carico e lunghezza della linea risultano più sfavorevoli.

8.1.4 Tarature dei dispositivi di protezione

I valori di riferimento per la taratura degli interruttori di protezione sono la portata effettiva e la corrente d'impiego. La soglia di taratura I_n del relè termico è sempre significativamente inferiore al valore della portata effettiva del cavo.

Il valore delle correnti di carico I_B , per ciascuna linea elettrica di alimentazione, è stato calcolato in base alle potenze elettriche delle varie utenze, ottenute dai dati di targa delle apparecchiature in campo oppure stimate in maniera puntuale.

Il valore della portata effettiva I_Z , per ciascuna linea elettrica di alimentazione, deve essere superiore alla corrente di regolazione del relè termico della protezione a monte. Il calcolo della I_Z si basa sulle considerazioni che seguono.

8.1.5 Coefficienti di correzione

Per la scelta dei coefficienti di riduzione della portata di un cavo si è fatto riferimento alla norma CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria" e alla norma CEI-UNEL 35026 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata".

Portata effettiva di un cavo – posa in aria

La portata effettiva (indicata nella colonna: "portata effettiva I_o ") in Ampere di ciascun cavo è stata ricavata con la seguente formula prevista dall'art. 2.1 della Norma CEI-UNEL 35024/1:

$$I_Z = I_o \cdot k_1 \cdot k_2$$

dove

- I_o = è il dato di partenza per il calcolo di verifica ed è riferito alla portata in aria a 30° ricavata dalle tabelle I o II della Norma CEI-UNEL 35024/1 in funzione del metodo di installazione previsto;
- k_1 = fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30 °C ricavato dalla tabella III della Norma CEI-UNEL 35024/1;
- k_2 = fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato ricavato dalle tabelle IV, V, VI della Norma CEI-UNEL 35024/1.

8.1.6 Miglioramento del fattore di correzione

Non è stato preso in considerazione nessun miglioramento del fattore di correzione prescelto, anche se consentito dalla Norma CEI-UNEL 35024/1, come stabilito dagli Artt. 4.3

“Conduttori debolmente caricati” e 4.4: “Carico intermittente e variabile”.

8.1.7 Caratteristiche delle apparecchiature

Per effettuare i calcoli si è fatta una scelta di “marca”, secondo la quale si è resa possibile l’acquisizione delle caratteristiche delle apparecchiature scelte mediante l’esame della relativa documentazione tecnica (cavi, dispositivi di protezione e comando, ecc.). In fase di esecuzione si potranno proporre soluzioni diverse purchè equivalenti, in termini di coordinamento e di selettività, con quelle previste nel presente progetto.

La scelta del potere di interruzione dei dispositivi di protezione si basa sulla corrente Icu dei dati di targa degli stessi, per la quale deve risultare sempre

$$I_{cu} = I_{cc}$$

dove

- Icu = potere d’interruzione nominale estremo in corto circuito della protezione (secondo norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947.2)
- Icc = corrente di corto circuito massima nel punto di inserimento del dispositivo di protezione.

9 Caratteristiche tecniche dei materiali elettrici e speciali

9.1 Generalità

L’impresa installatrice dovrà fornire i materiali come richiesto dalle seguenti specifiche.

In ogni caso il direttore dei lavori dovrà essere sempre consultato, ed in fase di esecuzione dei lavori l’impresa dovrà fornire la campionatura dei materiali che intende utilizzare.

9.2 Quadri elettrici

Il quadro generale QG sarà un centralino del tipo modulare da incasso in parete a 24 moduli dotato di sportello trasparente frontale.

Per tutti i quadri, le barriere dovranno essere asportabili solamente tramite l’aiuto di un attrezzo; laddove fosse necessaria l’installazione di quadri con porte la cui apertura da accesso diretto sulle parti in tensione, gli stessi dovranno essere equipaggiati con un dispositivo che provochi all’atto dell’apertura, la messa fuori tensione del quadro, tramite blocco porta di tipo meccanico sull’interruttore generale del quadro. Tutti i quadri comunque dovranno essere equipaggiati con un interruttore generale che ponga fuori tensione tutte le barrature interne.

Le apparecchiature modulari dovranno essere installate su apposite barre profilate idonee. I cablaggi interni dovranno avvenire grazie a barre di distribuzione adeguatamente isolate o con cavi isolati in PVC non propagante l’incendio. Le linee in partenza dal quadro dovranno essere attestate in apposita morsettiera, contrassegnate da cartellini indicatori. Inoltre dovrà essere garantita la messa a terra della struttura dei contenitori metallici.

9.3 Interruttori Automatici

Gli interruttori automatici dovranno essere del tipo modulare da quadro in esecuzione fissa a 2 poli, o a un polo protetto più neutro sezionato; dovrà sempre essere garantito il sezionamento di tutte le fasi (fase e neutro). Dovranno essere dotati di sganciatore magnetotermico e/o magnetotermico differenziale, aventi correnti nominali di intervento magnetico, termico e differenziale come indicato sugli elaborati allegati, e potere di interruzione pari a 6.000 A (6 kA) per l’interruttore da installare sul quadro Q-02 e 4500 (4,5kA) per gli interruttori a bordo del centralino.

9.4 Canalizzazioni e tubazioni

Le tubazioni potranno essere del tipo in PVC serie pesante: flessibile da incasso sotto traccia o rigido posate a vista in parete, e saranno conformi alle norme CEI 23-8 e successive varianti e recanti il contrassegno del Marchio Italiano di Qualità (IMQ). I raggi di curvatura delle tubazioni, canali e passerelle, dovranno essere di valori tali da permettere un agevole infilaggio dei cavi, in pratica saranno compatibili con i raggi minimi di curvatura dei cavi posati. Il diametro interno dei tubi e la sezione delle eventuali canaline sarà pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi. Durante la posa non dovranno presentare asperità spigoli o sbavature tali da compromettere l'isolamento dei conduttori.

9.5 Cavi e conduttori

I cavi da installare nelle condutture predisposte dovranno essere:

- ▶ unipolari in rame isolati in PVC del tipo H07VK / FS17 per posa entro tubazioni incassate o a parete
- ▶ multipolari in rame isolati in EPR del tipo FG16OR16 per posa in esterno o in tubazioni interrate
- ▶ multipolari in rame isolati in EPR del tipo FG16OM16 per posa in esterno o in tubazioni interrate (Dorsale di alimentazione).

Tutti i cavi dovranno essere del tipo non propaganti la fiamma e l'incendio secondo le Norme CEI 20-22, e riportare il marchio di qualità IMQ.

Per i circuiti ausiliari, come i campanelli, i citofoni, telefoni ecc. saranno ammessi cavi di tipo N05VK unicamente se in condutture separate, altrimenti dovranno anch'essi possedere lo stesso grado di protezione dei cavi elettrici.

Dovranno, inoltre, essere in rame e contraddistinti dai colori prescritti dalle tabelle CEI-UNEL 00722, secondo le seguenti regole:

- ▶ giallo-verde: conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità
- ▶ blu-chiaro: conduttore di neutro;
- ▶ nero-marrone-grigio: conduttori di fase.

Stipamento: il diametro interno dei tubi sarà pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi. Il rapporto tra l'area della canalina a sezione diversa dalla circolare e l'area della sezione rettangolare occupata dai cavi sarà pari ad almeno 2.

9.6 Cassette, scatole, derivazioni e giunzioni

Le cassette per la derivazione e giunzione saranno in materiale termoplastico. Saranno per la posa a vista e/o da parete e dovranno essere installate ad ogni deviazione o derivazione dei circuiti. Gli ingressi dei tubi nelle scatole dovranno essere realizzati tramite opportuni raccordi dotati di guarnizione per mantenere inalterato il grado di protezione previsto.

Le giunzioni e le derivazioni dovranno essere eseguite solo ed esclusivamente in adeguate scatole o cassette di derivazione tramite morsettiere fisse o morsetti volanti con cappuccio isolante. Non sono ammesse giunzioni nelle canaline metalliche se non per il conduttore di protezione principale, che dovrà essere collegato senza essere interrotto con morsetti a mantello (Tipo Cafrullo o similari).

9.7 Prese di corrente

Le prese di servizio potranno essere della serie civile con 2 poli allineati più polo centrale di

terra ed alveoli protetti 250V tipo bipasso 10/16A, e UNEL (Shuko) 250V 10/16A con terra laterale, della serie civile da incasso.

Tutte le prese dovranno inoltre essere protette a monte contro i contatti indiretti tramite interruttore differenziale ad alta sensibilità ($I_{dn} = 30 \text{ mA}$) installato nel quadro come indicato dalle tavole di progetto.

9.8 Componentistica civile

Tutti i componenti della serie civile (interruttori, deviatori, pulsanti, prese, ecc.) dovranno essere correttamente installati in apposite scatole portafrutti e rispondere alla normativa d'installazione civile ed, inoltre, avere un grado di protezione idoneo all'ambiente in cui saranno installati (IP2X in ambienti ordinari, IP55 in ambienti tecnologici umidi/bagnati).

Le apparecchiature dovranno garantire la manovrabilità dei punti di comando e la visibilità delle segnalazioni, rispettando le altezze imposte dalle norme vigenti in materia di "abbattimento delle barriere architettoniche" e, quindi, dovranno essere disposti gli ulteriori accorgimenti che migliorino la fruibilità sulla base delle norme contenute del DPR 503/96.

10 Specifiche tecniche di esecuzione

10.1 Materiali e provviste

I materiali che l'Appaltatore impiegherà nei lavori oggetto dell'Appalto devono presentare caratteristiche conformi a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti, dalle Norme dell'UNI, dell'ISPESL, dei VV.FF. del C.E.I., dall'articolo presente e dai successivi. Dovranno possedere i relativi marchi di qualità ed il marchio della Comunità Europea CE.

L'Appaltatore potrà provvedere all'approvvigionamento dei materiali da fornitori di propria convenienza, salvo diverse prescrizioni indicate nel Capitolato o dalla D.L. purché i materiali stessi corrispondano ai requisiti suddetti. L'Appaltatore notificherà però in tempo utile la provenienza dei materiali stessi alla D.L., la quale avrà la facoltà di escludere le provenienze che non ritenesse di proprio gradimento.

Tutti i materiali dovranno in ogni caso, all'atto del loro arrivo in cantiere, essere sottoposti all'esame della D.L., che potrà rifiutarli ed esigere la loro sostituzione qualora non risultassero corrispondenti a quelli previsti in sede di progetto e non possedessero i requisiti necessari e le qualità richieste.

Qualora a proprio esclusivo giudizio, rifiutasse il consenso per l'impiego di qualche partita di materiale già approvvigionata dall'Impresa, quest'ultima dovrà allontanare subito dal cantiere la partita scartata e provvedere alla sua sostituzione con altra di gradimento della D.L., nel più breve tempo possibile e senza avanzare pretese a compensi od indennizzi. La D.L. provvederà direttamente, a spese della D.A. alla rimozione di tali partite qualora l'Impresa stessa non vi abbia provveduto in tempo utile. In ogni caso anche se i materiali fossero stati impiegati e si rivelasse un qualsivoglia difetto, l'Appaltatore sarà tenuto alla sostituzione dei sistemi sottoponendosi a tutte le spese relative, comprese quella del ripristino delle opere murarie e varie. Il personale della D.L. è autorizzato ad effettuare in qualsiasi momento gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove e controlli.

L'accettazione dei materiali da parte della D.L. non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per la buona riuscita degli impianti.

10.2 Modi di esecuzione delle opere

Gli impianti elettrici e speciali dovranno essere eseguiti con personale qualificato e munito della certificazione comprovante la specializzazione; peraltro alla D.L. è riconosciuta piena facoltà di chiedere la sostituzione di personale non ritenuto idoneo.

Per ciascuna categoria il modo di esecuzione dovrà essere secondo le migliori regole d'arte, con perfetta rispondenza alle specifiche tecniche, ai disegni di progetto - ed a quelli eventuali di variante ed integrazione - ed in conformità delle disposizioni di legge.

L'Appaltatore dovrà demolire, smantellare e rieseguire, a totali sue spese e rischio, le opere che il Direttore dei lavori riscontrasse eseguite in modo difforme dalla prescrizioni e non a perfetta regola d'arte o con materiali, macchinari e forniture per qualità, misure e peso diversi dai prescritti.

Qualora l'Appaltatore di sua iniziativa, impiegasse materiali e forniture in genere più pregiati di quelli prescritti, installasse macchinari di maggior valore od eseguisse lavorazioni più accurate delle richieste, essa non avrà diritto ad alcun maggior compenso, quali che siano i vantaggi che possano derivare dall'opera così eseguita.

10.3 Ultimazione lavori, collaudo e consegna dell'opera

Ultimata l'opera la Committente provvederà a far eseguire la verifica ed il collaudo delle opere stesse. Tale verifica si dovrà effettuare di concerto con il responsabile tecnico dell'impresa esecutrice dei lavori.

Qualora dovessero emergere vizi, difetti o difformità nei lavori eseguiti l'Assuntore sarà tenuto ad eseguire, entro i termini concordati con la Committente, i lavori e le prestazioni necessari per l'eliminazione di tali vizi, difetti o difformità. Qualora l'Assuntore non dia inizio a detti lavori e prestazioni, ovvero non provveda al completamento degli stessi nei termini di cui sopra, la Committente potrà, senza pregiudizio di ogni altro suo diritto, eseguirli direttamente o farli eseguire da terzi imputando ogni relativo onere, spesa o danno all'Appaltatore e potendo imputare i relativi importi alle somme non ancora contrattualmente corrisposte dalla Committente. Del collaudo verrà redatto apposito verbale che, se favorevole, e sottoscritto dalla Direzione Lavori e da entrambe le parti, varrà quale accettazione dell'opera da parte della Committente e costituirà elemento probatorio per il pagamento del saldo dell'importo dell'appalto. Resta inoltre convenuto che l'esecuzione del collaudo è condizionato dalla consegna alla Committente dei disegni dell'opera (AS BUILT) quale risulta il termine dei lavori.

10.4 Prove e verifiche

Durante e dopo l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà effettuare in contraddittorio con la Direzione Lavori tutta una serie di prove e verifiche che la Direzione Lavori stessa riterrà di ordinare per accertare la corretta esecuzione delle opere.

L'esito delle singole prove e misurazioni, effettuate dovrà essere comunicato alla Direzione Lavori documentando dettagliatamente i metodi di misura ed i risultati ottenuti. A titolo puramente indicativo e non esaustivo si elencano qui di seguito alcune delle prove di collaudo tecnico che dovranno essere effettuate dall'Appaltatore.

10.4.1 Prove a vista

Le prove a vista dovranno avere lo scopo di:

- ▶ accertare la rispondenza al progetto
- ▶ verificare la corretta rispondenza delle fasi, delle colorazioni dei conduttori e degli altri segni distintivi atti ad individuare la funzione dei conduttori ed i relativi circuiti
- ▶ verificare la sfilabilità dei cavi e controllo delle connessioni;
- ▶ controllare preliminarmente i collegamenti di terra;
- ▶ controllare la funzionalità degli impianti.

10.4.2 Verifiche strumentali

Le verifiche strumentali dovranno consistere in:

- ▶ prove di continuità dei circuiti di protezione;
- ▶ prove di tensione applicata e di funzionamento;
- ▶ prove d'intervento dei dispositivi di protezione;
- ▶ misure della resistenza d'isolamento dei conduttori;
- ▶ misure, dove necessitano, dell'impedenza dell'anello di guasto;
- ▶ misure della caduta di tensione;
- ▶ misure dell'efficienza dell'impianto di dispersione a terra.
- ▶ verifiche funzionali degli impianti speciali

10.5 Collaudi preliminari - tarature e messe a punto degli impianti

Ad ultimazione dei lavori di montaggio degli impianti e quando necessario, anche durante l'esecuzione dei lavori stessi, l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le necessarie tarature e messe a punto per consegnare gli impianti alla Committente perfettamente funzionanti ed assolutamente in grado di fornire, con la precisione richiesta, i requisiti prestazionali prescritti dalla presente Relazione Tecnica.

Dette tarature dovranno essere effettuate da Personale tecnico specializzato alle dipendenze dirette dell'Appaltatore, oppure da Professionisti esterni incaricati specificatamente per tale scopo dall'Appaltatore stesso.

In entrambi i casi i Tecnici in questione dovranno possedere una provata esperienza tecnica nel settore, conoscere perfettamente le specifiche di capitolato ed i disegni di progetto, avere buona dimestichezza con l'uso degli strumenti di misura ed avere specifica conoscenza dei sistemi di protezione e di allarme.

I Tecnici suddetti dovranno infine essere di gradimento della D.L.

Le tarature e le messe a punto degli impianti dovranno essere effettuate utilizzando strumenti di misura della massima precisione ed affidabilità.

La D.L. potrà richiedere la sostituzione di strumenti non ritenuti sufficientemente attendibili.

Le misure da eseguire dovranno essere in generale tutte quelle che in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'impianto, sarà necessario effettuare e/o la D.L. riterrà necessario vengano effettuate, per consentire un preciso monitoraggio dell'impianto in tutte le sue fasi di funzionamento.

Le misure da eseguire sono sostanzialmente quelle indicate nel precedente articolo.

I risultati delle misure effettuate dovranno essere documentate alla D.L. riportando i valori riscontrati o sui disegni di progetto (piante e schemi funzionali) od in apposite tabelle esplicative, accompagnando i valori con una relazione tecnica che precisi i modi, gli strumenti e le condizioni con cui tali misure sono state effettuate.

L'ultima serie di misure, quelle con impianti considerati correttamente tarati, dovrà essere consegnata alla Committente firmata dall'Appaltatore e controfirmata per accettazione dalla D.L., la quale potrà rifiutarsi di apporre tale firma fino a quando non sarà in grado di considerare gli impianti funzionanti secondo le prescrizioni contrattuali.

Il documento suddetto costituirà certificato di avvenuto collaudo tecnico a fine lavori degli impianti.

Contestualmente all'effettuazione delle misure in precedenza citate ed in funzione dei risultati espressi dalle misure stesse i Tecnici preposti alla messa a punto dell'impianto dovranno procedere per via di successive approssimazioni alla taratura dell'impianto, agendo sui sistemi di taratura e sui sistemi di regolazione presenti fin tanto che i risultati delle misure non possano ritenersi sufficientemente allineati con le richieste espresse dal progetto.

Qualora nell'effettuare le tarature emerga la necessità di inserire apparecchiature non presenti nel progetto originario, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tale intervento senza per altro poter richiedere ulteriori compensi in merito, essendo implicito che tale ulteriore dispositivo costituisce elemento necessario per assicurare la corretta funzionalità dell'impianto.

Particolare rilevanza assumerà a tale proposito la taratura dei tempi e delle correnti di intervento dei dispositivi di protezione che dovrà essere effettuata in modo da garantire la selettività d'intervento dei dispositivi.

Gli oneri relativi a tali prestazioni si intendono compresi fra gli oneri generali di assistenza tecnica dell'Appaltatore il quale perciò non avrà diritto ad alcun ulteriore compenso.

10.6 Collaudi definitivi

Il collaudo definitivo avrà lo scopo di accertare:

- ▶ che tutti gli impianti e tutte le opere in genere oggetto dell'Appalto siano stati realizzati dall'Appaltatore a perfetta regola d'arte, con l'impiego di apparecchiature, materiali e componenti di primaria qualità e che pertanto essi risultino privi di vizi o difetti palesi;
- ▶ che tutti gli impianti e tutte le opere in genere oggetto dell'Appalto siano stati realizzati, sia dal punto di vista qualitativo che dal punto di vista quantitativo, nel pieno rispetto delle specifiche contrattuali illustrate sui documenti di progetto, sulle perizie di variante e suppletive oppure riportate negli ordini di servizio redatti in corso d'opera dalla D.L.;
- ▶ che tutti gli impianti siano realizzati nel pieno rispetto delle leggi e normative tecniche vigenti e/o applicabili al momento dell'esecuzione delle opere;
- ▶ che tutti gli impianti siano perfettamente funzionanti e le rese di prestazione delle apparecchiature e degli impianti forniti siano in grado di assicurare il mantenimento all'interno dei locali delle condizioni di progetto;
- ▶ che il funzionamento di tutte le apparecchiature, comprese quelle di sicurezza, controllo, misura e regolazione automatica, risultino razionali e sufficienti allo scopo ed alle prescrizioni contrattuali.

Tutte le opere, forniture e regolazioni che risultassero in seguito a detto collaudo deficienti e non a regola d'arte, dovranno essere immediatamente riparate o sostituite a cura dell'Impresa, senza alcun compenso.

Saranno pure addebitate all'Impresa tutte quelle opere da muratore, decoratore e simili che si rendessero necessarie per eseguire modifiche aggiunte o riparazioni.

L'Impresa è impegnata a fornire, in sede di collaudo, tutte le apparecchiature di prova richiesta dai collaudatori e tutti gli elementi tecnici che i medesimi riterranno opportuni.

Tutti gli oneri per le prove di collaudo sono a carico dell'Impresa.

10.7 Istruzione del personale e documentazione tecnica impianti

Ultimate le tarature e le messe a punto degli impianti l'Appaltatore dovrà provvedere ad istruire adeguatamente il personale che sarà addetto alla manutenzione dell'impianto, illustrando tutti i dettagli di funzionamento e di regolazione relativi all'impianto stesso.

Dovrà inoltre consegnare alla Committente una raccolta di tutti i manuali d'uso e manutenzione relativi alle apparecchiature installate avendo cura di precisare in apposito elenco le più importanti operazioni di manutenzione ordinaria, indicando, oltre al tipo di operazione, le scadenze consigliate dai Costruttori.

A completamento della documentazione tecnica di illustrazione dell'impianto l'Appaltatore dovrà consegnare le copie dei disegni AS BUILT come già richiesto in altre parti del presente documento.

16 Novembre 2018

Progettista impianti
meccanici ed elettrici e speciali

Dott. Ing. Enrico Picca

 ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A2000 Dott. Ing. Enrico Picca