

**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



COMUNE DI TORINO



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Generale: Politecnico - Rebaudengo**

PROGETTO DEFINITIVO		INFRATRASPORTI S.r.l.			
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA				
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J	ELABORATI GENERALI CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE B.5 LINEA – IMPIANTI NON CONNESSI AL SISTEMA IMPIANTI MECCANICI: DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI			
		ELABORATO	REV. Int Est.	SCALA	DATA
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi	MT L2 T1 A0 D ZOO GEN Z 002.5	0 1	-	27/10/2023	

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	28/07/23	Vari	FAZ	FAZ	RCR
0	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	27/10/23	Vari	FAZ	FAZ	RCR
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LOTTO 0</td> <td style="padding: 2px;">CARTELLA</td> <td style="padding: 2px;">1.1</td> <td style="padding: 2px;">15</td> <td style="padding: 2px;">MTL2T1A0D</td> <td style="padding: 2px;">ZOOGENZ002.5</td> </tr> </table>	LOTTO 0	CARTELLA	1.1	15	MTL2T1A0D	ZOOGENZ002.5	<p>STAZIONE APPALTANTE</p> <p>DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p>RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozzi</p>
LOTTO 0	CARTELLA	1.1	15	MTL2T1A0D	ZOOGENZ002.5		

DA

MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE
COMUNE DI TORINO

METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA
METROPOLITANA DI TORINO TRATTA 1
POLITECNICO – REBAUDENGO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B.5 - LINEA – IMPIANTI NON CONNESSI
AL SISTEMA – IMPIANTI MECCANICI:
DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI

REV.	REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE		DATA
	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	
0	Vari		Ing. F. Azzarone		Ing. R. Crova		28/07/2023
1	Vari		Ing. F. Azzarone		Ing. R. Crova		27/10/2023

INDICE

1. PREMESSA	1
1.1 Inquadramento Generale.....	1
1.2 Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile.....	4
1.2.1 Stazioni	4
1.2.2 Pozzi di intertratta.....	6
1.2.3 Manufatti di bivio	7
1.2.4 Manufatti di fine tratta.....	7
1.3 Deposito Officina Rebaudengo	8
1.4 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate.....	8
1.5 Locali tecnologici di stazione	9
1.6 Inquadramento generale progettazione impiantistica	11
1.6.1 Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema	11
1.6.2 Concetto di Smart Station	12
1.7 Campo di applicazione.....	14
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	18
2.1 Introduzione.....	18
2.2 Norme e decreti di carattere generale.....	19
2.3 Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica	20
2.4 Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti	21
2.4.1 Sistemi di supporto per impianti	21
2.4.2 Sistemi di ancoraggio:	22
2.4.3 Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:	22
2.5 Normative di riferimento progettazione antincendio	22
2.5.1 Leggi e Decreti Generali di Prevenzione Incendi.....	22
2.5.2 Rivelazione incendi.....	23
2.5.3 Estinzione incendi	23
2.6 Normative di riferimento impianti ventilazione, termici e climatizzazione	26
2.7 Ambiente e atmosfera	29
2.8 Acustica	30
2.9 Impianti Idrico-sanitari	32
2.10 Ventilazione Antincendio.....	32
2.11 Vibrazioni.....	33
2.12 Impianti elettrici	34
2.12.1 Campi Elettromagnetici.....	36
2.12.2 Impianti speciali.....	37
3. INTERFACCE IMPIANTISTICHE	39
3.1 Interfacce impianti di sistema	39
3.2 Interfacce impianti non di sistema.....	41
3.2.1 Interfaccia utenze acquedotto SMAT	41
3.2.2 Interfaccia utenze fognatura SMAT	41
3.2.3 Interfaccia utenze ASL Torino	42
3.3 Interfaccia Ambientale	43
3.3.1 Interfaccia acustica	43
3.4 Interfacce Distributori automatici aree snack e aree museali.....	44
3.4.1 Ubicazione delle aree snack in stazione.....	44

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

3.4.2	Ubicazione delle aree museali in stazione	44
3.4.3	Dimensionamento impianto sprinkler	44
4.	COORDINAMENTO, VERIFICHE E PROVE	45
4.1	Premessa	45
4.2	Oggetto del capitolato impianti meccanici e limiti di fornitura.....	45
4.2.1	Coordinamenti con le opere edili o di altra natura	46
4.3	Coordinamento e sorveglianza dei lavori	46
4.4	Scelta ed approvazione dei materiali dei materiali da parte della D.L.	47
4.5	Ultimazione dei lavori	50
4.6	Consegna provvisoria degli impianti.....	50
4.7	Consegna definitiva degli impianti. Garanzia degli impianti	51
4.8	Oneri compresi nell'appalto.....	51
5.	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI	55
5.1	Impianti di ventilazione di emergenza.....	55
5.2	Impianti di separazione aeraulica (barriere ad aria in banchina).....	56
5.3	Impianti di ventilazione ordinaria.....	57
5.4	Impianti termici e di condizionamento (HVAC).....	58
5.5	Impianti geotermici da strutture energetiche.....	61
5.6	Impianti idrico antincendio	62
5.6.1	Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler	62
5.6.2	Impianto di spegnimento automatico a diluvio	63
5.6.3	Impianto di spegnimento locali tecnici Water Mist	64
5.7	Impianti idrico sanitari, adduzione acque e scarichi:.....	65
5.8	Impianti di aggotamento in pressione e drenaggio acque a gravità	65
6.	PROVE DI COLLAUDO DEFINITIVO	66
6.1	Impianti di ventilazione di emergenza:.....	67
6.2	Impianti di ventilazione di sovrappressione e separazione aeraulica:	70
6.3	Impianti di ventilazione ordinaria:	72
6.4	Impianti termici e di condizionamento (HVAC):.....	74
6.5	Impianti geotermici da strutture energetiche:.....	75
6.6	Impianti idrici antincendio:	76
6.6.1	Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler	77
6.6.2	Impianto di spegnimento automatico a diluvio	78
6.6.3	Impianto di spegnimento locali tecnici Water Mist	78
6.7	Impianti idrico sanitari, adduzione acque e scarichi:.....	79
6.8	Impianti di aggotamento in pressione e drenaggio acque a gravità	79
7.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA:	81
7.1	Descrizione architettura del sistema	81
7.2	Ventilatori di estrazione/immissione aria di stazione.....	82
7.2.1	Riferimenti normativi	82
7.2.2	Caratteristiche tecniche	82
7.3	Ventilatori di estrazione/immissione aria di galleria	85
7.3.1	Riferimenti normativi	85
7.3.2	Caratteristiche tecniche	86
7.4	Ventilatori di estrazione fumi locale tecnici	88
7.4.1	Riferimenti normativi	88
7.4.2	Caratteristiche tecniche	89

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

7.5	Condotte per il controllo dei fumi per comparti multipli	92
7.5.1	Riferimenti normativi	92
7.5.2	Caratteristiche tecniche	92
7.6	Condotte per il controllo dei fumi per comparto singolo.....	93
7.6.1	Riferimenti normativi	93
7.6.2	Caratteristiche tecniche	93
7.7	Silenziatore a sezione rettangolare per stazioni e pozzi.....	94
7.7.1	Riferimenti normativi	94
7.7.2	Caratteristiche tecniche	95
7.8	Serrande di intercettazione on/off adatte a resistere alle pressioni dei ventilatori di emergenza.....	98
7.8.1	Riferimenti normativi	98
7.8.2	Caratteristiche tecniche	98
7.9	Serrande per il controllo dei fumi	100
7.9.1	Riferimenti normativi	100
7.9.2	Caratteristiche tecniche	100
7.10	Servomotori per serrande controllo fumi	101
7.10.1	Riferimenti normativi	101
7.10.2	Caratteristiche tecniche	101
7.11	Griglie di immissione e estrazione.....	102
7.11.1	Riferimenti normativi	102
7.11.2	Caratteristiche tecniche	103
7.12	Misuratori di portata.....	104
7.12.1	Riferimenti normativi	104
7.12.2	Caratteristiche tecniche	104
7.13	Sensori di monitoraggio qualità dell'aria.....	107
7.13.1	Riferimenti normativi del 03/04/06 e s.m.i. - Norme in materia ambientale	107
7.13.2	Caratteristiche tecniche	108
8.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI SOVRAPRESSIONE E SEPARAZIONE AEREAULICA:	111
8.1	Descrizione architettura del sistema	111
8.1.1	Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza barriera d'aria	111
8.1.2	Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza a servizio dei filtri a prova di fumo	111
8.2	Ventilatori monodirezionale immissione aria di stazione – Sovrapressione zone filtro	112
8.2.1	Riferimenti normativi	112
8.2.2	Caratteristiche tecniche ventilatori immissione	112
8.3	Ventilatori di immissione aria di stazione – Lame d'aria	114
8.3.1	Riferimenti normativi	114
8.3.2	Caratteristiche tecniche ventilatori immissione	114
8.4	Ventilatori monodirezionale immissione aria – Sovrapressione zone filtro pozzo di emergenza Mole	116
8.4.1	Riferimenti normativi	116
8.4.2	Caratteristiche tecniche	116
8.5	Canali di immissione aria in lamiera zincata con materassino antifuoco.....	118
8.5.1	Riferimenti normativi	118
8.5.2	Caratteristiche tecniche	118
8.6	Serrande di sovrappressione.....	119
8.6.1	Caratteristiche tecniche	119

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

8.7	Serrande tagliafuoco	119
8.7.1	Riferimenti normativi	119
8.7.2	Caratteristiche tecniche	119
8.8	Serrande di non ritorno circolari	120
8.9	Griglie di immissione locali filtro	121
	Caratteristiche tecniche	121
8.10	Sonda di pressione locale filtro.....	121
8.11	Lame d'aria d'emergenza.....	122
8.11.1	Riferimenti normativi	122
8.11.2	Caratteristiche tecniche	122
9.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE ORDINARIA:	123
9.1	Descrizione architettura del sistema	123
9.2	Estrattori locali WC	123
9.2.1	Riferimenti normativi	123
9.2.2	Caratteristiche tecniche	123
9.3	Estrattori locali UPS.....	125
9.3.1	Riferimenti normativi	125
9.3.2	Caratteristiche tecniche	125
9.4	Estrattori vani ascensore	126
9.4.1	Riferimenti normativi	126
9.4.2	Caratteristiche tecniche	127
9.5	Canali di distribuzione d'aria in lamiera zincata	128
9.5.1	Riferimenti normativi	128
9.5.2	Caratteristiche tecniche	129
9.6	Isolamento termico canalizzazioni	131
9.6.1	Caratteristiche tecniche	131
9.7	Serrande motorizzate	132
9.7.1	Riferimenti normativi	132
9.7.2	Caratteristiche tecniche	132
9.8	Servomotori per serrande motorizzate	133
9.8.1	Riferimenti normativi	133
9.8.2	Caratteristiche tecniche	133
9.9	Griglie di estrazione	134
9.9.1	Riferimenti normativi	134
9.9.2	Caratteristiche tecniche	135
10.	IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO (HVAC):	136
10.1	Descrizione architettura del sistema	136
10.2	Pompa di calore reversibile aria/acqua.....	137
10.2.1	Riferimenti normativi	137
10.2.2	Caratteristiche tecniche	138
10.3	Pompa di calore reversibile acqua/acqua.....	142
10.3.1	Riferimenti normativi	142
10.3.2	Caratteristiche tecniche	142
10.4	Sistema di condizionamento del tipo VRF	146
10.4.1	Riferimenti normativi	146
10.4.2	Unità esterna impianto VRF.....	147
10.4.3	Modalità di messa in opera	149
10.4.4	Unità interna VRF tipo canalizzabile ad alta prevalenza	149

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

10.4.5	Unità interna VRF tipo pensile a soffitto	150
10.4.6	Unità interna VRF tipo a parete	150
10.4.7	Modalità di messa in opera	150
10.5	Unità di trattamento aria	153
10.5.1	Riferimenti normativi	153
10.5.2	Caratteristiche tecniche	153
10.6	Recuperatore di calore a flussi incrociati	158
10.6.1	Riferimenti normativi	158
10.6.2	Caratteristiche tecniche	158
10.7	Disposizioni e verifica applicazione Linee Guida controllo legionellosi	161
10.8	Elettropompa centrifuga singola	162
10.8.1	Caratteristiche tecniche	162
10.9	Gruppo di pompaggio gemellare	162
10.9.1	Caratteristiche tecniche	162
10.10	Barriere termiche a lama d'aria	163
10.10.1	Riferimenti normativi	163
10.10.2	Caratteristiche tecniche	163
10.11	Linee di fluido frigorigeno per sistema VRF.....	166
10.11.1	Dati dimensionali	166
10.11.2	Caratteristiche tecniche tubo.....	166
10.11.3	Collaudo.....	166
10.11.4	Carica del refrigerante.....	167
10.11.5	Modalità di messa in opera	167
10.12	Staffaggio impianti.....	167
10.12.1	Modalità di posa in opera.....	167
10.13	Isolamento delle tubazioni.....	168
10.13.1	Attestazione di non pericolosità dei materiali	168
10.13.2	Isolamento tubazioni nude in rame.....	169
10.13.3	Modalità di posa in opera.....	169
10.13.4	Isolamento tubazioni in acciaio nero	170
10.14	Tubazioni in acciaio nero	172
10.14.1	Riferimenti normativi	172
10.14.2	Tubi in ferro Mannesmann nero.....	173
10.14.3	Modalità di posa in opera.....	173
10.14.4	Prova idraulica	174
10.14.5	Norme per le saldature	174
10.14.6	Collegamenti flangiati	174
10.14.7	Collegamenti con giunti	174
10.15	Collettore di distribuzione	175
10.15.1	Riferimenti normativi	175
10.15.2	Caratteristiche tecniche	175
10.16	Valvole di intercettazione a sfera.....	176
10.16.1	Riferimenti normativi	176
10.16.2	Caratteristiche tecniche	176
10.17	Valvole con attacchi filettati e valvole con attacchi a flangia.....	176
10.17.1	Riferimenti normativi	176
10.17.2	Caratteristiche tecniche	177
10.18	Sonde e sensori.....	179

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

10.18.1	Caratteristiche tecniche	179
11.	IMPIANTI GEOTERMICI DA STRUTTURE ENERGETICHE:.....	182
11.1	Descrizione architettura del sistema	182
11.2	Gruppo di pompaggio gemellare	182
11.2.1	Caratteristiche tecniche	182
11.3	Scambiatore a piastre	183
11.3.1	Modalità di posa in opera.....	184
11.4	Collettore di distribuzione	184
11.5	Tubazioni in acciaio nero	184
11.6	Isolante termico per tubazioni.....	184
11.7	Valvole di intercettazione a sfera.....	184
11.8	Valvole con attacchi filettati e valvole con attacchi a flangia.....	184
11.8.1	Riferimenti normativi	184
11.8.2	Caratteristiche tecniche	184
11.9	Sonde e sensori.....	187
11.9.1	Caratteristiche tecniche	187
12.	IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO.....	191
12.1	Descrizione architettura del sistema	191
12.2	Gruppo di pressurizzazione antincendio sprinkler e diluvio	192
12.2.1	Funzionamento	193
12.2.2	Gruppo pompa/motore	193
12.2.3	Colonna di mandata	193
12.2.4	Collettore di mandata	193
12.2.5	Kit pompa pilota (Jockey)	193
12.2.6	Kit aspirazione (sottobattente)	194
12.2.7	Flussimetro.....	194
12.2.8	Quadro Elettrico.....	194
12.3	Gruppo di pressurizzazione antincendio idranti	196
12.4	Erogatore Sprinkler	198
12.4.1	Caratteristiche tecniche	198
12.5	Erogatore Sprinkler per diluvio via di corsa sopra e sotto banchina.....	198
12.6	Cassetta idrante UNI 45	199
12.6.1	Riferimenti normativi	199
12.6.2	Caratteristiche tecniche	200
12.7	Idrante per protezione esterna DN 100 (conforme a D.M. 21-10-2015)	201
12.7.1	Riferimenti normativi	201
12.7.2	Caratteristiche tecniche	201
12.8	Attacco motopompa VV.F UNI 70	202
12.8.1	Riferimenti normativi	202
12.8.2	Caratteristiche tecniche	202
12.9	Collettore di distribuzione	203
12.9.1	Riferimenti normativi	203
12.9.2	Caratteristiche tecniche	203
12.10	Tubi in ferro Mannesmann zincato.....	204
12.10.1	Modalità di posa in opera	204
12.10.2	Prova idraulica	205
12.10.3	Collegamenti flangiati	205
12.11	Impianto di spegnimento locali tecnici WaterMist.....	205

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

12.11.1	Elettropompe a pistoni ad alta pressione	205
12.11.2	Caratteristiche tecniche	205
12.12	Erogatori a ugello aperto	207
12.12.1	Riferimenti normativi	207
12.12.2	Caratteristiche tecniche	207
12.13	Collettore di aspirazione e bypass.....	208
12.14	Valvole di controllo e sezionamento.....	209
12.15	Tubazioni in acciaio inossidabile	210
12.15.1	Modalità di posa in opera	210
12.16	Protezione antigelo	210
12.16.1	Cavo	210
12.16.2	Termostato.....	211
12.16.3	Prova idraulica	211
12.17	Tubazioni interrate in Polietilene in pressione	211
12.17.1	MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA.....	212
12.18	Valvola di allarme sistema sprinkler a umido	215
12.18.1	Riferimenti normativi	215
12.18.2	Caratteristiche tecniche	215
12.18.3	Riferimenti normativi	216
12.18.4	Caratteristiche tecniche	217
12.19	Valvola di allarme sistema diluvio a secco	218
12.19.1	Riferimenti normativi	218
12.20	Valvole a farfalla (ad azionamento manuale)	220
12.21	Valvole a farfalla (ad azionamento elettrico).....	220
12.22	Valvole a sfera.....	221
12.23	Valvole a saracinesca approvate UL/FM global.....	222
12.24	Valvole di non ritorno approvate UL/FM global	222
12.25	Disconnettore.....	223
12.25.1	Riferimenti normativi	223
12.25.2	Caratteristiche tecniche	223
12.26	Giunti dielettrici	224
12.26.1	Riferimenti normativi	224
12.26.2	Caratteristiche tecniche	224
12.27	Flussostato.....	225
12.28	Estintori 225	
12.28.1	Riferimenti normativi	225
12.28.2	Caratteristiche tecniche	226
12.29	Sonde anti allagamento.....	227
13.	IMPIANTI IDRICO SANITARI, ADDUZIONE ACQUE E SCARICO:	228
13.1	Descrizione architettura del sistema	228
13.1.1	Impianti di carico	228
13.1.2	Impianto di raccolta e scarico.....	228
13.2	Pompe di rilancio acque nere	229
13.2.1	Riferimenti normativi	229
13.2.2	Caratteristiche tecniche	229
13.3	Pompe di scarico vasca antincendio.....	230
13.3.1	Riferimenti normativi	230
13.3.2	Caratteristiche tecniche	231

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

13.4	Sistema di sterilizzazione acqua di accumulo antincendio.....	231
13.4.1	Riferimenti normativi	232
13.4.2	Caratteristiche tecniche pompa di circolazione	232
13.4.3	Caratteristiche tecniche sistema di sterilizzazione UV	232
13.5	Tubi in ferro Mannesmann zincato.....	234
13.5.1	Modalità di posa in opera	234
13.5.2	Prova idraulica	235
13.5.3	Collegamenti flangiati	235
13.6	Collettore di distribuzione	235
13.7	Valvole di intercettazione a sfera	235
13.8	Valvole con attacchi filettati	235
13.9	Regolatori di livello	236
13.9.1	Riferimenti normativi	236
13.9.2	Caratteristiche tecniche	236
14.	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO IN PRESSIONE E DRENAGGIO ACQUE A GRAVITÀ	237
14.1	Descrizione architettura del sistema	237
14.2	Pompe di rilancio portata di aggottamento.....	238
14.2.1	Riferimenti normativi	238
14.2.2	Caratteristiche tecniche	238
14.3	Pompe con funzione trituratrice	240
14.3.1	Riferimenti normativi	240
14.3.2	Caratteristiche tecniche	240
14.4	Tubazioni in acciaio zincato e tubazioni in PEAD	242
14.5	Valvole di intercettazione a sfera.....	242
14.6	Specifica tecnica per valvole con attacchi filettati.....	242
14.7	Regolatori di livello	242
15.	SOSTEGNI E SUPPORTI.....	243
15.1	IMPIANTI TERMICI E IDRAULICI.....	243
15.1.1	Riferimenti normativi	243
15.1.2	Documentazione	243
15.2	Caratteristiche costruttive.....	243
15.3	Sistema di fissaggio	244
15.4	Criteri di posizionamento ed installazione.....	245
15.5	Collaudi e Certificazioni	246
15.6	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE	246
15.6.1	Riferimenti normativi	246
15.6.2	Documentazione	246
15.7	Caratteristiche costruttive.....	246
15.8	Sistema di fissaggio	247
15.9	Criteri di posizionamento ed installazione.....	247
15.10	Collaudi e Certificazioni	248
15.11	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO..	249
15.11.1	Riferimenti normativi	249
15.11.2	Documentazione	249
15.12	Caratteristiche costruttive.....	249
15.13	Sistema di fissaggio	250
15.14	Criteri di posizionamento ed installazione.....	250
15.15	Collaudi e Certificazioni	251

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

15.16	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER	252
15.16.1	Riferimenti normativi	252
15.16.2	Documentazione	252
15.17	Caratteristiche costruttive	252
15.18	Sistema di fissaggio	253
15.19	Criteri di posizionamento ed installazione	254
15.20	Collaudi e Certificazioni	255

1. PREMESSA

Il presente capitolato speciale d'appalto contiene la descrizione degli impianti e la specificazione delle prescrizioni tecniche e delle prestazioni degli impianti a servizio della linea:

- nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche a integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo;
- nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, ne sono precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente documento così come tutte le altre sezioni costituenti il Capitolato Speciale d'Appalto.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, di tutte le tipologie di sottoservizi, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.

Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al d.lgs. 81/2008, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al d.P.C.M. 1 marzo 1991 riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla L 447/95 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al d.m 37/2008 (Regolamento concernente attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al d.lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

1.1 Inquadramento Generale

La realizzazione dell'intera linea 2, che include la tratta centrale da Anselmetti a Rebaudengo ed i prolungamenti Nord e Sud, avverrà per lotti successivi sulla base della disponibilità dei finanziamenti. In virtù del finanziamento complessivo assegnato, per ottimizzare i tempi di realizzazione dell'opera, l'Amministrazione intende appaltare l'intera tratta Rebaudengo – Politecnico.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

La prima tratta funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, inclusa tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, *prosegue lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione dove sono ubicate tre stazioni Giulio Cesare, S. Giovanni Bosco e Corelli*. Da quest'ultima, il tracciato passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata esistenti e futuri con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall'asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà una fermata di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino. Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi curvare in direzione sud per portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

La prima tratta funzionale è costituita dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 13 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione
- 1 pozzo di ventilazione ad inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo
- 1 uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- 2 pozzi terminali provvisori, di cui uno a fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico e l'altro alla fine della galleria a foro cieco realizzata con metodo tradizionale.
- La galleria di linea è costituita da:
 - ✓ la galleria naturale a foro cieco realizzata con scavo tradizionale per una lunghezza complessiva di 570m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo e da quest'ultima al pozzo terminale PT2 ubicato alla fine dello scavo a foro cieco e costituisce l'inizio della galleria artificiale;
 - ✓ la galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 2.390m che collega il pozzo PT2 e le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;
 - ✓ la galleria naturale realizzata in scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di 10,00m, che andrà dal Pozzo Novara fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5.175m;

il manufatto in retrostazione Rebaudengo, avente la funzione di deposito-officina, per la manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;

la predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

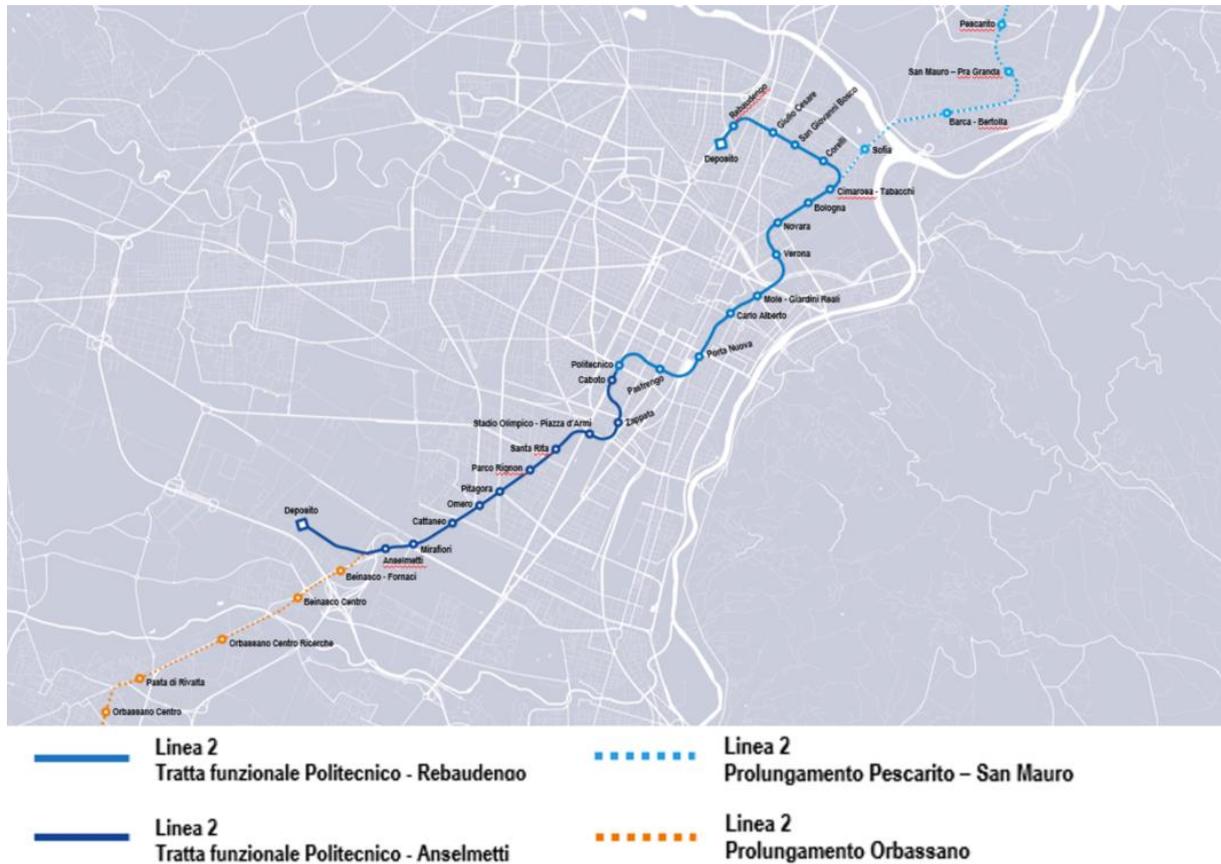


Figura 1. Corografia della linea 2

1.2 Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile

L'infrastruttura relativa alla metropolitana è caratterizzata dal Deposito-Officina realizzato con edificio fuori terra (Palazzina uffici e posto di controllo) e aree officine e area treni su due livelli interrati, dalla galleria, dai pozzi di ventilazione e accesso, dai pozzi con solo accesso di emergenza, dai manufatti di bivio, manovra e parcheggio e dalle stazioni da 1 a 4 livelli rispondenti a varie caratteristiche tipologiche e speciali.

La linea è prevista in sotterraneo per la circolazione di convogli su doppia via di corsa.

La galleria si distingue nelle seguenti tipologie fondamentali:

- galleria artificiale in cut&cover con opere di sostegno laterali;
- galleria naturale scavata a foro cieco, con metodo tradizionale o meccanizzato, che interessa l'intero sviluppo delle tratte salvo le eventuali diverse soluzioni eventualmente implementate a seguito delle prescrizioni del Ministero dei Trasporti.

Lungo la linea sono realizzati i manufatti a servizio dell'infrastruttura come pozzi di ventilazione, accessi VV.F. ed uscite di sicurezza, deviatori.

Queste strutture sotterranee quali stazioni, pozzi, gallerie artificiali o altre strutture (manufatto di bivio, uscite di sicurezza, etc.) caratterizzate da coperture ridotte saranno realizzate secondo la metodologia costruttiva denominata CUT & COVER (C&C) che risulta essere tipica per questo tipo di strutture anche in ambiente urbano.

Tra le opere sotterranee rientrano le gallerie a foro cieco realizzate con metodo tradizionale, con scavo a piena sezione o a sezione parzializzata per la realizzazione delle gallerie di linea e delle stazioni in caverna, per i tronchini di collegamento tra manufatti isolati (i.e. pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione e/o uscita di emergenza), nonché le nicchie per alloggiamento di dotazioni impiantistiche che sono oggetto della prestazione.

Fanno parte dell'infrastruttura stazioni interrate con atrio fuori terra con copertura metallica vetrata per le quali sarà necessario lo sviluppo della progettazione integrata

1.2.1 Stazioni

Sono presenti diverse tipologie di stazione, sia di tipo superficiale che profondo. La profondità del piano di rotolamento, e di conseguenza anche delle stazioni, è stata determinata in base alla minima copertura della galleria in rapporto al suo diametro o dimensione (per la scatolare), assumendo un valore di ricoprimento in media pari a circa una volta il diametro della galleria stessa.

Sono assunti valori della lunghezza delle banchine e della larghezza delle stazioni compatibili con le diverse tipologie di materiale rotabile per metropolitane automatiche di caratteristiche adeguate allo svolgimento dell'esercizio sulla linea in oggetto.

Tutte le stazioni sono caratterizzate da un atrio unico (di tipo aperto verso il piano banchina o architettonicamente separato), una o due linee di controllo (stazioni di corrispondenza con altra infrastruttura) e, per le stazioni con atrio interrato, almeno due accessi di collegamento con il livello stradale.

Ogni accesso è dotato di una scala fissa e di una scala mobile (tranne alcuni casi particolari); in almeno uno dei due è stato previsto un ascensore di collegamento dalla superficie al piano atrio.

In tutte le stazioni sono stati previsti uno o due ascensori per singola via per il collegamento atrio/banchina, utilizzabili sia in condizioni di ordinario esercizio sia in condizioni di emergenza (in relazione alla linea in oggetto) tranne ove diversamente specificato.

Su ogni banchina si innestano almeno due possibili percorsi di sfollamento, possibilmente contrapposti rispetto alla lunghezza della banchina stessa e dimensionati secondo quanto prescritto

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

dal D.M. 21/10/2015. In condizioni di normale esercizio, ad ogni percorso è associato un flusso passeggeri specializzato (entrata o uscita).

Le stazioni seguono le seguenti tipologie primarie:

- Stazioni tipologiche a 1 livello interrato (S1L)
- Stazione speciale di corrispondenza a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione tipologica a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione speciale a 2 livelli a banchine sovrapposte
- Stazioni tipologiche con gallerie di banchina a 4 livelli interrati (S4G)
- Stazione tipologica a 3 livelli interrati (S3L)
- Stazione speciale a 4 livelli interrati
- Stazioni speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza
- Stazione tipologica a 4 livelli interrati (S4L)

Le tipologie di stazione individuate secondo il tracciato di riferimento sono quelle descritte nella tabella seguente:

Tabella 1. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione

N.	STAZIONI	TIPOLOGIA	LIVELLI INTERRATI
TRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	Stazione speciale 2 livelli interrati di corrispondenza F.S.	2
2	GIULIO CESARE	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
3	SAN GIOVANNI BOSCO	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
4	CORELLI	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
5	CIMAROSA/TABACCHI	Stazione speciale 2 livelli interrati a banchine sovrapposte	3
6	BOLOGNA	Stazione tipo 2 livelli interrati (S2L)	2
7	NOVARA	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
8	VERONA	Stazione tipo 3 livelli interrati (S3L)	3
9	MOLE/GIARDINI REALI	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

10	CARLO ALBERTO	Stazione speciale a 4 livelli interrati (S4L speciale per il solo livello atrio)	4
11	PORTA NUOVA	Stazione speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza F.S./Linea 1	4
12	PASTRENGO	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
13	POLITECNICO	Stazione tipo a 4 livelli interrati (S4L)	4

1.2.2 Pozzi di intertratta

Nel rispetto delle disposizioni del D.M. 21/10/2015 e delle indicazioni contenute nella progettazione definitiva di riferimento sono presenti, lungo il tracciato della linea, i pozzi situati nelle intertratte tra le fermate, destinati a svolgere le funzioni di ventilazione, aggettamento, accesso per i Vigili del Fuoco e/o eventuale uscita di emergenza.

I pozzi di intertratta e ventilazione hanno le seguenti caratteristiche riferite a tipologie e ubicazioni:

- Presso infrastruttura Deposito Rebaudengo, griglia unica di ventilazione
- Su GA, in linea, dotati di doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, in linea, doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, uscita emergenza
- Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica di ventilazione

Di seguito si riporta il riepilogo della tipologia funzionale di ogni pozzo secondo l'elenco sopra enunciato:

Tabella 2. Tabella riassuntiva delle tipologie Pozzi e Manufatti

POZZI E MANUFATTI		CARATTERISTICHE
TRATTA CENTRALE		
1	POZZO REBAUDENGO	Presso Deposito Rebaudengo Liv. -1
2	POZZO GIULIO CESARE	In linea con GA, doppia griglia
3	POZZO SAN GIOVANNI BOSCO	In linea con GA, doppia griglia
4	POZZO CORELLI	In linea con GA, doppia griglia

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

5	POZZO CIMAROSA/TABACCHI	Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica
6	POZZO BOLOGNA	In linea su manufatto nord, doppia griglia
7	RETROSTAZIONE BOLOGNA	Su Manufatto Nord tra SBO e PNO
8	POZZO NOVARA	Su Retrostazione SBO, doppio livello, griglia unica
9	POZZO VERONA	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
10	POZZO MOLE/GIARDINI REALI	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
11	POZZO EMERGENZA MOLE	Su gall. TBM, uscita emergenza
11	CARLO ALBERTO	Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica
12	PORTA NUOVA	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
13	PASTRENGO	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
14	POLITECNICO	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
15	RETROSTAZIONE POLITECNICO	Su Galleria TBM

1.2.3 Manufatti di bivio

Nell'ambito delle possibili diramazioni della linea verso il prolungamento nord è presente il manufatto di bivio. Il manufatto di bivio è caratterizzato dalle seguenti configurazioni:

- dalla sovrapposizione dei due binari che concorrono tra loro per poi sfioccare entrambi dando origine a quattro diverse vie, che tornano ad essere parallele a coppie per indirizzarsi ognuna nella propria direzione;
- dalla caratteristica configurazione a "salto di montone", in cui la tratta principale continua diritta, ma entrambi i binari si biforcano, dando origine a due nuove vie.

1.2.4 Manufatti di fine tratta

I manufatti di fine tratta sono posti in corrispondenza dei capolinea e sono dotati delle necessarie aste di manovra per consentire:

- l'inversione dei treni che, arrivati al capolinea, devono riprendere servizio nel verso opposto;
- il ricovero dei treni, utile per accelerare la ripresa del servizio dopo l'intervallo notturno o dopo le ore di morbida dell'esercizio.

1.3 Deposito Officina Rebaudengo

Il deposito officina Rebaudengo è ubicato all'estremità nord della Linea. Presenta uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 270 m ed è costituito da due livelli interrati, che di fatto si estendono per tutto lo sviluppo dell'opera, e da un edificio fuori terra di 3 piani.

La larghezza della sezione trasversale tipologica del deposito è variabile da 30.0 a 80.0 m, con un allungamento a forma triangolare in corrispondenza dell'estremità nord.

Il livello -2 è progettato per consentire il ricovero dei treni e per la manutenzione. In questo livello si trova un corpo di collegamento verticale, con scala e ascensori, che mette in collegamento i due piani interrati e i tre piani fuori terra.

Il livello -1 è dedicato ai locali di manutenzione e agli impianti, dislocandosi su un'area il cui assetto è organizzato con un corridoio longitudinale, di larghezza variabile, ed uno slargo organizzato intorno al cavedio circolare posto nell'area triangolare del lotto.

Infine, il volume esterno che ospita gli uffici e i locali di controllo e gestione del sistema e del deposito, si trova lungo il fronte ovest del lotto, lungo corso Venezia in prossimità dell'ingresso carraio compreso tra gli assi 24 e 33.

È costituito da tre piani fuori terra, con copertura piana, e di superficie lorda per piano di circa 800 m² (17.60x45m) per un totale di circa 2400 m² totali.

A servizio dell'edificio sono previsti una cabina elettrica sulla porzione sud e due aree adibite a parcheggio: una sul lato sud per 20 posti auto (di cui 2 posti dedicati alle persone con disabilità), uno sul fronte nord con 28 posti auto e 5 stalli riservati ai mezzi per il carico/scarico di materiali

1.4 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Le denominazioni e le codifiche e abbreviazioni delle Stazioni e Pozzi sono quelle descritte nella tabella seguente:

Tabella 3. Denominazioni ed abbreviazioni Stazioni e Pozzi

N.	STAZIONI	CODIFICA	POZZI	CODIFICA
1	REBAUDENGO	SRB	REBAUDENGO	PRB
2	GIULIO CESARE	SGC	GIULIO CESARE	PGC
3	SAN GIOVANNI BOSCO	SGB	SAN GIOVANNI BOSCO	PGB
4	CORELLI	SCO	CORELLI	PCO
5	CIMAROSA/TABACCHI	SCI	CIMAROSA/TABACCHI	PCI
6	BOLOGNA	SBO	BOLOGNA	PBO
7	NOVARA	SNO	NOVARA	PNO
8	VERONA	SVE	VERONA	PVE

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9	MOLE/GIARDINI REALI	SMO	MOLE/GIARDINI REALI	PMO
10	CARLO ALBERTO	SCA	EMERGENZA MOLE	EMO
11	PORTA NUOVA	SPN	CARLO ALBERTO	PCA
12	PASTRENGO	SPA	PORTA NUOVA	PPN
13	POLITECNICO	SPO	PASTRENGO	PPA
14	-	-	POLITECNICO	PPO

1.5 Locali tecnologici di stazione

In generale, il progetto definisce l'ubicazione e il dimensionamento dei locali tecnici di sistema e civili di stazione contenenti gli impianti di sistema e non di sistema.

Per i principali locali tecnologici non di sistema i requisiti funzionali principali sono i seguenti:

- vani e botole di calaggio;
- vani di ventilazione antincendio con apertura diretta verso l'esterno;
- vani di ventilazione HVAC con apertura diretta verso l'esterno;
- ventilazione naturale ove possibile o, se necessario, forzata e condizionamento;
- vasca antincendio con botola di accesso dall'esterno.

In stazione, i principali locali non di sistema sono:

- locali ventilazione antincendio (due o quattro locali a seconda della tipologia di stazione);
- locale Quadri/SCADA;
- locale QNB (Quadro no-break);
- locali UPS e batterie (uno o due locali ridondati);
- locali HVAC (uno, due o quattro locali a seconda della tipologia di stazione);
- locale centrale idrica antincendio;
- locali sottocentrale idrica antincendio di sottobanchina (un locale per singola via);
- locale Centrale Water Mist;
- locale Quadri di banchina (un locale per singola via);
- locale tecnico banchina (accesso cavedio, due per singola via);
- locale impianto fotovoltaico (ove previsto).

Per i locali tecnologici di sistema i principali requisiti sono i seguenti:

- altezza netta non inferiore a 4 metri;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- vano e botola di calaggio;
- vano di ventilazione HVAC con apertura diretta verso l'esterno
- pavimento flottante;
- binari di scorrimento trasformatori a filo pavimento flottante e con adeguata struttura di supporto (ove necessario);
- ventilazione naturale ove possibile o, se necessario, forzata e condizionamento;
- impianto e/o ventilazione antincendio
- dispositivi tagliafiamma in conformità con le norme.

In stazione, i locali di sistema sono principalmente:

- locale telecomunicazioni;
- locale telecomando/segnalamento;
- locale sottostazione elettrica (SSE);
- locale adduzione da società elettrica;
- locale cabina di bassa tensione
- Locali QGBT 1 e 2;
- locali UPS e batterie (uno o due locali ridondati);
- locali cabine di trasformazione MT/BT (due locali distinti);
- locale sezionatori;
- locali cortocircuitatore (uno per via di corsa);
- area o locale quadri porte di banchina.

Sono inoltre presenti in stazione:

- locale bigliettazione/Gestore emettitrici;
- locali VV.F. (atrio e banchine);
- locale sorvegliante (ove presente);
- locale spogliatoi/pulizie (ove presente);
- locale WC (ad uso del personale);
- Locale telefonia Gsm (ove presente)
- locali a disposizione.

1.6 Inquadramento generale progettazione impiantistica

La progettazione degli impianti non di sistema della Linea 2 della Metropolitana di Torino è basata su un criterio di armonizzazione delle "best practices" internazionali riferite al contesto delle metro moderne, con particolare riferimento all'innovazione e all'eco-compatibilità. Gli scenari di attuazione del progetto dovranno essere comunque basati sui requisiti normativi applicabili e propedeutici alla corretta progettazione del contesto impiantistico, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/01/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane". Il contesto impiantistico dovrà essere armonizzato a quello funzionale, civile ed architettonico al fine di inserire i contenuti impiantistici nell'ambito delle predisposizioni e delle finiture in modo organico. La carta dell'architettura dovrà inoltre essere considerata un'interfaccia privilegiata al fine assecondare la selezione delle tipologie, dell'utilizzo degli spazi così come della luce all'interno delle stazioni.

1.6.1 Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema

Le dotazioni impiantistiche non di sistema sviluppate nel PFTE costituiscono la base progettuale sulla quale è strutturato il Progetto Definitivo, sono stati presi in esame i seguenti sistemi primari inerenti le aree interne ed esterne relative alle opere di stazione, galleria, pozzi e manufatti:

- Impianti di ventilazione di emergenza antincendio (smoke ventilation)
- Impianti di sovrappressione e separazione aeraulica (filtri pressurizzati, barriere aria)
- Impianti di ventilazione ordinaria (immissione, estrazione)
- Impianti termici e di condizionamento (HVAC)
- Dispositivi e precauzioni atti alla prevenzione della Legionella
- Interpretazione e ingegnerizzazione delle Analisi fluidodinamiche e modellazione fumi SES/CFD ed esodo per la galleria, i manufatti, le stazioni.
- Analisi energetiche di edificio (ex-Legge10) ove richiesto.
- Impianti geotermici (geostrutture energetiche)
- Impianti idrici antincendio (norma EN)
- Impianti meccanici (altri), idrico sanitari, adduzione acque e scarichi
- Impianti di aggotamento in pressione e drenaggio acque a gravità
- Impianti elettrici e forza motrice
- Impianti di messa a terra e protezione correnti vaganti
- Impianti di protezione scariche atmosferiche
- Impianti di illuminazione
- Impianti fotovoltaici (Stazioni S1L)
- Impianti di rivelazione incendi (differenti tipologie a seconda della parte d'opera)
- Impianti speciali e correnti deboli
- Impianti di sollevamento (scale mobili e ascensori)
- Impianti di supervisione e controllo (Scada IGNS)

- Interfaccia e predisposizione impianti opere di sistema (correnti forti, telecomunicazione, dati, segnalamento, telecomando, porte di banchina, Scada etc.)
- Interfaccia impianti di controllo varchi ed emettitrici (Bigliettazione automatica)

1.6.2 Concetto di Smart Station

Con l'emanazione del D.M. 26/06/2015 – "Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici", funzionale alla piena attuazione della direttiva 2010/31/UE (testo consolidato nel 2018), è richiesta la realizzazione di un "*livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla classe B, come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232*" al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici; seppure tale prescrizione, riguardante determinate tipologie di edifici, non risulti cogente per le stazioni in oggetto, essa sarà comunque considerata come utile riferimento al fine di perseguire un adeguato contenimento dei consumi energetici legati agli impianti non di sistema.

I principi base e le finalità della normativa UNI EN 15232 riguardano l'impatto dei sistemi BACS (Building Automation and Control Systems) e TBM (Technical Building Management) sulle prestazioni energetiche degli edifici. La normativa non si riferisce semplicemente a delle prescrizioni su come realizzare gli impianti di automazione edifici, ma fornisce un metodo per la stima dell'impatto dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La progettazione degli impianti della Linea 2 della Metropolitana, in termini di "Smart Station" nell'ottica della UNI EN 15232, si baserà sulla valutazione della domanda energetica e dei consumi elettrici in termini di "best practices", massimizzando la richiesta di rendimento elettrico degli apparati e, per quanto possibile, utilizzando sistemi elettro-meccanici alimentati ad energia rinnovabile; è dunque previsto lo studio di sistemi di efficienza energetica attiva, che hanno la funzione di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti tecnici delle stazioni in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti profili di utilizzo e occupazione degli ambienti.

L'obiettivo è quello di realizzare sistemi BACS e TBM "ad alte prestazioni energetiche", tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto; più in generale, i dispositivi di controllo delle stazioni dovranno essere in grado di gestire gli impianti elettrici e di climatizzazione (HVAC) tenendo conto di diversi fattori (valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell'occupazione, sulla qualità dell'aria, ecc.) e di includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC ed i vari servizi dell'edificio (consumi carichi elettrici, illuminazione, ecc.).

Pur essendo noto che l'applicazione in oggetto (stazione metropolitana) non è coerente con gli ambiti tipici di applicazione della UNI EN 15232 (es. terziario ad uffici) per le principali tipologie applicative indicate dalla normativa, è prevista ad esempio l'adozione delle seguenti misure:

- Illuminazione: utilizzo diffuso di corpi illuminanti a LED con gestione mediante sistema di regolazione del tipo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ovvero, laddove non sia necessaria una specifica regolazione, gli apparecchi saranno comunque equipaggiati con sorgente luminosa a LED e la relativa accensione sarà comunque monitorata dal sistema di gestione e supervisione.
- Condizionamento (si rimanda comunque alla specifica sezione del progetto):
 - è proposta la progettazione integrata, ove possibile, con sistemi geotermici, consentendo così di soddisfare parte della richiesta di energia per la climatizzazione della stazione tramite una pompa di calore geotermica, con possibilità di raggiungere valori elevati di EER (Energy Efficiency Ratio);

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- è da considerare parte integrante del concetto base dell'energy-recovery la gestione del sistema di condizionamento disponibile, sia in esercizio di ventilazione ordinaria che di condizionamento mediante il free-cooling, nelle fasce orarie e negli ambiti termoigrometrici disponibili per la città di Torino;
- per quanto concerne il sistema di ventilazione e condizionamento dedicato al rinnovo dell'aria primaria ed al conseguimento delle condizioni di comfort per i passeggeri, si potranno mutuare le esperienze già realizzate per altre linee in termini di gestione in "real-time management", legando la portata dell'aria esterna alla reale presenza delle persone in stazione.
- Produzione energia elettrica: laddove possibile (quindi soltanto in corrispondenza delle stazioni superficiali) si prevederà l'installazione di un campo fotovoltaico per la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile.
- Gestione dell'Energia: è richiesto il controllo dinamico dei parametri contabili e storici del profilo energetico dell'impianto, che permetta di evidenziare e prevenire le criticità che possono condurre a sprechi o guasti. Tale Sistema di monitoraggio dell'energia (integrato nella supervisione SCADA) dovrà consentire opportunità per razionalizzare i costi e tutelare macchinari, impianti e servizi.

1.7 Campo di applicazione

La presente Sezione di Capitolato è relativa alle specifiche tecniche e prestazionali da seguire durante la fase progettazione esecutiva e di costruzione dell'opera riguardanti gli impianti meccanici a servizio delle opere civili della tratta:

- Stazioni
- Pozzi di intertratta e di emergenza
- Galleria
- Manufatti di Bivio
- Manufatti di fine tratta

Nello specifico gli impianti meccanici oggetto del presente capitolato sono di seguito riportati:

- impianti di ventilazione di emergenza;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti idrici-antincendio;
- impianto idrico-sanitario e scarichi.

Gli impianti di ventilazione di emergenza si suddividono in:

- ventilazione principale di emergenza;
- impianti di sovrappressione e separazione aeraulica.

Gli impianti di ventilazione e condizionamento si dividono in:

- ventilazione ordinaria;
- ventilazione secondaria;
- impianti termici e condizionamento aree aperte al pubblico;
- impianti di condizionamento locali tecnici,
- impianti termici e di condizionamento locali tecnici presidiati da personale di stazione,
- impianti geotermici (da geostrutture energetiche).

Negli impianti antincendio sono compresi:

- impianti antincendio a idranti UNI 45;
- Impianto antincendio automatico a diluvio (parte alta e bassa della via di corsa);
- impianti antincendio automatici sprinkler a umido (scale mobili e zona break);
- Impianto antincendio water mist (locali tecnici);

Negli impianti idrici sono compresi:

- impianti idrico-sanitari (adduzione acqua sanitaria e scarico acque nere);
- impianti di lavaggio;
- impianti di aggettamento
- Sistema di sollevamento acque nere
- Impianti di raccolta acque chiare.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

La ventilazione di emergenza provvede all'evacuazione dei fumi rendendo liberi da fumo i varchi di passaggio, percorsi protetti dei viaggiatori e la galleria impiegando grandi portate d'aria attraverso i ventilatori situati nei vani di ventilazione delle stazioni e dei pozzi.

La ventilazione di emergenza comprende anche gli impianti di segregazione aeraulica costituiti dalle lame d'aria di stazione e dai sistemi di sovrappressione delle zone filtro sia per le stazioni che per i manufatti di bivio e per il pozzo di Emergenza Mole.

Nelle stazioni ad un solo livello interrato (S1L) il filtro a prova di fumo del vano ascensori, a differenza delle altre tipologie, è ventilato non con sistema di sovrappressione bensì con aerazione di tipo naturale realizzata a mezzo canalizzazione della sez. di 0.75m² sfociante sulla copertura.

Nella situazione di esercizio normale la ventilazione provvede a mantenere condizioni di buona vivibilità in un ambiente normalmente inquinato da polveri e residui connessi alla marcia del treno. La ventilazione secondaria riguarda altresì i locali a disposizione di banchina quali i servizi igienici dotati di sistemi di ventilazione e estrazione dedicati.

Si colloca nella categoria di condizionamento delle zone aperte al pubblico il sistema di climatizzazione che saranno legate ai seguenti fattori primari:

condizioni termo-igrometriche esterne;

aria di rinnovo e immissione aria esterna;

gestione dinamica delle condizioni ambientali interne del contesto stazione verificate sulla base delle caratteristiche di affollamento registrate nell'unità di tempo prescelta;

condizioni ambientali riscontrate all'interno del materiale rotabile (dotato di un proprio sistema di ventilazione e condizionamento);

gestione delle condizioni di temperatura ambientale di esercizio delle apparecchiature elettriche sottese ai servizi delle stazioni;

eco-compatibilità delle scelte progettuali.

La progettazione degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale, quindi del sistema di condizionamento, è legata fortemente al contesto della ventilazione in condizioni di emergenza, in quanto sono tra essi condivise le modalità di distribuzione delle portate di aria in immissione o estrazione, al fine di creare un sistema comune di utilizzo dei canali, ad elevata caratteristica di resistenza, idonei e certificati anche per lo smaltimento dei fumi.

Si colloca nella categoria di condizionamento dei locali tecnici il sistema di raffreddamento dell'ambiente nei locali tecnologici, dove le apparecchiature elettriche forniscono un rilascio termico di notevole entità, tale da rendere necessario il suo smaltimento all'esterno mediante sistemi di refrigerazione ad espansione diretta, oltreché dalla estrazione connessa alla ventilazione principale.

Nella categoria degli impianti geotermici da geostrutture energetiche ricade il sistema di geotermico per sfruttare l'energia termica presente nel sottosuolo, con lo scopo di ottenere energia da utilizzare per soddisfare la domanda di energia termica delle stazioni basata sul principio dello scambio termico tra il terreno e la falda, attraverso i conchi di galleria e le paratie di stazione o manufatti, mediante

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

l'utilizzo di pompe di calore acqua/acqua dedicate che sfruttino l'energia prodotta e la indirizzino verso l'utilizzatore.

Negli impianti antincendio a idranti sono ricompresi sia gli impianti di stazione che di galleria e questi ultimi sono alimentati tramite il gruppo di pressurizzazione e la riserva presenti nelle stazioni.

L'impianto antincendio a diluvio comprende il sistema di spegnimento a secco che insiste sulla galleria di stazione costituito da 4 ramificazioni principali ognuna ulteriormente suddivisa in sotto ramificazioni secondo le aree operative da proteggere.

Per la protezione dei locali tecnici di sistema è previsto l'utilizzo di un sistema ad acqua ad alta pressione Water Mist.

Gli impianti antincendio automatici a sprinkler sono previsti all'interno delle stazioni e nello specifico all'interno del cassone di ciascuna scala mobile (impianto fornito dal produttore della scala e solo connesso alla rete di stazione, l'Appaltatore dovrà verificare ed eventualmente integrare nella successiva fase di progettazione la corrispondente verifica di calcolo idrico nella propria relazione al fine di dimensionare correttamente: il sistema di pompaggio, la riserva idrica e le tubazioni afferenti la singola scala mobile);

È inoltre previsto il sistema di spegnimento automatico di tipo sprinkler per le aree destinate a snack o aree museali ove presente nelle aree aperte al pubblico principalmente al piano atrio delle stazioni (l'Appaltatore dovrà verificare ed eventualmente integrare nella successiva fase di progettazione la corrispondente verifica di calcolo idrico nella propria relazione al fine di dimensionare correttamente: il sistema di pompaggio, la riserva idrica e le tubazioni afferenti all'impianto sprinkler area snack).

L'Appaltatore dovrà verificare ed eventualmente integrare nella successiva fase di progettazione i dati relativi all'adduzione idrico-sanitaria e antincendio relativi alla stazione sulla base delle posizioni indicate dalla Smat. Dovrà inoltre confermare i dati relativi all'idrante esterno DN 100 direttamente connesso alla rete di acquedotto richiesto dal D.M. 21/10/2015 (uno per singolo accesso). Le portate e le posizioni delle connessioni dovranno essere comunicate e approvate dalla D.L. e dall'Ente Smat competente per Torino, adottando tutte le procedure e le prescrizioni previste/richieste dalla Smat e dal vigente regolamento.

Si specifica che i tratti di tubazione interrata derivati dalla presa messa a disposizione dall'ente erogatore dovranno essere adeguatamente controtubati con pendenza verso il pozzetto di conferimento al fine di identificare eventuali perdite, in aggiunta dovrà essere inserito un pozzetto di ispezione ogni 25 max di tubazione (con particolare riferimento al contesto della connessione degli idranti esterni). Tutte le utenze Smat saranno sotto contatore fornito dall'Ente stesso.

L'impianto di lavaggio è costituito da punti di adduzione idrica (rubinetti di lavaggio) posti in corrispondenza della stazione, della galleria e dei manufatti al fine di permetterne una periodica manutenzione e pulizia.

L'impianto idrico sanitario si compone dei punti di adduzione e scarico in corrispondenza dei bagni e delle aree dedicate presenti in stazione.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Il sistema di sollevamento acque nere è presente in tutte le stazioni e si compone di un serbatoio (in materiale plastico) di raccolta acque nere posto ai livelli inferiori (sottobanchina) rispetto ai bagni di stazione e di pompe di rilancio (è presente in ogni stazione un sistema per ogni via di corsa). Le acque vengono rilanciate verso il sistema fognario cittadino.

Il sistema di aggettamento delle acque meteoriche è presente in tutte le stazioni e si compone delle raccolte connesse ai vani di ventilazione, calaggio etc. oltre alla raccolta presente in corrispondenza degli accessi dove sono presenti le griglie di captazione a bordo scala e il sistema di accumulo connesso alle scale mobili. Quest'ultimo è dotato di pompe di rilancio che dagli accessi convogliano le acque alla vasca di aggettamento collocata nel sottobanchina da cui le acque vengono rilanciate verso il sistema fognario cittadino (in camera sifonata facente parte dell'appalto prima della connessione al collettore).

In galleria le acque non vengono raccolte ma convogliate verso i punti di depressione del tracciato che corrispondono alle vasche di aggettamento collocate nelle stazioni e nei pozzi a seconda della pendenza della singola semitratte.

Non tutti i pozzi sono dotati di vasca di aggettamento ma solo quelli in corrispondenza dei pozzi situati nei punti di depressione del tracciato in cui le acque dopo essere state convogliate nelle vasche di raccolta vengono rilanciate verso il sistema fognario cittadino analogamente a quanto accade per le stazioni.

L'Appaltatore dovrà verificare ed eventualmente integrare nella successiva fase di progettazione i dati relativi allo smaltimento delle acque comunicando le portate e le posizioni dei recapiti sulla base delle posizioni indicate dalla Smat (per stazioni e pozzi).

Le portate e le posizioni dovranno essere quindi comunicate e approvate dalla D.L. e dall'Ente Smat competente per Torino, adottando tutte le procedure e le prescrizioni previste/richieste dalla Smat e dal vigente regolamento.

Le tabelle delle apparecchiature, riportate nei paragrafi che seguono, hanno lo scopo di fornire una informazione generale sulla consistenza complessiva delle installazioni previste. Per la definizione puntuale delle caratteristiche delle singole apparecchiature, si faccia riferimento alle relazioni specialistiche ed agli elaborati grafici di progetto, relativi ai singoli manufatti (pozzi/stazioni).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Introduzione

Gli impianti dovranno essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli Enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla Legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

Gli impianti dovranno essere eseguiti in conformità al Decreto 380/01 Capo V, al Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 (regolamento di attuazione della legge nr. 248 del 2/12/2005 art. 14) e successivi emendamenti; si evidenzia che le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

Inoltre, dovranno essere rispettate le prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona di competenza, ed in particolare:

- Ispettorato del lavoro;
- ASL;
- Vigili del fuoco (approvazione Comando Provinciale dei VVF Protocollo nr: 45727 - del 21/11/2022 - COM-TO - Comando Prov. VVF TORINO CITTA' DI TORINO - METROPOLITANA AUTOMATICA LINEA 2 sita/o in LINEA 2 REBAUDENGO - POLITECNICO sn, 10100 Torino - Comunicazione di approvazione ex art. 3 del D.P.R. n. 151/2011).
- ISPESL;
- ANSFISA
- leggi, decreti e regolamenti governativi, prefettizi, comunali e di ogni autorità riconosciuta nonché disposizioni che indirettamente o direttamente avessero attinenza con l'appalto in oggetto, siano esse in vigore all'atto dell'appalto o siano emanate nel corso di esso.

Inoltre si dovrà considerare che l'esercizio della Linea 2 della Metropolitana rientra tra le attività soggette alle verifiche ed ai controlli di prevenzione incendi - attività 78.1.C (Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, con superficie coperta accessibile al pubblico superiore a 5.000 mq; metropolitane in tutto o in parte interrate) dell'Allegato I del D.P.R. n°151 del 01/08/2011 e s.m.i. "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".

L'appaltatore, infine, ha l'obbligo di realizzare le opere in conformità a leggi, norme, regolamenti vigenti ed ulteriori disposizioni delle autorità anche se non espressamente sopra descritte.

Tutte le eventuali modifiche o aggiunte che dovessero essere apportate agli impianti per ottemperare alle prescrizioni degli enti preposti o comunque per rendere gli impianti stessi assolutamente conformi alle normative o rendere gli impianti completi e funzionanti in ogni loro parte saranno completamente a carico dell' Appaltatore Integrato che al riguardo non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine anche se nel frattempo fosse stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori.

È altresì a carico dell'Appaltatore l'espletamento di tutte le pratiche con Enti di controllo per il controllo e verifica degli impianti a termini di normativa di tutte le pratiche relative e denunce, verifiche e collaudi necessari per la normale messa in esercizio dei vari impianti.

2.2 Norme e decreti di carattere generale

La progettazione definitiva è strutturata facendo riferimento alle seguenti Leggi, decreti, norme nazionali e internazionali:

D.lgs. n. 50 del 18/04/2016 e s.m.i.: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.

D.P.R. n. 207 del 5/10/2010: Regolamento di attuazione nelle parti ancora in vigore.

D.M. n. 560 del 01/12/2017 (come modificato dal D.M. MIMS 2 agosto 2021, n. 312 e del d.lgs. n. 36/2023 art. 43): Modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche.

D.M. 312/2021: Modifiche al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 1° dicembre 2017, n. 560

UNI EN ISO 16739:2016 - Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management

UNI EN ISO 19650:2019 parte 1 e 2

UNI 11337:2017-2018 - Edilizia e opere di Ingegneria Civile: Gestione digitale dei processi informativi:

Parte 1 – Descrizione dei modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotto e processi

Parte 4 – Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti

Parte 5 – Flussi informativi nei processi digitalizzati

Parte 6 – Redazione del capitolato informativo

Parte 7 - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa.

Norme di Riferimento per la Sicurezza Informatica:

ISO/IEC 27000:2016 - Information technology - Security techniques - Information security management systems - Overview and vocabulary;

ISO/IEC 27001:2013 - Information technology - Security techniques - Information security management systems – Requirements;

ISO/IEC 27002:2013 - Information technology – Security techniques – Code of practice for information security controls. The latest version of the code of practice for information security controls;

ISO/IEC 27003:2017 - Information technology – Security techniques – Information security management system implementation guidance;

ISO/IEC 27004:2016 - Information technology – Security techniques – Information security management – Monitoring, measurement, analysis and evaluation;

ISO/IEC 27005:2018 - Information technology - Security techniques – Information security risk Management;

ISO/IEC 27006:2015 - Information technology – Security techniques – Requirements for bodies providing audit and certification of information security management systems;

ISO/IEC 27007:2017 - Information technology - Security techniques - Guidelines for information security management systems auditing;

ISO/IEC TR 27008:2011 - Information technology - Security techniques – Guidelines for auditors on information security controls.

Norme di Riferimento per la tutela dei dati personali (privacy):

ISO/IEC 29100:2011 - Information technology - Security techniques – Privacy framework1

2.3 Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica

Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".

Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.

Decreto del Ministero dell'Interno 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori".

Eurocodici.

Norme UNI EN – UNI ISO – UNI EN ISO.

Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).

Norme ISO (International Organization for Standardization).

Norme CNR (Consiglio Nazionale Ricerche).

Norme UNIFER.

Normative, Linee Guida e prescrizioni Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ASL.

2.4 Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti

Come integrazione e specificazione di quanto descritto nella documentazione a base di gara, ai fini della redazione del Progetto Definitivo si elencano di seguito i principali riferimenti normativi nazionali ed europei relativi i sistemi di supporto da applicare per l'installazione degli impianti in generale. Le indicazioni contenute nelle normative sono pertanto valide per tutte le installazioni impiantistiche:

2.4.1 Sistemi di supporto per impianti

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 1-Azioni sulle strutture:
 - UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco.
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-1-1:2015 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1992-1-2:2019 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- Eurocodice 3-Progettazione delle strutture di acciaio:
 - UNI EN 1993-1-1:2022 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1993-1-3:2007 Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo;
 - UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti;
 - UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica.
- Eurocodice 8-Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
 - UNI EN 1998-1:2013 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte.
- Eurocodice 9 Progettazione delle strutture di alluminio:
 - UNI EN 1999-1-1:2014 Parte 1-1: Regole strutturali generali;
 - UNI EN 1999-1-2:2007 Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1999-1-3:2011 Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica;
 - UNI EN 1999-1-4:2011 Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo.

2.4.2 Sistemi di ancoraggio:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-4:2018 Parte 4: "Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo".

2.4.3 Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione Incendi";
- D.M. 16.02.2007 Sezione A.4.5 (Classificazione resistenza al fuoco) / Allegato B.8;
- D.P.R. n°151 01.08.2011 "Nuovo regolamento di prevenzione incendi";
- EN13501-2 2016 "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione";
- EN1366-3 2022 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi";
- EN1366-4 2021 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi".

2.5 Normative di riferimento progettazione antincendio

2.5.1 Leggi e Decreti Generali di Prevenzione Incendi

- DECRETO 21/10/2015 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.
- DECRETO 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- DECRETO del Ministero dell'interno del 20/12/2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro gli incendi installate nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".
- D.P.R. n°151 del 01/08/2011 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
- Decreto 7 gennaio 2005 Ministero dell'Interno. Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
- D. M. del 10 marzo 1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

2.5.2 Rivelazione incendi

- UNI EN 54: 2006/2021 - Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio.
- UNI 9795: 2021 – Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11224: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi.

2.5.3 Estinzione incendi

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decreto 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministero dell'Interno 3 Agosto 2015 recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Decreto 15/05/2020: "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, per le attività di autorimesse";
- Decreto Ministeriale 12 Aprile 2019: Modifiche al decreto 3 agosto recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Legge, 1 marzo 1968, nr. 186;
- D.M.I. 20/12/12 Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 recante: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3/08/2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 01/08/2011 n.151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49, comma 4-quater, del decreto-legge 317572010 n.78 convertito, con modificazioni, dalla legge 30/7/2010 n.122;
- Decreto 07/08/2012 recante: "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e della documentazione da allegare, ai sensi dell'art. 2, comma 7 del DPR 151/11";
- DM. 22 Gennaio 2008 n. 37

PRINCIPALI NORMATIVE UNI-EN:

- UNI 10779:2021 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI 11292:2019 Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali.
- UNI EN12845:2020 Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler Progettazione, installazione e manutenzione.
- UNI 14384-2006 Idranti antincendio a colonna soprasuolo.
- UNI EN 14339-2006 Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14972-1:2021 Installazioni fisse antincendio - Sistemi ad acqua nebulizzata - Parte 1: Progettazione, installazione, controllo e manutenzione.
- UNI EN 13565-1:2019 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per i componenti.
- UNI EN 13565-2:2021 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione.
- UNI EN 1452-2010b Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U).
- UNI EN 804-2020 Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide.
- UNI EN 671- 2-2012 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 3 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 694-2014 Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.
- UNI EN 10224-2006 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10255-2007 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 12201 2012-2013 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
- UNI EN 14540-2014 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.
- EN 2-2005 Classificazione dei fuochi
- UNI EN 3-7 2008 Estintori d'incendio portatili - Parte 7: Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 1866-1 2008: Estintori carrellati d'incendio - Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 9994-2013 Apparecchiature per estinzione incendi - Estintori di incendio - Parte 1: Controllo iniziale e manutenzione
- UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.
- UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
- UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi – Sistemi di fissaggio per tubazioni appiattibili prementi.
- UNI EN ISO 15493 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 15494 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 14692 Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro-rinforzata.
- UNI 11443 Sistemi fissi antincendio - Sistemi di tubazioni - Valvole di intercettazione antincendio
- UNI CEN/TS 14816:2009 "Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione";
- UNI EN 12259-2:2006 Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2;
- Linee guida linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica degli impianti antincendio, dicembre 2011

PRINCIPALI NORMATIVE NFPA (SOLO RIFERIMENTO):

- NFPA 13:2013(NPFA 13:2022) Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- NFPA 14:2013 (NPFA 14:2019) Standard for the Installation of Standpipes and Hose Systems.
- NFPA 15:2012 (NPFA 15:2022) Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.
- NFPA 20:2013 (NPFA 20:2022) Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
- NFPA 22:2013 (NPFA 22:2023) Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.
- NFPA 25:2014 (NPFA 25:2023) Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
- NFPA 72:2016 (NPFA 72:2022) National Fire Alarm and Signaling Code.
- NFPA 90A: 2018 (NPFA 90A:2021) Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.
- NFPA 92:2018 (NPFA 92:2021) Standard for Smoke Control Systems.
- NFPA 101: 2018 (NPFA 101:2021) Life Safety Code.
- NFPA 130:2017 (NPFA 130:2023) Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- NFPA 204: 2018 (NPFA 204:2021) Standard for Smoke and Heat Venting.
- NFPA 750:2015 (NPFA 750: 2023) Standard on Water Mist Fire Protection Systems.

2.6 Normative di riferimento impianti ventilazione, termici e climatizzazione

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Legge n. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.Lgs. n. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- D.Lgs. n. 311/06 "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- DECRETO LEGISLATIVO 3/03/2011, n. 28 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- DGR n. 46-11968 4/08/2009 Regione Piemonte e s.m.i. - Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria [...]
- D.M. 1° dicembre 1975 - D.lgs. n. 26/16 - D.M.01/12/04 n°329 Attrezzature in pressione
- Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi, Ministero della Salute e disposizioni Regione Piemonte in materia (in riferimento anche agli impianti Idrico Sanitari).
- Regione Piemonte n.109 del 04.03.2008 Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella - Campo di applicazione: strutture sanitarie pubbliche e private.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI 10339:1995 - Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10349: 2016 (1-2-3) - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
- UNI 10375:2011 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
- UNI EN 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate
- UNI EN ISO 7730: 2006 - Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.
- UNI EN 12097 - Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte.
- UNI/TS 11300-1/6: 2010-2019 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI EN 12237:2004 - Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.
- UNI EN 1507:2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta.
- UNI EN 16798-1:2019 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6.
- UNI CEN/TR 16798-2:2020 Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6).
- UNI EN 16798-3:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI CEN/TR 16798-4:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 4: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-3 - per gli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI EN 16798-5-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 5-1: Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8) - Metodo 1: Distribuzione e generazione.
- UNI CEN/TR 16798-6:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 6: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-5-1 e nella EN 16798-5-2 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione e condizionamento dell'aria (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8).
- UNI EN 16798-7:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 7: Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici compresa l'infiltrazione (Moduli M5-5).
- UNI CEN/TR 16798-8:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 8: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-7 - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici incluse le infiltrazioni (Modulo M5-5).
- UNI EN 16798-9:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 9: Metodi di calcolo per il fabbisogno energetico dei sistemi di raffreddamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI CEN/TR 16798-10:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 10: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-9 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di raffrescamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI EN 16798-17:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 17: Linee guida per l'ispezione degli impianti di ventilazione e condizionamento dell'aria (Modulo M4-11, M5-11, M6-11, M7-11).

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- EN 13141-7: Ventilazione per gli edifici - Verifica delle prestazioni di componenti per gli edifici residenziali - Parte 7: Test delle prestazioni delle unità di ventilazione meccanica canalizzata e di estrazione (compreso il recupero di calore);
- UNI EN 13141-8 : Ventilazione per gli edifici - Prove di prestazione di componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Parte 8: Prove di prestazione di unità di ventilazione meccanica non canalizzate e di scarico (compreso il recupero del calore);
- UNI EN 13142: Ventilazione per gli edifici - Componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Caratteristiche prestazionali richieste e facoltative
- UNI EN 12831-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3.
- UNI EN ISO 52017-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne - Parte 1: Procedure generali di calcolo.
- UNI EN ISO 52016-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo.
- UNI EN ISO 13788:2013 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 14683:2018 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN ISO 6946:2018 - Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 10211:2018 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati.
- UNI EN ISO 16890-1:2017 Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 1: Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (ePM).
- UNI EN 1861:2000 - Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Diagrammi di flusso del sistema e diagrammi delle tubazioni e della strumentazione - Disposizione e simboli.
- UNI EN 12102-2:2019 - Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora - Parte 2: Scaldacqua a pompa di calore.
- UNI EN 14511 1-4: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico.
- UNI EN 16147:2017 Pompe di calore con compressore elettrico - Prove, valutazione delle prestazioni e requisiti per la marcatura delle apparecchiature per acqua calda sanitaria.
- UNI EN 12309-1:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 1: Termini e definizioni.
- UNI EN 12309-2:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 2: Sicurezza.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI EN 12599:2012 - Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria.
- UNI EN 378-1:2021 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione.
- UNI EN 378-2:2017 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione.
- UNI EN 11466:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per il dimensionamento e la progettazione
- UNI EN 11467:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione
- UNI EN 11468:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti ambientali
- UNI EN 805 :2002 Approvvigionamento di acqua – requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici
- UNI EN 1610-2015 Costruzione e Collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- UNI EN 11149-2019 Elementi di progettazione e tecniche per la posa in opera e collaudo di sistemi di tubazione di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione

2.7 Ambiente e atmosfera

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decisione 2004/470/CE del 29/04/2004 e s.m.i. (2004/470/CE R01) - Decisione della Commissione sugli orientamenti per un metodo di riferimento provvisorio per il campionamento e la misurazione delle PM_{2,5}.
- Direttiva 2008/50/CE e s.m.i.- Qualità aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.P.R. 203/88 e s.m.i. - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183.
- D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i. – Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti;
- D.M. 25 agosto 2000 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203;
- L. 23 Marzo 2001, n. 93 e s.m.i. – Disposizioni in campo ambientale;
- D.Lgs. 21/5/2004 n. 171 - Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici;
- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'art. 1 della L. 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.Lgs. 26 Giugno 2008, n. 120 – Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 3 Agosto 2007, n. 152 – Attuazione della Dir. 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli IPA nell'aria ambiente;
- D.Lgs. 29 Giugno 2010, n. 128 – Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;

- D.Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155 e s.m.i. – Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- Legge 12 Agosto 2016, n. 170 - Delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2015.
- L.R. 7/4/2000 n. 43 - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.G.R. n. 27-614 del 31/07/2000 - Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da Ozono;
- L.R. 18 Febbraio 2010, n.5 – Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti;
- D.G.R. 27 luglio 2011, n. 70-2479 Attuazione della Legge Regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento dello Stralcio di Piano 5.1 del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.G.R. 30 maggio 2016, n. 29-3386 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Armonizzazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria con gli aggiornamenti del quadro normativo comunitario e nazionale.
- D.G.R. 5 giugno 2017, n. 13-5132 - Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 e legge regionale 7 aprile 2000, n. 43. Adozione della Proposta di Piano Regionale di Qualità dell'Aria e approvazione del Rapporto Ambientale ai sensi dell'articolo 13 del decreto legislativo 152/2016.
- D.G.R. n. 42-5805 del 20 ottobre 2017.
- D.G.R. 9 agosto 2019, n. 8-199.
- Direttive e notifiche ASL TO nel contesto specifico.
- Direttive e notifiche ARPA nel contesto specifico.

2.8 Acustica

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- DPCM 1/3/1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- L. 26/10/1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DM 11/12/1996: Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo ubicati nelle zone diverse da quelle esclusivamente industriali o le cui attività producono i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali (G.U. n. 52 del 4/3/97).
- DPCM 14/11/1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/3/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- DPR 18/11/1998, n. 459 - Regolamento recante norme di esecuzione dell'Art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- L. 09/12/98 n. 426 – Nuovi interventi in campo ambientale
- DM 29/11/2000 - Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- L. 31/7/02, n. 179 – Disposizioni in materia ambientale
- D.Lgs. 4/9/2002, n. 262: Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. (GU n. 273 del 21-11-2002- Suppl. Ordinario n.214)
- Decreto 24/7/2006 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare – Modifiche dell'allegato I - Parte b, del D.Lgs. 4/9/2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno. (GU n. 182 del 7/8/2006)
- DPR 30/3/2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447
- Circolare 6/9/2004: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- D.Lgs. 19/8/2005, n. 194 – Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005)
- D.Lgs. 9/4/08, n. 81 – Attuazione dell'art. 1 della L. 3/8/07, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Lgs. 27/1/10, n. 17 – Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori
- D.Lgs. 17/2/2017, n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.
- Legge Regionale 20/10/2000, n.52
- D.G.R. 27 giugno 2012 n. 24-4049: Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della l.r. 25 ottobre 2000, n. 52.
- D.G.R. 2/2/2004, n. 9-11616 (BURP n. 5 del 5/2/2004, SO n.2): L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3, lettera c). Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico.
- Zonizzazione Acustica Comune di Torino

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI 8199:2016 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti.
- UNI EN ISO 3746:2011 - Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente.

2.9 Impianti Idrico-sanitari

- D.M. n. 443/90 per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili.
- D.Lgs. N° 152 del 11/05/99 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- UNI 9182: 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- Norma UNI EN 12056-1/5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.
- UNI EN ISO 9906: 2012 Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione - Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C);
- UNI EN 806 1-5: 2008 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1-5.
- UNI EN 752:2017 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici - Gestione del sistema di fognatura.
- UNI EN 1333:2007 Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN.

2.10 Ventilazione Antincendio

- UNI EN 12101-1/8:2006-2022: Sistemi per il controllo di fumo e calore.
- UNI EN 12101-3:2015 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore
- UNI EN 12101-7:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
- UNI EN 12101-8:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
- UNI EN 12101-13:2022 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 13: Sistemi Differenziali di pressione (PDS) - Metodi di progettazione e di calcolo, installazione, prove di accettazione, prove periodiche e manutenzione
- UNI EN 15650:2010 Ventilazione degli edifici - Serrande tagliafuoco
- UNI EN 13501-4:2016: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo
- UNI UNIFER 8686-1/7:1985 Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni.
- UNI 9494-1: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SEFFC).
- UNI 9494-2: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC).
- UNI 9494-3: 2014 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore

- UNI 1366-1: 2020 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 1: Condotte di ventilazione
- UNI EN 1366-8:2005 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 8: Condotte di estrazione fumo.
- UNI EN 1366-9:2008 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 9: Condotte di estrazione del fumo per singolo comparto.
- UNI EN ISO 1461:2022- Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
- UNI EN ISO 12944 1-8:2017-2019 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 1-8 (riferibile anche agli altri contesti impiantistici inerenti la protezione dalla corrosione).
- UNI EN 15423:2008 - Ventilazione degli edifici - Misure antincendio per i sistemi di distribuzione dell'aria negli edifici.
- ASHRAE codes
- SEDH: Subway Environmental Design Handbook, Volume I, Principles and Applications

2.11 Vibrazioni

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

- ANSI S3.29 - "Guide to the evaluation of human exposure to vibration in buildings" (American National Standard) – Acoustical Society of America, New York – 1983;
- BS 6472 - "Evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 to 80 Hz)"- British Standards Institution – 1984;
- DIN 4150 - "Structural Vibration I Buildings" – 1986;
- ISO 2631/1 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte I: Specifiche generali;
- ISO 2631/2 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo -Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz);
- UNI EN ISO 8041-1:2017 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale
- UNI EN ISO 8041-2:2021 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 2: Strumenti per la misura dell'esposizione personale alle vibrazioni
- UNI 9614 (2017) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo; Norma internazionale ISO 4866 (prima edizione 1990) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
- UNI 9916 (2014) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- UNI ISO 10816-3:2018 - Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 3: Macchine industriali con potenza nominale maggiore di 15 kW e velocità di rotazione nominale compresa tra 120 giri/min e 15 000 giri/min, quando misurate in opera.

2.12 Impianti elettrici

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

Le seguenti norme riguardanti gli impianti elettrici e speciali sono da intendersi come supporto alla progettazione degli impianti meccanici. Per dettagli specifici riguardanti gli impianti elettrici fare riferimento alla sezione di capitolato specifica.

- Legge 1/03/1968 - N° 168, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968:
 - "Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte";
 - "Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte".
- Legge n.46 del 5/3/90 "Norme per la sicurezza degli impianti" (articoli non abrogati dal D.M. n°37 del 2008).
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D.M. 11 giugno 1992 - Approvazione dei modelli dei certificati di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali delle imprese e del responsabile tecnico ai fini della sicurezza degli impianti.
- D.P.R. n°462 del 22/10/2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica competente per la zona.
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 maggio 2016, n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (c.d. "regolamento CPR")

PRINCIPALI NORMATIVE

- Norma CEI 64-8 edizione 2021 (e successive varianti) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI EN 61936-1 Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni".
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.".
- Norma CEI 64-12 Anno 2019 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305
- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" - Maggio 2020.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini. Principi generali".
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio".
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".
- CEI 81-27 "Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione".
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"
- IEC EN 60034-30-1 Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code).
- UNI EN 12464/2 – Anno 2014 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno".
- UNI EN 12464/1 Anno 2021 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni".
- UNI UNIFER 8097 - Anno 2004 - "Metropolitane - Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie".
- UNI EN 1838 - Anno 2013 – "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza".
- UNI EN ISO 52120-1:2022 Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure
- UNI 8686-7 - Anno 1987 – "Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni. Locali di servizio per il pubblico.
- EN 50575 (CPR UE305/11) "Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.
- CCEI EN 61058-1 2019 Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

- CEI 11-37 - Guida all'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria – Riferimento come guida;
- CEI EN 61439 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-40 - Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50565-1 Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U);
- CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI EN 60598 – Apparecchi di illuminazione.
- UNI EN 13032-1 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- UNI EN 13032-2 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno.
- UNI EN 12665 - Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- Rapporto tecnico CIE 97 - Maintenance of Indoor Electric Lighting System

2.12.1 Campi Elettromagnetici

- Direttiva 2013/35/UE. "• Protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai CEM (campi elettromagnetici)".
- Direttiva 2008/46/CE. Modifica la direttiva 2000/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).
- Legge Quadro 36/01 e s.a.i. sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

2.12.2 Impianti speciali

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Direttiva 1999/05/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio "On radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity"
- Nuova direttiva RED 2014/53 UE (direttiva Radio Equipment Directive) 2014/53/UE, che sostituisce la direttiva R&TTE (Radio and telecommunications Terminal Equipment) 1995/5/CE
- Circolare n. GM/123709/4517DL/CR del Ministero delle Comunicazioni "Istruzioni in ordine alla direttiva 1999/05/CE riguardante le apparecchiature radio e le apparecchiature terminali di telecomunicazioni e il reciproco riconoscimento della loro conformità"
- DM 381/1998 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana"
- Legge quadro 36/2001 sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100kHz e 300GHz"
- Legge della Regione Piemonte 19/2004 "Nuova disciplina regionale sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- Legge n.186 del 1/3/1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- Legge n° 447 del 26/10/95 "Legge quadro sull' inquinamento acustico"

PRINCIPALI NORMATIVE

- CEI 11-27/1 "Sicurezza nei lavori di impiantistica elettrica e di manutenzione"
- CEI 111 "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza"
- CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10kHz – 300GHz, con riferimento all'esposizione umana"
- CEI EN 50173 "Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato"

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- CEI EN 55022 "Apparecchi (CEI 110-5;Ab) per la tecnologia dell'informazione – Caratteristiche di radiodisturbo – Limiti e metodi di misura" e variante
- CEI EN 62368-1: (CEI 108-17) "Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione – Sicurezza"
- CEI EN 50121 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Compatibilità elettromagnetica"
- Standard ETSI/CENELEC sulla compatibilità elettromagnetica
- Standard CENELEC sulla sicurezza delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione
- UNI ISO 7240-19 2010 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza"
- UNI CEN/TS 54-32 2015 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio - Parte 32: Pianificazione, progettazione, installazione, messa in servizio, esercizio e manutenzione dei sistemi di allarme vocale"
- CEI EN 50849:2019-02 "Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza".
- UNI EN 54-4 2007 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 4: Apparecchiatura di alimentazione"
- UNI EN 54-16 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale"
- UNI EN 54-24 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – Altoparlanti"

NOTA:

SONO CONSIDERATI ACQUISITI TUTTI GLI EVENTUALI AGGIORNAMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI INTERCORSI O CHE SARANNO ATTIVI NEL CONTESTO DELLA PROGETTAZIONE DOPO LA EMISSIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO.

3. INTERFACCE IMPIANTISTICHE

3.1 Interfacce impianti di sistema

Il presente progetto è stato redatto secondo la struttura dell'incarico ricevuto dal Comune di Torino che non prevede, nella fase di progettazione definitiva, la selezione del Materiale Rotabile e del Sistema nella sua generalità. Pertanto, sulla base del mandato ricevuto, il Progettista ha riscontrato in termini di interfacce i temi derivanti dal PFTE e dalle Indagini di Mercato operate dal Comune sia nel 2019 che nel 2021. Tra le tematiche più importanti sono stati considerati gli spazi funzionali derivati dall'involuppo dei requisiti di sistema ad oggi noti (stazione, pozzi e galleria), il criterio legato alla potenza totale di incendio del materiale rotabile selezionato in base al D.M. 21/10/2015 (Allegato I – Capo I.1.5) per determinare la portata di ventilazione in stazione e galleria secondo gli scenari di incendio di tipo 1 e 2. In merito al sistema di spegnimento a diluvio posto nella galleria di stazione per involuppare le varie geometrie possibili del materiale rotabile si è optato per una morfologia che prevede un impianto per la parte superiore e uno per la parte inferiore del treno. Per la determinazione dei punti di ripresa della ventilazione antincendio al di sopra delle porte di banchina si è anche qui selezionata una ipotetica distribuzione, dimensione e numero delle stesse.

Tutti gli scenari assunti e i corrispondenti sistemi di ventilazione fumi e idrici antincendio selezionati nella fase di progettazione definitiva, richiedono obbligatoriamente all'Appaltatore un approfondimento tecnico e verifica di calcolo di tutti i sistemi meccanici (ed elettrici di conseguenza) interessati nella fase di progettazione esecutiva, una volta che andrà selezionato il Sistema e il Materiale Rotabile e il relativo carico di incendio.

In sintesi, i principali temi progettuali che andranno rielaborati, aggiornati o confermati saranno i seguenti:

- Determinazione e aggiornamento degli spazi funzionali richiesti in funzione del materiale rotabile e dagli apparati di sistema in Stazione, Pozzi e gallerie.
- Determinazione e aggiornamento delle dimensioni e posizioni delle Porte di banchina ai fine della determinazione delle posizioni, delle portate e della distribuzione della ventilazione di emergenza.
- L'aggiornamento della modellazione dovrà tenere conto delle caratteristiche specifiche effettive del materiale rotabile (potenza di incendio).
- Modellazione SES ed esodo per tutta l'estensione di galleria
- Modellazione CFD per tutte le aree specifiche di galleria come: Retrostazione Politecnico, Retrostazione Bologna e tutti i punti singolari già studiati nella fase di progetto definitivo o di punti aggiuntivi che necessitino di nuove verifiche.
- Modellazione CFD ed esodo per tutte le stazioni per tutti i casi studiati nel progetto definitivo.
- Verifica della potenzialità di tutti i ventilatori di emergenza sia di stazione che di pozzo (e relativi accessori, potenza elettrica etc.)
- Verifica della potenzialità e aggiornamento dei sistemi barriere ad aria di banchina a seguito dell'aggiornamento della modellazione CFD di stazione.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- Verifica, posizionamento e calcolo impianto a diluvio di tutte le gallerie di stazione e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto sprinkler di stazione (per tutti i dispositivi e aree previste) e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica e aggiornamento impianto antincendio water mist per i Locali tecnici di stazione a seguito della modifica della possibile funzione, dimensione e morfologia dei locali. i.
- Verifica e aggiornamento potenze termiche e sistema di condizionamento dei locali tecnici di stazione sia di sistema che non di sistema.
- Aggiornamento sistema SCADA IGNS parte meccanica.

Saranno parte integrante delle modifiche alla progettazione impiantistica meccanica (ed elettrica di conseguenza) tutte le integrazioni necessarie sia a sistemi primari, che secondari per l'adeguamento completo del progetto al materiale rotabile e al corrispondente sistema selezionato in fase di gara.

3.2 Interfacce impianti non di sistema

3.2.1 Interfaccia utenze acquedotto SMAT

La fase di progettazione definitiva ha visto lo sviluppo di una collaborazione e un coordinamento con i vari enti cittadini che sovrintendono per competenza alle utenze idriche. A tal proposito con l'ente Smat si sono coordinate sia le utenze di adduzione idrico-sanitarie, le utenze legate al riempimento della vasca antincendio a capacità totale di ogni stazione e quelle relative all'idrante soprasuolo DN 100 ai sensi del D.M. 21/10/2015 (Allegato I – Capo VI.5).

Nell'interfaccia progettuale sono state verificate con la Smat le compatibilità delle capacità richieste confermando le necessarie disponibilità dei punti di connessione a contatore presenti nelle adiacenze di ogni singola stazione (sia per la presa idrico-sanitaria/antincendio pari a 5 l/s che per quella idrante esterno soprasuolo pari a 8,3 l/s - 500 l/min) con Comunicazione protocollo: DO/DDC/CTOR/90848 del 25/10/2023.

La Smat richiede la disposizione di contro-tubo e pozzetti di ispezione ogni 25 m max tra il punto di adduzione acquedotto e l'arrivo all'interno dell'area di competenza della stazione in modo da evidenziare e localizzare eventuali perdite.

Nella successiva fase di progettazione le portate finali previste dovranno essere confermate e sottoposte all'ente Smat per approvazione oltre alla conferma dell'ubicazione dei punti di connessione.

3.2.2 Interfaccia utenze fognatura SMAT

La fase di progettazione definitiva ha visto lo sviluppo di una collaborazione e un coordinamento con i vari enti cittadini che sovrintendono per competenza alle utenze fognarie. A tal proposito con l'ente Smat si sono coordinate sia le utenze di scarico acque nere, sia per le utenze legate agli scarichi di stazione che dei pozzi con aggettamento.

Nell'interfaccia progettuale sono state verificate con la Smat le compatibilità delle capacità richieste confermando le necessarie disponibilità in recepimento presenti nelle adiacenze di ogni stazione/pozzo con Comunicazione protocollo: DO/DDC/CTOR/90848 del 25/10/2023.

Dovrà essere inoltre confermata l'effettiva portata delle pompe della vasca di aggettamento nella condizione di massima portata di scarico.

La realizzazione della connessione tra impianto relativo alla stazione o al pozzo, percorrenza delle tubazioni fino al punto di recapito, e relativa camera sifonata sono a carico dell'Appaltatore.

Nella successiva fase di progettazione le portate finali previste dovranno essere confermate e sottoposte all'ente Smat per approvazione oltre alla conferma delle ubicazioni dei punti di connessione.

3.2.3 Interfaccia utenze ASL Torino

Il progetto definitivo delle stazioni della Linea 2 è stato illustrato ai tecnici dell'ASL TO1 in una serie di incontri che si sono tenuti prima della Conferenza dei Servizi, nel corso della quale l'ASL TO1 non ha rilasciato alcun parere ufficiale.

Durante tali incontri, l'ASL TO1 ha esaminato la documentazione fornita da Infra.TO, senza ravvisare particolari criticità nell'impostazione progettuale.

Nel dettaglio, sono state analizzate le seguenti tematiche, sulle quali l'ASL TO1 ha fornito le segnalazioni / raccomandazioni nel seguito riportate:

- a) Area ristoro ubicata al livello atrio -1; Infra.To ha avuto modo di chiarire che l'area di ristoro è un'area di pausa e distribuzione snack nella zona aperta al pubblico, dove non vengono preparati alimenti. L'areazione è garantita con apposito impianto di trattamento aria.
- b) Locali interrati – rischio radon: in corrispondenza dei locali interrati l'ASL segnala di condurre valutazioni ad hoc inerenti al rischio radon. In caso di conferma del potenziale rischio, sarà necessario adottare misure mitigative (installazione di apposito sistema di impermeabilizzazione, o in alternativa realizzazione di intercapedini e/o vespai, ecc...).

Per quanto concerne il profilo autorizzativo relativo agli ambienti interrati, si evidenzia che la richiesta di deroga ex art. 65 D. Lgs. 81/2008 potrà essere presentata esclusivamente dal Datore di Lavoro dell'azienda che utilizzerà i locali.

3.3 Interfaccia Ambientale

3.3.1 Interfaccia acustica

Il progetto definitivo della Linea 2 fa riferimento alla Relazione Acustica doc. nr. MTL2T1A0DAMBGENR005-0-1 che si richiama integralmente, dove sono presenti i riferimenti normativi applicati (di cui alcuni richiamati anche direttamente nel presente capitolato), oltre a:

- Legge quadro sull'inquinamento acustico nr. 477/95
- DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- DGR 9-11616 che stabilisce i criteri per la redazione del progetto acustico nell'ambito territoriale della Regione Piemonte.
- Il regolamento Comunale per la tutela dell'inquinamento acustico

La Città di Torino ha approvato con la Deliberazione del Consiglio Comunale del 20 dicembre 2010 il Piano di Classificazione Acustica che suddivide il territorio in aree omogenee: le classi di zonizzazione acustica (Classi I-VI) con i relativi valori limite di emissione/immissione acustica.

Nell'ambito della Valutazione Previsionale dell'impatto acustico relativamente alla fase di esercizio è stata valutata la massima potenza sonora ammissibile per ogni sorgente al fine del rispetto dei limiti acustici ai ricettori. Le sorgenti acustiche considerate per lo scenario operativo di esercizio sono:

- Impianti di aerazione e condizionamento delle officine e del deposito Rebaudengo oltre che della palazzina uffici soprastante.
- Griglie di aerazione dei pozzi d'intertratta (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali sotterranei).
- Griglie di aerazione in corrispondenza delle stazioni interrato (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali sotterranei).
- Griglie di aerazione in corrispondenza delle stazioni fuori terra (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali interni agli edifici).

Il tempo previsto di funzionamento degli impianti di pertinenza della linea è di 24/24 ore. Lo studio acustico previsionale è pertanto orientato alla valutazione del normale regime di operatività degli impianti (no attività di emergenza) che risulteranno avere analoga emissione sonora sia in periodo diurno sia in periodo notturno.

In base ai risultati conseguenti la modellazione acustica andranno valutati tutti gli impianti emissivi presenti nelle stazioni sia fuori terra, che interrato e per i pozzi di ventilazione. L'Appaltatore dovrà considerare nella selezione degli apparati di ventilazione, condizionamento etc. tutte le misure di mitigazione e le necessità correlate alla corrispondenza della emissione sonora dell'impianto in esercizio normale affinché esso rientri nei limiti di legge in tutte le condizioni di esercizio normale.

3.4 Interfacce Distributori automatici aree snack e aree museali

3.4.1 Ubicazione delle aree snack in stazione

In relazione all'ubicazione delle aree snack, ove saranno presenti distributori automatici di vivande, è stato previsto un impianto sprinkler di tipo pendent attivo in ambiente. Tale ubicazione dovrà essere confermata o modificata dall'Appaltatore in sede di progetto esecutivo in coordinamento con la Stazione Appaltante e, di conseguenza, dovranno essere aggiornati a cura dell'Appaltatore gli studi CFD correlati allo scenario 3 adattandoli alla effettiva curva di incendio del distributore assunto.

3.4.2 Ubicazione delle aree museali in stazione

In relazione all'ubicazione delle aree museali, ove saranno presenti gli espositori di opere d'arte o reperti archeologici, etc. sarà presente un impianto sprinkler di tipo pendent attivo nell'area confinata dalle vetrine.

Tale ubicazione dovrà essere confermata o modificata dall'Appaltatore in sede di progetto esecutivo in coordinamento con la Stazione Appaltante e, di conseguenza, dovranno essere aggiornati a cura dell'Appaltatore gli studi CFD correlati allo scenario 3 adattandoli alla effettiva curva di incendio del distributore assunto.

3.4.3 Dimensionamento impianto sprinkler

In seguito alle attività previste al punto 3.4.1 e 3.4.2 l'Appaltatore è tenuto alla verifica e all'eventuale aggiornamento del calcolo dell'impianto sprinkler in relazione alla effettiva posizione, alla geometria e al corrispondente carico di incendio effettivo dei distributori e delle aree museali. Tale calcolo dovrà essere poi integrato nel contesto generale di dimensionamento dell'impianto idrico antincendio di stazione. In conclusione, dovranno essere aggiornati gli elaborati corrispondenti.

4. COORDINAMENTO, VERIFICHE E PROVE

4.1 Premessa

I dati tecnici e tabellari presenti nel documento rappresentano un riferimento tecnico e prestazionale che dovrà essere, in ogni caso, verificato ai sensi delle relazioni tecniche specialistiche e di calcolo relative ad ogni singolo impianto.

4.2 Oggetto del capitolato impianti meccanici e limiti di fornitura

Il presente Appalto ha per oggetto l'esecuzione delle seguenti opere impiantistiche:

- impianti di ventilazione di emergenza;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti idrici-antincendio;
- impianto idrico-sanitario e scarichi.

Gli impianti di ventilazione di emergenza si suddividono in:

- ventilazione principale di emergenza;
- impianti di sovrappressione e separazione aeraulica.

Gli impianti di ventilazione e condizionamento si dividono in:

- ventilazione ordinaria;
- ventilazione secondaria;
- impianti termici e condizionamento aree aperte al pubblico;
- impianti termici e condizionamento locali tecnici presidiati dal personale;
- impianti di condizionamento locali tecnici,
- impianti geotermici da geostrutture energetiche.

Negli impianti antincendio sono compresi:

- alimentazione degli impianti idrici dalla valvola di diramazione installata dall'Ente erogatore della rete idrica urbana ivi incluso il pozzetto di contenimento lato stazione;
- Idranti esterni DN 100 (allacciati direttamente ad acquedotto Smat)
- impianti antincendio a idranti UNI 45 di stazione e galleria;
- impianto antincendio automatico a diluvio;
- impianti antincendio automatici a sprinkler (a carico del fornitore delle scale mobili con allacciamento alla rete sprinkler di stazione secondo lo schema antincendio);
- impianti antincendio automatici a sprinkler aree snack e aree museali
- Impianto antincendio water mist;

Negli impianti idrici sono compresi:

- impianti di adduzione idrica in stazione (a partire dal contatore installato dall'Ente erogatore della rete idrica urbana ivi incluso il pozzetto di contenimento lato stazione);
- impianti idrico-sanitari;
- impianti di lavaggio;

- impianti di aggettamento e scarico sino al collegamento con il pozzetto (questo escluso) connesso alla fognatura per stazioni e pozzi di ventilazione.

4.2.1 Coordinamenti con le opere edili o di altra natura

È fatto obbligo all'appaltatore di rendere note tempestivamente alla Direzione Lavori le esigenze dell'impresa Appaltatrice stessa per l'esecuzione delle opere di assistenza agli impianti meccanici come quelle di natura edile o elettrica come pure gli impedimenti eventuali alla prosecuzione delle proprie opere o di quelle di altre ditte per problemi specifici, in modo che la stessa Direzione Lavori possa disporre di conseguenza il coordinamento dei lavori.

Qualora l'installatore a causa di dimenticanza o di errori iniziali, richieda ulteriori opere murarie, dopo aver già ottenuto l'approvazione della Direzione Lavori queste se approvate saranno eseguite a sue spese, come tutte le opere di ripristino dovute ad imperizia od errori.

Eventuali danni o maggiori costi dovuti a ritardi dell'esclusione delle opere murarie causati da una cattiva conduzione del cantiere da parte dell'installatore, saranno a questo addebitati.

L'Appaltatore prende atto che i lavori oggetto del presente Appalto potrebbero interferire con le lavorazioni di altre imprese: in conseguenza a ciò l'Appaltatore si impegna a condurre i propri lavori in armonia con le predette esigenze, senza arrecare intralcio ed evitando inutili e dispendiose contestazioni all'andamento generale dei propri lavori e delle altre imprese.

4.3 Coordinamento e sorveglianza dei lavori

È richiesta per tutta la durata dei lavori la presenza in cantiere di personale tecnico specializzato per competenza (ingegnere o di un perito industriale iscritto nel relativo albo professionale) per dirigere e sorvegliare i lavori relativi agli impianti oggetto del presente Capitolato. Sarà obbligo dell'Appaltatore coordinare e subordinare, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori, l'esecuzione delle opere alle esigenze di qualsiasi genere che dipendono dalla contemporanea effettuazione di tutte le altre opere affidate sia all'Appaltatore che ad altre ditte. Sarà obbligo dell'Appaltatore garantire la protezione, mediante coperture o fasciature, di tutte le parti degli impianti, degli apparecchi e di quant'altro non sia agevole togliere da dove sono installati, per difenderli dalle rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che all'ultimazione dei lavori il materiale venga consegnato come nuovo. L'appaltatore sarà responsabile di ogni danneggiamento, rottura, asportazione o altro che possa verificarsi fino all'approvazione del collaudo da parte della Direzione Lavori, non esclusa la possibilità per i danni derivanti alle tubazioni e ad ogni altro apparecchio dalle intemperie. L'appaltatore è obbligato a mantenere in efficienza l'impianto fino all'approvazione del collaudo da parte della Direzione Lavori, qualora l'impianto non venga sottoposto anticipatamente in regolare servizio. L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sostituzione delle tubazioni o canali e dei loro accessori, nonché di ogni apparecchiatura da chiunque e comunque danneggiati, rotti o asportati; l'Appaltatore dovrà altresì a sua cura e spese procedere all'esecuzione dei conseguenti ripristini, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni. Nel caso dell'esecuzione di riparazioni in garanzia, dovranno essere ripetute le verifiche, le prove preliminari e quelle di collaudo fino ad esito favorevole, che dovrà risultare da apposito verbale, e rinnovare la garanzia per i componenti sostituiti. L'Appaltatore dovrà a sua cura e spese provvedere alle

riparazioni e sostituzioni necessarie, restando a suo carico ogni occorrente opera di ripristino, oltre al risarcimento di ogni eventuale danno

4.4 Scelta ed approvazione dei materiali dei materiali da parte della D.L.

La scelta delle marche, dei modelli delle apparecchiature e dei componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti in oggetto sarà fatta prima dell'emissione dell'ordine da parte dell'Appaltatore, previa approvazione scritta della D.L. La scelta sarà fatta sulla base dell'elenco delle marche proposto dall'Appaltatore stesso, che prevedrà per ogni apparecchiatura un numero di fornitori non inferiori a tre. Resta inteso che la scelta, di cui sarà steso regolare verbale di approvazione, è vincolante per l'Appaltatore, il quale non potrà sollevare alcuna pretesa o richiesta di maggior prezzo per le scelte effettuate. Tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti dopo il loro arrivo in cantiere dovranno essere approvati dalla D.L., che ne verificherà la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. L'Appaltatore dovrà pure presentare all'approvazione della D.L. i sistemi di ancoraggio (sia sismici che ordinari), di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee. L'approvazione da parte della D.L. nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti. La D.L. ha la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali. La D.L. potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione dei materiali non conformi a quanto sopra detto, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore. La scelta delle forniture avverrà tramite la presentazione alla D.L. di una scheda tecnica strutturata in un file tipo excel o word (modello tipo inserito di seguito) in modo da contenere le caratteristiche richieste dal capitolato, le norme e leggi di riferimento, i collaudi previsti e le corrispondenti caratteristiche del materiale proposto e la relativa rispondenza. La scheda dovrà essere corredata da un codice identificativo concordato con la D.L. rappresentativo della tipologia di impianto di appartenenza. Per tutti i materiali in fornitura l'Appaltatore dovrà provvedere a consegnare, a corredo della scheda tecnica, il campione reale del materiale descritto ad eccezione dei componenti per i quali la D.L. riterrà non necessario il campionamento. Per dispositivi o componenti non trasportabili o non fornibili come campione potrà essere deciso dalla D.L. un sopralluogo di verifica presso il sito di produzione, di immagazzinamento o di utilizzo segnalato dall'Appaltatore. I materiali e componenti consegnati in qualità di campione dovranno essere dotati di targhetta di riconoscimento nella quale dovranno essere menzionati: il nome del componente, la tipologia di impianto, la marca, il codice identificativo presente nella scheda tecnica.

Tutte le schede tecniche approvate costituiranno parte integrante della documentazione as-built e dovranno essere presenti in quest'ambito sia in forma cartacea che elettronica. A puro titolo rappresentativo si mostra di seguito un esempio di scheda tecnica tipologica:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

	SCHEDA APPROVAZIONE MATERIALE	n.	01 CF-CD
		data	
		rev.	0

Contratto:XXXX CIG: XXXX

Lavori: XXXXX

Appaltatore: R.T.I. XXXXX. (Mandataria) - XXXX (Mandante)

Opera/impianto: Cod. elenco prezzi:

Denominazione materiale:

Produttore:

Descrizione da progetto esecutivo (CSA, ecc.):

Descrizione materiale in fornitura:

Normativa di riferimento:

Accessori:

Note:

Luogo d'installazione:

Ditta fornitrice:

Appaltatore:

SI	NO
----	----

Nominativo fornitore:

Ditta installatrice:

Appaltatore:

SI	NO
----	----

Nominativo subappaltatore:

Campionatura:

SI	NO
----	----

Verifiche e collaudi previsti in fabbrica/in opera:

Allegati:

N. Pagine

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Totale pagg. _____

ESITO DI ACCETTAZIONE MATERIALE (A CURA DL)

Accettazione:

SI	NO
----	----

Note:

Rispetto Criteri Ambientali Minimi (paragrafo 2.4 allegato 2 D.M. Ambiente 11/01/2017):

SI	NO
----	----

Note:

EVENTUALE ESITO DI PROVE E ACCETTAZIONE DOPO LA POSA IN OPERA (A CURA DL)

Accettazione:

SI	NO
----	----

Note:

Luogo e data:

Luogo e data:

L'APPALTATORE	IL DIRETTORE DEI LAVORI
---------------	-------------------------

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

	RICHIESTA DI CHIARIMENTO	Prot.	RC024
		Data	XX/XX/20XX
		Rev.	0
Lavori: Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2 - XXX Committente: XXXX Appaltatore: R.T.I. XXXX/XXX Subappaltatore: A.T.I. XXXX & XXXX Opera (WBS): XXX Oggetto: Sottobanchina - XXXX			
Descrizione da progetto esecutivo (CSA, ecc.): 			
Allegati: 1. Elaborato XXX 2. Elaborato XXX 3. Immagine			
Quesiti/Richieste di chiarimento: 			

Eventuali proposte risolutive a cura dell' Appaltatore/Subappaltatore <u>A.T.I.XXX & XXXXX</u>:	
1. S richiede, XXXX	
Data invio richiesta Appaltatore/Subappaltatore <u>A.T.I. XXX & XXXX</u>: XX/XX/20XX	
Data invio trasmissione Appaltatore XX a Committente XX/XX/20XX	
ESITO RISCONTRO COMMITTENTE	
Risposte: 1.	
Approvazione proposta risolutiva dell'Appaltatore:	SI/NO
Data invio Committente	

4.5 Ultimazione dei lavori

Tutti gli impianti oggetto del presente Appalto saranno sottoposti alle prove di verifica di cui al precedente articolo e, laddove richiesto dal Committente, a collaudi in corso d'opera, al fine di verificare che la qualità e quantità dei materiali forniti e le modalità di installazione ed esecuzione rispondano alle condizioni contrattuali. Se i risultati saranno positivi, sarà rilasciato il verbale di ultimazione dei lavori. Se durante il collaudo in corso d'opera dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse dovranno essere verbalizzate e sarà fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione. Il verbale di ultimazione verrà in ogni caso rilasciato dopo l'eliminazione delle manchevolezze accertate durante il collaudo in corso d'opera e a seguito dell'ultimazione, con esito positivo, delle prove funzionali coordinate con il SISTEMISTA.

4.6 Consegna provvisoria degli impianti

La consegna provvisoria degli impianti al Committente avverrà contestualmente all'ultimazione dei lavori e a risultato favorevole delle prove e collaudi di cui al precedente articolo, subito dopo la fornitura, a parte dell'Appaltatore al Committente, di tutta la documentazione necessaria (nulla-osta degli enti preposti, disegni finali, norme di conduzione degli impianti stessi, ecc.). La consegna sarà comunque verbalizzata.

Qualora, per ritardi imputabili all'Appaltatore, la consegna dovesse subire ritardi, trascorsi due mesi dall'ultimazione dei lavori il Committente potrà imporre all'appaltatore di mettere in funzione gli impianti, rimanendone però esso Appaltatore unico responsabile, e con la conduzione e manutenzione totale (ordinaria e straordinari), esclusi i soli consumi di energia, a completo carico dell'Appaltatore stesso, fino a quando sarà possibile la consegna ufficiale.

Nulla, ed a nessun titolo, potrà essere richiesto dall'Appaltatore per tali prestazioni, anche se fossero necessarie in ore notturne e/o festive.

Si ribadisce che contestualmente all'ultimazione dei lavori, e comunque prima del collaudo provvisorio delle opere l'Appaltatore dovrà provvedere a quanto segue:

1. fornire al Committente tre serie di copie complete e supporto informatico dei disegni as-built ed aggiornati degli impianti così come realmente eseguiti, completi di piante e sezioni quotate, schemi, particolari ecc., così da poter in ogni momento ricostruire e verificare tutti gli impianti;
2. fornire al Committente, in triplice copia, una monografia sugli impianti eseguiti, con tutti i dati tecnici, dati di tarature, istruzioni per la messa in funzione dei vari impianti o apparecchiature e norme di manutenzione; alla fine della monografia, in apposita cartella, saranno contenuti i dépliant illustrativi e schede tecniche delle singole apparecchiature con le relative norme di installazione, messa in funzione, manutenzione e, per ogni macchina, un elenco dei pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di funzionamento di due anni;

3. una lista completa delle parti di ricambio, con la precisa indicazione di marche, tipo e riferimento ai disegni. Accanto ad ogni marca dovrà essere indicato il recapito per reperire velocemente le parti di ricambio.

Il Committente non prenderà in consegna gli impianti se prima l'Appaltatore non avrà ottemperato a quanto sopra (con le conseguenze di cui ai precedenti articoli).

4.7 Consegna definitiva degli impianti. Garanzia degli impianti

La consegna definitiva degli impianti sarà effettuata al momento dell'accettazione degli impianti da parte del Committente, ed in ogni caso dopo l'effettuazione del collaudo definitivo degli impianti stessi.

Tale collaudo, e quindi la consegna definitiva, avverranno comunque entro dodici mesi dalla consegna provvisoria.

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, per un periodo di quarantotto mesi, decorrente dalla data della consegna provvisoria degli impianti al Committente da parte dell'Appaltatore stesso. Pertanto, fino al termine di tale periodo, l'Appaltatore deve riparare tempestivamente, a sue spese, i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per oggetto della non buona qualità dei materiali e per difetti di montaggio o funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che, a giudizio del Committente, possano attribuirsi ad evidente imperizia o negligenza del personale del Committente stesso che ne fa uso.

Con la firma del contratto l'Appaltatore riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento al Committente di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali degli impianti fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito.

Per quanto non contemplato nel presente capitolato si farà riferimento alle normative e/o consuetudini vigenti ed alle disposizioni del Codice Civile.

4.8 Oneri compresi nell'appalto

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni dell'Appaltatore tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sugli elaborati.

Il corrispettivo compensa tutti gli oneri, nessuno escluso, diretti e indiretti che l'appaltatore deve sostenere per eseguire gli impianti a perfetta regola d'arte ed in piena conformità con le prescrizioni contrattuali e di progetto nonché per consegnarle nei termini stabiliti, completi, ultimati e funzionanti, e per assolvere a tutti gli obblighi assunti relativi ai documenti richiamati, e comunque ad essi impliciti.

Sono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, a carico dell'Appaltatore e compensati con il corrispettivo i seguenti oneri:

- tutti i trasporti da stabilimento di produzione a cantiere;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
- l'impianto, la recinzione, la rimozione di cantieri di competenza dell'Appaltatore ed il ripristino delle aree nello stato quo ante;
- la sorveglianza delle aree di lavoro di competenza dell'Appaltatore durante l'esecuzione dei montaggi, anche nei giorni festivi e nelle ore notturne, fino alla consegna provvisoria all' esercente;
- ogni onere o soggezione derivante dall'eventuale necessità di eseguire i lavori in presenza di altre lavorazioni di competenza di altri appaltatori, fermo restando che gli intralci all'esecuzione dei lavori dipendenti dalle soggezioni di cui sopra non possono essere invocati per richiesta di maggiori oneri o rimborsi di costi addizionali;
- gli allacciamenti elettrici, idrici, telefonici, fognari ecc., e gli impianti provvisori occorrenti per il funzionamento dei cantieri nonché tutti i consumi conseguenti; qualora gli allacciamenti siano effettuati direttamente dalla concessionaria, gli oneri di allaccio e consumo saranno addebitati all'Appaltatore in proporzione all'importo dei lavori ed al tempo di esecuzione;
- la predisposizione di campionature richieste dalla Concessionaria;
- tutti i provvedimenti necessari per la sicurezza delle persone e per la buona conservazione delle opere eseguite;
- l'assistenza alla Concessionaria nelle operazioni di misura delle forniture e dei montaggi;
- la custodia, la conservazione e l'immagazzinamento delle forniture acquisite fino alla consegna delle stesse al concedente e/o all' esercente;
- la custodia e la manutenzione delle opere fino alla consegna delle stesse al concedente e/o all' esercente;
- l'assistenza alle spese di collaudo e le spese per mano d'opera, mezzi, prove di laboratorio ecc., richieste dalla concessionaria e/o dai collaudatori, con esclusione solo del compenso ai collaudatori;
- tutte le modifiche necessarie a porre gli impianti in condizione di collaudabilità;
- studi, calcoli eventualmente necessari, oltre a quelli di progetto, a giudizio della Direzione Lavori, durante l'esecuzione dei lavori;
- lo sgombero dei materiali di risulta mediante la predisposizione in aree di stoccaggio e l'immediato trasporto dei materiali di risulta presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti normative per lo smaltimento dei rifiuti, nonché dell'allontanamento delle attrezzature a lavoro ultimato;
- la pulizia completa delle opere e delle aree ad esse pertinenti ad ultimazione avvenuta e prima dell'attivazione degli impianti oggetto del presente contratto e della consegna al conducente;
- la chiusura di passaggi attraverso le strutture necessari per la realizzazione degli impianti, nonché la posa delle tubazioni, canalette ecc. per la messa in opera e protezione dei cavi di collegamento degli impianti stessi;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- gli oneri inerenti a ripetute variazioni della zona di lavoro per uniformarsi all'andamento generale dei lavori;
- la fornitura, in caso di future indisponibilità sul mercato, di componentistica, ed in particolare quella elettronica, dei disegni costruttivi della stessa;
- protezione dei propri impianti da deterioramenti di cantiere, dalle offese che potrebbero essere arrecate a causa delle lavorazioni contigue comprese quella della coloritura, verniciatura, riprese di intonaci ecc., in modo che a lavoro ultimato gli impianti siano consegnati come nuovi;
- l'onere per l'esercizio dei propri impianti, salvo eventuale ripartizione delle spese tra le varie imprese utilizzatrici direttamente o indirettamente, secondo modalità concordate;
- l'adozione durante l'esecuzione delle opere di tutte le cautele per il rispetto delle norme sull'inquinamento ambientale ed acustico, tenuto conto del contesto nel quale le stesse vengono eseguite;
- informazioni tecniche da parte del personale specializzato dell'Appaltatore mediante opportuni corsi di istruzione per il personale tecnico dell'esercente con modalità stabilite dalla Direzione Lavori, al fine di garantire la più ampia autonomia di intervento sugli impianti stessi da parte dell'esercente medesimo;
- l'assistenza agli impianti da parte di personale specializzato dell'Appaltatore fino ad assicurare il perfetto funzionamento, nonché il presenziamento durante il periodo di prove coordinate e di pre-esercizio;
- tutte le opere di assistenza muraria quali:
 - a) fissaggio di mensole, staffe, zanche ecc., quando non eseguibili con tasselli;
 - b) esecuzione di fori su strutture in calcestruzzo;
 - c) smontaggio e rimontaggio di controsoffitti per interventi e durante le prove funzionali;
 - d) fori da realizzare su murature di qualsiasi tipo o su strutture in acciaio per fissaggio di tappi ad espansione, bulloni, tasselli;
 - e) fissaggio di profilati metallici, tubazioni, canalizzazioni ed apparecchiature su pareti, soffitti o pavimenti mediante tasselli, bulloni, tappi ad espansione e simili;
 - f) saldature per fissaggi vari;
 - g) trabattelli sino a m 8 di altezza;
 - h) sigillatura, con materiali di adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco, di tutti gli attraversamenti in muri, solai, ecc.
- la fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi ed apparecchiature;
- la fornitura di isolamenti e/o antivibranti per basamenti;
- la verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
- la strumentazione da installare sulle linee, sulle apparecchiature e sui quadri elettrici;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
- la riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
- l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;
- tutte le forniture ed opere accessorie di qualsiasi tipo necessarie per dare l'opera completa e funzionante;
- disegni as-built e manuali di uso e manutenzione;
- dichiarazione di conformità al Decreto 380/01 Capo V, al Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 (regolamento di attuazione della legge nr. 248 del 2/12/2005 art. 14) e successivi emendamenti;
- documenti e certificazioni agli Enti competenti per l'ottenimento delle relative autorizzazioni (VV.F., ASL, ISPESL, ecc.).

L'onere per le opere di assistenza muraria deve comprendere l'attrezzatura ed i materiali di consumo necessari, nonché la pulizia e l'allontanamento dal cantiere del materiale di risulta.

La parte di infrastruttura in fase di progetto costruttivo sarà studiata con la predisposizione di fori e cavedi per il passaggio nelle strutture di canali e tubazioni: l'Appaltatore è tenuto a verificare tali forometrie nell'ambito del proprio progetto esecutivo e costruttivo.

5. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte le verifiche tecniche e prove ritenute opportune. Si intendono per verifiche e prove preliminari tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, compreso il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni idrauliche ecc. Le verifiche e le prove preliminari si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori. Tali verifiche e prove dovranno essere eseguite secondo un programma di dettaglio redatto dall'Appaltatore e dovranno svolgersi secondo le modalità di cui al relativo al presente Appalto.

Le verifiche e le prove preliminari di cui ai paragrafi seguenti possono essere eseguite dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore e di esse (procedura e risultati ottenuti) si deve compilare di volta in volta regolare verbale.

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune.

Dette verifiche potranno comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste e sarà dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scorporamento e di conseguente ripristino.

Gli oneri derivanti dagli approvvigionamenti idrici o energetici necessari alle prove di verifica del presente capitolo sono da intendersi a carico dell'appaltatore.

5.1 Impianti di ventilazione di emergenza

Per gli impianti di ventilazione di galleria e di stazione in condizioni di emergenza devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni tecniche e contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi le prove secondo i requisiti richiesti dalla normativa devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori comprese vibrazioni, bilanciamenti e emissioni sonore: le prove devono essere effettuate secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801 e le altre norme di riferimento per ogni specifica tematica.
- c) Prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 14239, UNI EN 1507, man mano che si costruisce l'impianto alla pressione massima corrispondente e alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata. Sarà altresì effettuata una prova allo schiacciamento con il ventilatore alla massima prevalenza in aspirazione. Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore

e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di tenuta richiesta per il canale in verifica secondo la norma UNI EN 12101-7.

Impianti di ventilazione di sovrappressione filtri per gli impianti di sovrappressione delle zone filtro di stazione e del pozzo di emergenza Mole devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801
- c) prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 12599, UNI EN 14239 e UNI EN 1507, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata.
Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di tenuta richiesta per il canale in verifica secondo le norme UNI EN 12237, UNI EN 1507.

5.2 Impianti di separazione aeraulica (barriere ad aria in banchina)

Per gli impianti di separazione aeraulica situate nelle banchine di stazione devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) verifica delle prestazioni dei ventilatori: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801.
- c) prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 12599, UNI EN 14239 e UNI EN 1507, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata.
Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata

del ventilatore e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di tenuta richiesta per il canale (classe C) in verifica secondo le norme UNI EN 12237, UNI EN 1507.

5.3 Impianti di ventilazione ordinaria

Per gli impianti di ventilazione di stazione e di galleria in esercizio normale si intendono interamente richiamate le prove già descritte al precedente paragrafo 4.1 (le classi di tenuta dei canali degli impianti di condizionamento, sono definite nei relativi paragrafi) a cui si aggiungono le prove relative alle emissioni sonore e, nello specifico, sarà effettuato il controllo dei livelli sonori massimi ammessi nelle zone di seguito riportate:

- nei locali o corridoi di stazione dove è previsto il passaggio di canali non dovrà verificarsi alcuna vibrazione per il passaggio dell'aria che produca rumore di fondo nelle zone di lavoro. Dovranno essere usati tutti gli accorgimenti necessari per eliminare gli inconvenienti, ed in particolare si dovrà tener conto dei seguenti punti:
 1. tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti per l'allacciamento alle apparecchiature
 2. ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento con opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni,
 3. l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili, che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria;
- a) sarà verificato il livello della potenza sonora emessa dall'impianto di ventilazione verso l'esterno, in corrispondenza della griglia stradale di passaggio dell'aria di pozzi e stazioni, alla distanza di un metro nella direzione verticale ed orizzontale in ore notturne e presso il recettore più vicino. Per tale tematica fare riferimento agli elaborati specifici e le relazioni specialistiche di progetto.
- b) Dovranno essere garantiti i valori richiesti dalle Norme che regolano l'inquinamento acustico ed altre norme di riferimento al tipo di installazione:
 - D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno,
 - Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico,
 - D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limite delle sorgenti sonore,
 - Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione,
 - D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,

- D.M. 16/03/1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
- DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 - Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 - Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

5.4 Impianti termici e di condizionamento (HVAC)

Per gli impianti termici e di condizionamento devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto. Per le tubazioni/canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801.
- c) Condizioni di prova di condizionatori e pompe di calore, la prova va effettuata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 378-2
- d) prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella UNI EN 12237 UNI EN 12599, UNI EN 14239 e UNI EN 1507, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di tenuta richiesta per il canale in verifica secondo le norme UNI EN 12237, UNI EN 1507; prova di tenuta delle

tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella UNI EN 805, UNI EN 806, UNI EN, man mano che si esegue l'impianto.

La prova dovrà essere svolta alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza della pompa di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica di bilanciamento delle portate di mandata e ritorno dei differenti rami dell'impianto.

- e) sarà effettuato il controllo dei livelli sonori massimi ammessi nelle zone di seguito riportate:
- nei locali o corridoi dove è previsto il passaggio di canali non dovrà verificarsi alcuna vibrazione per il passaggio dell'aria che produca rumore di fondo nelle zone di lavoro. Dovranno essere usati tutti gli accorgimenti necessari per eliminare gli inconvenienti, ed in particolare si dovrà tener conto dei seguenti punti:
 - tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti per l'allacciamento alle apparecchiature,
 - ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento con opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni,
 - l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili, che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria;
- f) sarà verificato il livello della potenza sonora emessa dall'impianto di ventilazione verso l'esterno, in corrispondenza della griglia stradale di passaggio dell'aria, alla distanza di un metro nella direzione verticale ed orizzontale in ore notturne e presso il recettore più vicino.
- g) Dovranno essere garantiti i valori richiesti dalle Norme che regolano l'inquinamento acustico ed altre norme di riferimento al tipo di installazione:
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno,
 - Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico,
 - D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limite delle sorgenti sonore,
 - Norma UNI 8199: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione,
 - D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,
 - D.M. 16/03/1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
 - DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
 - DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 - Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 - Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

5.5 Impianti geotermici da strutture energetiche

Per la parte dell'impianto geotermico relativo alle strutture (diaframmi e conci energetici) si faccia riferimento al capitolato MTL2T1A0DZOOGENZ002.2 ELABORATI GENERALI - CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B.2 - OPERE CIVILI: DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI, sezione 13.

Per quanto concerne il contesto ricadente nell'impianto idronico presente sia in galleria che in stazione, si prevede, sulla base delle relazioni tecniche e degli elaborati di riferimento, la connessione alle sottocentrali di stazione dove avverrà lo scambio termico e la connessione verso gli impianti di trattamento aria di stazione e/o verso i ricettori esterni.

L'Appaltatore riceverà i rapporti di verifica e collaudo dei sistemi di tubazioni presenti all'interno delle parti civili ed effettuerà tutte le connessioni alle tubazioni longitudinali di galleria (C&C e TBM) e ai diaframmi di stazione che saranno attivati.

Sono compresi nella fornitura tutti materiali necessari alla realizzazione di tali connessioni in modo da rendere l'impianto completo e funzionale.

Per gli impianti geotermici e di condizionamento devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto. Per le tubazioni/canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle norme UNI EN 805, UNI EN 806, UNI EN 11466 e UNI EN 11467 man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza della pompa in condizione di mandata.
sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento delle portate tra i vari rami dell'impianto per verificare la corretta circolazione del fluido;
- c) Verifica delle temperature di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0.3 gradi centigradi sia lato stazione sia lato terreno;
- d) Verifica delle portate di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0.3 gradi centigradi sia lato stazione sia lato terreno;
- e) verifica delle funzionalità dei dispositivi di controllo e sicurezza provvedendo a:
settaggio della temperatura al valore di progetto sul dispositivo di regolazione della pompa di calore
verifica dell'intervento dei pressostati di minima
verifica dell'intervento dei termostati di sicurezza;

verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato stazione con prova effettuata alla massima portata prevista,

verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato generatore con prova effettuata alla massima portata prevista,

verifica dell'assorbimento elettrico del compressore

5.6 Impianti idrico antincendio

Per gli impianti idrico antincendio vanno seguite le seguenti norme:

UNI 10779 (impianti a idranti)

UNI 12845 (impianti spegnimento automatici sprnkler)

UNI 14816 (impianti a diluvio)

UNI 14972-1 (Impianti Water Mist)

UNI 11149 (prove tenuta tubazioni in PE per fluidi in pressione)

UNI 11137 (prova tenuta tubazioni jn acciaio)

Si fa riferimento anche quanto richiamato dall'art. 4 del D.M. 20/12/2012, gli impianti devono essere realizzati e mantenuti, a regola d'arte, secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

5.6.1 Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler

Per gli impianti idrico antincendio devono essere seguiti i riferimenti sopra riportati.

In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni tecniche e contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'Impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h. In caso di utilizzo di tubazioni in polietilene dovranno essere seguite le procedure previste dalla norma UNI 11149:2005 – Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione – Parte 15. Collaudo in opera;
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di erogatori pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;

- le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità. Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;
- d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.

5.6.2 Impianto di spegnimento automatico a diluvio

Per gli impianti idrico antincendio devono essere seguiti i riferimenti sopra riportati.

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova idraulica alla pressione massima. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al punto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con la pressione residua di progetto.
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle aree sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti). Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;
- d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.

NOTA:

Verifica capacità della vasca di accumulo idrico-antincendio: andrà verificato che la capacità della vasca, in base alla richiesta reale degli impianti di stazione sia sufficiente ad assicurare l'autonomia dell'impianto per la durata richiesta. Si dovranno quindi mettere in funzione tutti gli impianti secondo la contemporaneità e la durata indicata dalla relazione di progetto verificando che la vasca non si svuoti prima del tempo indicato sul progetto stesso.

5.6.3 Impianto di spegnimento locali tecnici Water Mist

Per gli impianti idrico antincendio devono essere seguiti i riferimenti Sopra riportati.

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova idraulica alla pressione massima. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al punto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con la pressione residua di progetto.
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità. Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;
- d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.
- e) Verifica capacità dei serbatoi di accumulo del sistema WATER MIST: andrà verificato che la capacità dei serbatoi, in base alla richiesta reale degli impianti di stazione sia sufficiente ad assicurare l'autonomia dell'impianto per la durata richiesta. Si dovranno quindi mettere in funzione tutti gli impianti secondo la contemporaneità e la durata indicata dalla relazione di progetto verificando che la vasca non si svuoti prima del tempo indicato sul progetto stesso.

5.7 Impianti idrico sanitari, adduzione acque e scarichi:

Per gli impianti idrico sanitari di galleria e di stazione devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 9182 e UNI EN 1610, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza delle pompe.

5.8 Impianti di aggottamento in pressione e drenaggio acque a gravità

Per gli impianti di aggottamento di stazione e pozzo devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 11149 (per i tubi in PE in pressione) UNI 11137 (tubi in acciaio), man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza delle pompe.
- c) Prova di funzionamento della valvola di flussaggio delle pompe secondo i criteri specificati dal fornitore

6. PROVE DI COLLAUDO DEFINITIVO

Per la stesura del verbale di accettazione definitiva occorre procedere al collaudo definitivo, che ha lo scopo di accertare il perfetto funzionamento degli impianti e la rispondenza a quanto prescritto. Dove possibile, per i collaudi valgono le norme EN UNI relative, oltre a tutti requisiti previsti dal presente Capitolato.

Prima del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire schemi e disegni aggiornati degli impianti con inclusi i riferimenti dettagliati per individuazione di punti singolari come sensori, serrande, valvole, stacchi, in diretto riferimento agli elaborati architettonici, compreso il manuale di conduzione e manutenzione.

L'Appaltatore deve inoltre mettere a disposizione il riscontro fotografico completo relativamente ad impianti sottotraccia, sottopavimento o posti all'interno di zone di controsoffitto non direttamente ispezionabili.

Tali documenti devono descrivere con precisione gli impianti, come risultano effettivamente in opera, con la precisazione di dimensioni e caratteristiche di tutto quanto installato, compresi particolari costruttivi delle apparecchiature, schemi di funzionamento, con particolare attenzione posta verso le parti di impianto non in vista (quali colonne, tubazioni, ecc.).

La determinazione delle modalità di collaudo avverrà tramite la presentazione alla D.L. in fase di esecuzione dei lavori di una procedura tecnica da approvare suddivisa per tipologia di impianto contenente tutte le norme, le leggi di riferimento oltre alle specifiche attività menzionate nei paragrafi costituenti questo capitolato.

Si specifica inoltre che le attività di collaudo dovranno tenere conto delle condizioni relative alla gestione anche parziale degli impianti da parte della Committente e del SISTEMISTA; pertanto, la tempistica delle prove sarà soggetta all'approvazione della struttura dell'Esercizio, del Sistema e del responsabile del gruppo di collaudo nominato dalla Commissione competente.

A tal proposito verranno rilasciati caso per caso idonei permessi di accesso alle varie zone di stazione e di galleria interessate, come previsto dal regolamento sulla sicurezza attualmente in vigore. La Committente si riserva di informare l'Appaltatore circa tutte le procedure di accesso che saranno in essere al momento della esecuzione delle prove. I collaudi potranno essere pianificati durante le ore notturne e festive senza il riconoscimento di ulteriori oneri all'Appaltatore.

Si specifica che gli oneri derivanti dagli approvvigionamenti idrici o energetici necessari alle prove di verifica del presente capitolo sono da intendersi a carico dell'appaltatore e che tutti i test di seguito descritti dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Ai sensi del DM 21 ottobre 2015, oltre che il collaudo dei singoli impianti intesi separatamente così come descritti nei paragrafi successivi, sono da prevedere dei collaudi per l'intero sistema di emergenza (costituito dalla ventilazione di emergenza, gli impianti di sovrappressione e separazione aeraulica, gli impianti idrici antincendio e gli impianti elettrici ad esso asserviti) che preveda l'attivazione coordinata dei suddetti sistemi in presenza di fumi freddi secondo lo scenario appositamente studiato nell'ambito della modellazione secondo agli scenari così come previsti dal decreto.

Nella fase di collaudo dello scenario di incendio a bordo treno fermo in galleria, in corrispondenza del tratto tra le stazioni Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto devono essere effettuate ulteriori prove supplementari atte a verificare il corretto funzionamento coordinato del sistema di pressurizzazione della zona filtro presente nel pozzo di emergenza in concomitanza con la ventilazione principale di emergenza in galleria.

6.1 Impianti di ventilazione di emergenza:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione in condizioni di emergenza devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 4. Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex B</u> Survey of performance of components and systems

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex D</u> Measuring methods and measuring devices
<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di stazione e di pozzo atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti sia in immissione che estrazione in condizione di emergenza, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. test di inversione dei ventilatori con misurazione e verifica del tempo necessario ad invertire il funzionamento dalla massima portata in immissione alla massima portata in estrazione, in relazione ai limiti imposti dalla specifica a seconda della tipologia, si specifica che i tempi di inversione devono essere compatibili e congruenti con quanto previsto nelle relazioni progettuali relative alla modellazione per le singole stazioni e per le gallerie.
3. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di stazione e relativa taratura.
4. misure di portata e pressione delle condotte principali.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

5. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi alla UCAV.
6. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dalla UCAV.
7. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Oltre alle prove sopra elencate l'Appaltatore dovrà eseguire una prova di verifica della capacità dell'impianto di ventilazione, in assetto di emergenza, di smaltire i fumi provocati da un incendio, e mantenere le stazioni in condizioni da garantire l'esodo attraverso le vie di fuga, anche con riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 9494-3 "Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore".

Le prove da effettuare a cura dell'Appaltatore dovranno seguire la casistica di studio degli scenari relativi alla modellazione CFD (anche a fumi freddi) e di esodo di cui al progetto.

Le prove da effettuare a cura dell'Appaltatore saranno effettuate nelle aree che saranno successivamente indicate dalla D.L. e in ogni caso non inferiori a quanto di seguito riepilogato:

- 1- Numero 1 prova per tipologia di stazione (S1L, S3L, S4G, ecc...) per il caso di incendio in banchina
- 2- Numero 1 prova per tipologia di stazione (S1L, S3L, S4G, ecc...) per il caso di incendio in atrio
- 3- Numero 1 prova per tipologia di galleria (TBM, Cut&cover, retrostazioni, punti singolari ecc...)
- 4- Numero 1 prova in corrispondenza del pozzo di emergenza mole
- 5- Numero 1 prova rappresentativa per il caso di incendio nei locali tecnici di sistema
- 6- Numero 1 prova rappresentativa per il caso di incendio nei locali tecnici non di sistema

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessarie allo svolgimento delle prove;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione degli apparati di produzione fumi artificiali e di post-riscaldamento);
- per attivare i ventilatori di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

6.2 Impianti di ventilazione di sovrappressione e separazione aeraulica:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione di sovrappressione e separazione aeraulica devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 5. Table Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	Annex C Determination of extent Annex B Survey of performance of components and systems
<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	Annex C Determination of extent Annex D Measuring methods and measuring devices

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di stazione e di pozzo di emergenza a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti in condizione di emergenza, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti i terminali di emissione di stazione e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi alla UCAV.
5. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dalla UCAV.
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento);
- per attivare i componenti (ventilatori, lame d'aria) di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

Per il sistema di sovrappressione delle zone filtro devono essere previste delle prove atte a verificare che in caso di emergenza tutte le zone filtro di stazione previste nello scenario di emergenza risultino pressurizzate contemporaneamente, anche con riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 12101-13 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 13: Sistemi differenziali di pressione (PDS) - Metodi di progettazione e di calcolo, installazione, prove di accettazione, prove periodiche e manutenzione (capitolo 8).

Per le lame d'aria di separazione aerea in condizioni di emergenza devono essere inoltre previste delle prove aggiuntive di verifica di velocità e inclinazione del getto atte a verificare la rispondenza con i parametri di progetto.

6.3 Impianti di ventilazione ordinaria:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 6. Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex B</u> Survey of performance of components and systems

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex D</u> Measuring methods and measuring devices
<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di stazione e di pozzo atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti sia in immissione che estrazione in condizione normale, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di stazione e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi allo SCADA IGNS.
5. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS.
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento);
- per attivare i ventilatori di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

6.4 Impianti termici e di condizionamento (HVAC):

Per gli impianti di climatizzazione HVAC si intendono interamente richiamate le prove già descritte al precedente paragrafo 5.4 a cui si aggiungono le prove di seguito descritte:

1. test di portata effettiva degli impianti termici in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento, sarà verificata la corrispondenza della curva di efficienza delle macchine in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata e pressione delle tubazioni principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione (tubazioni e canali) connessi allo SCADA IGNS.
4. verifica del funzionamento delle valvole motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS.
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento ove necessario);
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

Le prove eseguite dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 11169 - Impianti di climatizzazione degli edifici – impianti aerulici ai fini del benessere – Procedure per il collaudo

6.5 Impianti geotermici da strutture energetiche:

Per il collaudo degli impianti geotermici devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 11467 e riportati qui di seguito:

verifica delle temperature di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0,3 °C sia lato edificio sia lato terreno;

verifica delle portate di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento di accuratezza non maggiore di 0,3 °C sia lato edificio sia lato terreno:

verifica delle funzionalità dei dispositivi di controllo e di sicurezza provvedendo a:

settaggio della temperatura al valore di progetto sul dispositivo di regolazione della pompa di calore,

verifica dell'intervento dei pressostati di minima,

verifica dell'intervento dei termostati di sicurezza,

verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato edificio; qualora la pompa sia a portata variabile, la prova si effettua alla massima portata prevista,

verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato terreno; qualora la pompa sia a portata variabile, la prova si effettua alla massima portata prevista,

verifica dell'assorbimento elettrico del compressore;

rilevazione delle prestazioni previste (COP/GUE/EER) elaborando i dati sopra ottenuti confrontandoli con i dati di progetto.

I dati rilevati devono essere indicati in un certificato apposito e consegnati al committente

In aggiunta dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva allo scambiatore di calore geotermico sia lato generazione che lato utilizzatore in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti, sarà verificata la corrispondenza con quanto previsto a progetto in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di stazione e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione primaria fino allo scambiatore e connessi allo SCADA IGNS.
5. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione secondaria a valle dello scambiatore e connessi allo SCADA IGNS. La verifica deve attestare la rispondenza con quanto previsto a progetto per lo specifico utilizzatore
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Nella fase di collaudo dell'impianto geotermico si devono prevedere prove ad hoc per verificare la rispondenza con il progetto dei rami di impianto verso recettori esterni alla linea Metropolitana anche qualora fossero solo in predisposizione.

Nello specifico, qualora non dovessero essere ancora stati individuati i recettori esterni al servizio della linea Metropolitana e, quindi, non fosse nota la potenza termica richiesta dall'utilizzatore, l'appaltatore dovrà in ogni caso effettuare le prove come previsto al precedente punto 4 e prove di verifica delle caratteristiche di temperatura a valle dello scambiatore (secondario) atte a certificare l'efficienza dello scambiatore in regime di funzionamento.

Qualora fosse già stato scelto l'utilizzatore e fosse nota la potenza richiesta dal recettore l'appaltatore dovrà in ogni caso effettuare le prove come previsto al precedente punto 4 e prove di verifica delle caratteristiche di temperatura a valle dello scambiatore (secondario) atte a certificare l'effettiva potenza fornita.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.6 Impianti idrici antincendio:

Per gli impianti idrici antincendio devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845 e UNI 10779.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto sprinkler e idranti di stazione e galleria atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali per singolo sistema/gruppo di surpressione (Idranti, sprinkler, diluvio):

1. test di portata effettiva del gruppo di surpressione
2. test di attivazione di tutte le utenze antincendio, diluvio ed idranti contemporaneamente previste con partenza automatica del gruppo di surpressione:
 - linee diluvio e relative valvole
 - erogatori sprinkler area snack atrio
 - sprinkler scale mobili e relativa valvola ad umido
3. test di attivazione utenze antincendio idranti con partenza automatica del gruppo di surpressione:
 - nr. 2 idranti UNI 45 disposti in corrispondenza della via 1 e via 2 della zona atrio

- nr. 1 idrante UNI 45 disposto in galleria in corrispondenza del pozzo adiacente più sfavorito lungo la via 1
 - nr. 1 idrante UNI 45 disposto in galleria in corrispondenza del pozzo adiacente più sfavorito lungo la via 2
4. Verifica capacità della vasca di accumulo mediante la messa in funzione di tutti gli impianti in funzionamento contemporaneo come previsto da progetto
 5. verifica segnali sblocco valvole, stato valvole, flussostati
 6. tutte le restanti prove previste dalla normativa di riferimento
 7. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.6.1 Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler

Per gli impianti idrici a servizio delle zone aperte al pubblico devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe in corrispondenza dei vari scenari di attivazione delle scale mobili e idranti, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione a tali attivazioni.
2. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.6.2 Impianto di spegnimento automatico a diluvio

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845 14816. In particolare, andranno eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di spegnimento automatico di stazione a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sulle pompe in corrispondenza dei vari scenari di attivazione previsti, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione a tali attivazioni.
2. misure di portata di tutti gli erogatori.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete e collegate allo SCADA IGNS
5. verifica del funzionamento delle valvole motorizzate in relazione ai vari scenari richiamati dallo SCADA IGNS
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.6.3 Impianto di spegnimento locali tecnici Water Mist

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 14972-1, In particolare andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe in corrispondenza delle differenti zone di attivazione, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione a tali attivazioni.
2. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.7 Impianti idrico sanitari, adduzione acque e scarichi:

Per gli impianti in cui è previsto il passaggio di acque cariche le prove sotto descritte dovranno essere effettuate prima con acqua pulita e, in seguito al superamento di queste, le prove dovranno essere ripetute con acque cariche in modo da ricreare le effettive condizioni di funzionamento.

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione all'effettiva portata di funzionamento.
2. misure di portata e pressione delle condotte principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete
4. verifica del funzionamento delle valvole poste lungo la rete
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.8 Impianti di aggettamento in pressione e drenaggio acque a gravità

Per gli impianti in cui è previsto il passaggio di acque cariche le prove sotto descritte dovranno essere effettuate prima con acqua pulita e, in seguito al superamento di queste, le prove dovranno essere ripetute con acque cariche in modo da ricreare le effettive condizioni di funzionamento.

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione all'effettiva portata di funzionamento.
2. misure di portata e pressione delle condotte principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete
4. verifica del funzionamento delle valvole poste lungo la rete
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

7. IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA:

7.1 Descrizione architettura del sistema

L'impianto di ventilazione di emergenza di stazione è destinato a realizzare un controllo dei fumi e del calore nei diversi scenari. Inoltre, tale impianto è deputato ad attivarsi nel caso si verifichi un incendio presso uno dei locali tecnici non di sistema (LTE).

I canali asserviti al presente impianto sono comuni, per gran parte dei tratti di percorrenza, ai canali di immissione e di estrazione aria a servizi o del sistema di condizionamento delle stazioni (HVAC). L'impianto, a seconda delle stazioni, è servito da 2/4 ventilatori che consentono, contemporaneamente l'immissione di aria fresca al piano od ai piani non interessati dall'evento e l'estrazione dei fumi al piano ove si è verificato l'evento incidentale.

L'architettura e la consistenza dell'impianto di ventilazione di emergenza di stazione, è tale da:

- consentire l'immissione di aria fresca e l'estrazione dei fumi, tramite l'utilizzo contemporaneo di due dei quattro ventilatori di stazione (RSF);
- garantire l'interscambiabilità funzionale dei ventilatori, sia in funzionamento in immissione che di estrazione, con riferimento: alla loro taglia, alla caratteristica di reversibilità, alla configurazione della rete aeraulica di emergenza di stazione
- nel caso di stazioni con più di due ventilatori (ad esempio le stazioni a 4 Livelli), assicurare che, per coppie di macchine installate in locali tecnici sovrapposti, venga realizzata una condizione di totale riserva di un rispetto all'altra.

Un secondo impianto, costituito da una rete di condotte di controllo fumi e da un estrattore esclusivamente dedicati (SEF), è deputato ad attivarsi nel caso si verifichi un incendio presso uno dei locali tecnici di sistema (LTS).

L'aria di riscontro, nel locale interessato dall'incendio, viene garantita a mezzo del recuperatore di calore (RC), normalmente attivo con funzione di condizionamento.

I dispositivi di ventilazione di emergenza dovranno avere una classe non inferiore a F400/90 min come da DM 21/10/2015 Capo V.4 e come riportato nei requisiti minimi di sistema nelle relazioni di progetto. Sono in ogni caso richiesti ventilatori F400/120 in ottemperanza alle best "best practices" relative alle norme internazionali sia per i ventilatori di emergenza a servizio dei locali tecnici sia per i ventilatori di emergenza a servizio di stazione/galleria.

7.2 Ventilatori di estrazione/immissione aria di stazione

7.2.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199 Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- UNI EN 12101-3: Specifiche per evacuatori forzati di fumo e calore

7.2.2 Caratteristiche tecniche

Il ventilatore assiale reversibile deve essere specificatamente progettato per resistere alle severe condizioni d'esercizio delle metropolitane; i materiali e la costruzione sono ingegnerizzati per garantire una durabilità ed affidabilità delle prestazioni durante l'intera vita dell'infrastruttura.

Il costruttore deve garantire: elevato LLC (Life Cycle Cost), come definito dal PIARC Report 2012 R14 e dalla ISO 15686-5:2008; resistenza alla corrosione corrispondente alla Categoria di Corrosività C4, secondo EN 12944-2; livello di disponibilità di almeno 99,9%.

Per la girante, completamente reversibile, si richiede un profilo alare che permetta di ottenere uguali prestazioni fluidodinamiche in entrambe le direzioni.

La girante deve essere costituita da un mozzo con pale regolabili da fermo, in modo tale da ottimizzare, le prestazioni aerauliche (portata aria, pressione) entro i valori consentiti della potenza motore.

Le pale in lega d'alluminio devono avere caratteristica di resistenza al clima salino secondo BS EN 1676 Grado LM13. Le pale devono essere soggette al controllo radiografico a raggi X secondo ASTM 155 Lastra E.

Il mozzo è fissato all'albero motore con un inserto a bussola conica.

La girante completa è staticamente e dinamicamente bilanciata secondo ISO 21940-11 e ISO 14694 Grado G 6.3 o G2.5 in funzione della potenza motore. Tutte le pale sono lavorate meccanicamente alla sommità per raggiungere il corretto gioco fra girante e cassa per raggiungere la Classe F400 (funzionamento minimo di 120 minuti, EN 12101-3)

La cassa di alloggiamento sarà corredata da flange sbordate o saldate su entrambi i lati, lo spessore della cassa potrà variare da 5 a 8 mm, il materiale sarà acciaio dolce secondo DIN EN 10111.

Tutte le parti devono essere saldate in continuo. Flange e forature sono realizzate secondo ISO 13351. Sulla cassa è fissata la morsettiera elettrica. Il ventilatore è completo di piedi di supporto o profilati per poter essere installato orizzontalmente (o verticalmente nel caso delle stazioni S1L).

Motore asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo; prestazioni secondo IEC 60034-1 e raffreddamento secondo IEC 60072-1.

Il raffreddamento motore previsto secondo IEC 60034-6 Codice IC 0141 tipo TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled).

La costruzione meccanica deve essere secondo IEC 60034-7 Codice I IMB3/Codice II IM1001.

Classe isolamento H secondo IEC 60085, per funzionamento continuo con aria ambiente da 20 C° a to 55 C°; in caso d'emergenza è adatto per funzionare a 400 C° per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3.

I cuscinetti possono essere sia prelubrificati o con lubrificazione programmata, secondo ISO 281:2007, L10 con una vita minima di 20.000 ore e una vita media di 100.000 ore con le condizioni operative specificate.

Il motore e la morsettiera motore devono essere dotati di una protezione meccanica IP55 secondo IEC 60034-5; un cavo flessibile, privo d'alogeno e resistente alla fiamma, collega direttamente la morsettiera del motore alla morsettiera esterna, i collegamenti elettrici sono eseguiti esclusivamente in fabbrica. La morsettiera esterna disposta sulla cassa deve essere dotata di una protezione meccanica IP65.

Albero motore con sede chiavetta, la sommità è con filettatura in modo tale da ricevere il bullone di fissaggio della girante, è richiesto un dispositivo meccanico di sicurezza anti-svitamento.

I ventilatori saranno provvisti dei seguenti accessori:

- **Boccaglio di aspirazione** a profilo toroidale realizzato in acciaio dolce zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Piedi di supporto a squadra** realizzati in acciaio dolce di spessore adeguato e zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Giunto antivibrante**, realizzato in tessuto intrecciato, costituito da fili metallici resistenti al fuoco per 2 ore a 400 °C, completo di 2 controflange in acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Complesso di molle** dimensionate per assorbire le vibrazioni caratteristiche del complesso ventilante, corredato di curva per la scelta dimensionale
- **Basamento inerziale** costituito da profilati a C in acciaio saldato, da riempire internamente di calcestruzzo, corredato di molle antivibranti in acciaio da interporre fra il basamento ed il pavimento, deflessione statica in funzione del carico, grado di isolamento superiore all'80%. Finitura: una mano di antiruggine sulle superfici esterne. Il basamento inerziale avrà un peso pressoché simile a quello del ventilatore. Sarà cura dell'impresa analizzare i carichi sulla soletta ed eventualmente realizzare, per una migliore distribuzione del peso, un basamento in calcestruzzo.
- **Rete di protezione** realizzata in filo di acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Tronco di trasformazione** tondo/tondo in acciaio zincato completo di flangia forata sia sul lato ventilatore sia sul lato opposto dove la flangia sarà collegata alla piastra metallica

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

di connessione alla parete dotata di griglia di protezione. Il raccordo è dotato di 2 supporti di sostegno regolabili in altezza, in acciaio in zincato.

Zincatura a caldo della cassa del ventilatore e dei componenti in acciaio zincato, eseguita secondo UNI EN ISO 1461, secondo gli spessori della lamiera.

I ventilatori saranno accessoriati con un sistema di controllo delle vibrazioni, composto da un trasmettitore di vibrazioni in accordo alla DIN ISO 10816. Caratteristiche:

- campo di misura 0 e 25 mm/s. Il sensore sarà dotato di filetto M8 e potrà essere fissato direttamente sulla cassa del ventilatore o sul motore.
- livello di allarme tarabile tra 0 e 25mm/s con un tempo di ritardo da 1-60s.
- campo di temperatura di funzionamento -25°C/+ 80°C,
- grado di protezione IP67
- correnti di alimentazione tra 18 e 32V DC.

Uscite disponibili: normalmente chiuso 1x DC PNP / 1 x analogica 4 ... 20 mA.

Il trasmettitore di vibrazione sarà precablato a una morsettiera separata in alluminio verniciato, con grado di protezione IP65 e fissata alla cassa del ventilatore così da rendere facile ed agevole il collegamento al sistema di supervisione/manutenzione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 7. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m ³ /h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	75	99.000
2	GIULIO CESARE	2	55	86.400
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	55	86.400
4	CORELLI	2	55	86.400
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	75	99.000
6	BOLOGNA	2	75	99.000
7	NOVARA	4	90	115.200
8	VERONA	2	90	134.400
9	MOLE/GIARDINI REALI	4	90	115.200
10	CARLO ALBERTO	4	90	129.400

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

11	PORTA NUOVA	4	132	132.000
12	PASTRENGO	4	90	115.200
13	POLITECNICO	4	90	129.400

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- é richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.3 Ventilatori di estrazione/immissione aria di galleria

7.3.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199 Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- UNI EN 12101-3: Specifiche per evacuatori forzati di fumo e calore

7.3.2 Caratteristiche tecniche

Il ventilatore assiale reversibile deve essere specificatamente progettato per resistere alle severe condizioni d'esercizio delle metropolitane; i materiali e la costruzione sono ingegnerizzati per garantire una durabilità ed affidabilità delle prestazioni durante l'intera vita dell'infrastruttura.

Il costruttore deve garantire: elevato LLC (Life Cycle Cost), come definito dal PIARC Report 2012 R14 e dalla ISO 15686-5:2008; resistenza alla corrosione corrispondente alla Categoria di Corrosività C4, secondo EN 12944-2; livello di disponibilità di almeno 99,9%.

Per la girante, completamente reversibile, si richiede un profilo alare che permetta di ottenere uguali prestazioni fluidodinamiche in entrambe le direzioni.

La girante deve essere costituita da un mozzo con pale regolabili da fermo, in modo tale da ottimizzare, le prestazioni aerauliche (portata aria, pressione) entro i valori consentiti della potenza motore.

Le pale in lega d'alluminio devono avere caratteristica di resistenza al clima salino secondo BS EN 1676 Grado LM13. Le pale devono essere soggette al controllo radiografico a raggi X secondo ASTM 155 Lastra E.

Il mozzo è fissato all'albero motore con un inserto a bussola conica.

La girante completa è staticamente e dinamicamente bilanciata secondo ISO 21940-11 e ISO 14694 Grado G 6.3 o G2.5 in funzione della potenza motore. Tutte le pale sono lavorate meccanicamente alla sommità per raggiungere il corretto gioco fra girante e cassa per raggiungere la Classe F400 (funzionamento minimo di 120 minuti, EN 12101-3)

La cassa di alloggiamento sarà corredata da flange sbordate o saldate su entrambi i lati, lo spessore della cassa potrà variare da 5 a 8 mm, il materiale sarà acciaio dolce secondo DIN EN 10111.

Tutte le parti devono essere saldate in continuo. Flange e forature sono realizzate secondo ISO 13351. Sulla cassa è fissata la morsettiera elettrica. Il ventilatore è completo di piedi di supporto o profilati per poter essere installato orizzontalmente (o verticalmente nel caso delle stazioni S1L).

Motore asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo; prestazioni secondo IEC 60034-1 e raffreddamento secondo IEC 60072-1.

Il raffreddamento motore previsto secondo IEC 60034-6 Codice IC 0141 tipo TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled).

La costruzione meccanica deve essere secondo IEC 60034-7 Codice I IMB3/Codice II IM1001.

Classe isolamento H secondo IEC 60085, per funzionamento continuo con aria ambiente da 20 C° a to 55 C°; in caso d'emergenza è adatto per funzionare a 400 C° per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3.

I cuscinetti possono essere sia prelubrificati o con lubrificazione programmata, secondo ISO 281:2007, L10 con una vita minima di 20.000 ore e una vita media di 100.000 ore con le condizioni operative specificate.

Il motore e la morsettiera motore devono essere dotati di una protezione meccanica IP55 secondo IEC 60034-5; un cavo flessibile, privo d'alogeno e resistente alla fiamma, collega direttamente la morsettiera del motore alla morsettiera esterna, i collegamenti elettrici sono eseguiti esclusivamente in fabbrica. La morsettiera esterna disposta sulla cassa deve essere dotata di una protezione meccanica IP65.

Albero motore con sede chiavetta, la sommità è con filettatura in modo tale da ricevere il bullone di fissaggio della girante, è richiesto un dispositivo meccanico di sicurezza anti-svitamento.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

I ventilatori saranno provvisti dei seguenti accessori:

- **Boccaglio di aspirazione** a profilo toroidale realizzato in acciaio dolce zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Piedi di supporto a squadra** realizzati in acciaio dolce di spessore adeguato e zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Giunto antivibrante**, realizzato in tessuto intrecciato, costituito da fili metallici resistenti al fuoco per 2 ore a 400 °C, completo di 2 controflange in acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Complesso di molle** dimensionate per assorbire le vibrazioni caratteristiche del complesso ventilante, corredato di curva per la scelta dimensionale
- **Basamento inerziale** costituito da profilati a C in acciaio saldato, da riempire internamente di calcestruzzo, corredato di molle antivibranti in acciaio da interporre fra il basamento ed il pavimento, deflessione statica in funzione del carico, grado di isolamento superiore all'80%. Finitura: una mano di antiruggine sulle superfici esterne. Il basamento inerziale avrà un peso pressoché simile a quello del ventilatore. Sarà cura dell'impresa analizzare i carichi sulla soletta ed eventualmente realizzare, per una migliore distribuzione del peso, un basamento in calcestruzzo.
- **Rete di protezione** realizzata in filo di acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Tronco di trasformazione** tondo/tondo in acciaio zincato completo di flangia forata sia sul lato ventilatore sia sul lato opposto dove la flangia sarà collegata alla piastra metallica di connessione alla parete dotata di griglia di protezione. Il raccordo è dotato di 2 supporti di sostegno regolabili in altezza, in acciaio zincato.

Zincatura a caldo della cassa del ventilatore e dei componenti in acciaio zincato, eseguita secondo UNI EN ISO 1461, secondo gli spessori della lamiera.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 8. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	POZZI DI VENTILAZIONE	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	400	576.000
2	GIULIO CESARE	2	240	432.000
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	240	432.000
4	CORELLI	2	240	432.000
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	240	432.000

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

6	BOLOGNA	2	240	432.000
7	NOVARA	3	240	432.000
8	VERONA	2	240	432.000
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	240	432.000
10	CARLO ALBERTO	2	240	432.000
11	PORTA NUOVA	2	240	432.000
12	PASTRENGO	2	240	432.000
13	POLITECNICO	2	240	432.000
14	CABOTO	2	240	432.000

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.4 Ventilatori di estrazione fumi locale tecnici

7.4.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199 Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.

- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- UNI EN 12101-3: Specifiche per evacuatori forzati di fumo e calore

7.4.2 Caratteristiche tecniche

Estrattori di tipo assiale

L'estrattore assiale reversibile è specificatamente progettato per resistere alle severe temperature dei fumi caldi generati dalla combustione con le seguenti caratteristiche:

- certificati secondo EN 12101-3, 400°C/120min.
- marchio di conformità CE.
- Installabili sia all'interno che all'esterno del comparto incendio.
- Funzionamento in continuo nell'intervallo di temperatura -20°C/55°C. Direzione aria da motore a girante.
- Girante a pale regolabili che permettono una flessibile e precisa selezione del punto di lavoro desiderato mantenendo alta l'efficienza. L'angolo pala è pre-impostato in fabbrica.
- Le giranti devono essere costruite con pale profilate in lega di alluminio pressofuso.
- Girante bilanciata dinamicamente secondo ISO 21940-11 e ISO 14694, qualità G6,3.
- Cassa in acciaio zincato a caldo secondo ISO 1461.
- Flange pre-forate secondo Eurovent 1/2 poste su entrambi i lati che forniscono stabilità aggiuntiva.
- Morsettiera pre-cablata riportata esternamente alla cassa con grado di protezione IP65 (IEC 60034-5)
- Motore per funzionamento 400°/120min e 55°C in continuo.
- Motore asincrono trifase ad alta efficienza con rotore a gabbia di scoiattolo, posto all'interno del flusso dell'aria.
- Classe protezione motore IP55 (IEC 60034-5), classe d'isolamento H.
- Velocità regolabile tramite inverter, funzionamento consentito fino a 10Hz.
- alimentazione: 3~400V/50Hz

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Estrattori di tipo centrifugo

Il ventilatore centrifugo è specificatamente progettato per resistere alle severe temperature dei fumi caldi generati dalla combustione con le seguenti caratteristiche:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- Certificati secondo EN 12101-3, 400°C/120min.
- Marchio di conformità CE.
- Installabili sia all'interno che all'esterno del comparto incendio.
- Installabile in ogni posizione (orientamento).
- Funzionamento in continuo nell'intervallo di temperatura -20°C/40°C
- Pale di tipo rovescio, in acciaio zincato.
- Cassa in acciaio zincato a caldo secondo ISO 1461 o standard equivalente.
- Motore per funzionamento 400°/120min e 40°C in continuo.
- Motore asincrono trifase ad alta efficienza, posto all'esterno del flusso dell'aria.
- Classe protezione motore IP55 (IEC 60034-5), classe d'isolamento F.
- Velocità regolabile tramite inverter, funzionamento consentito fino a 10Hz.
- Alimentazione: 3~400V/50Hz

Tabella 9. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche locali tecnici stazioni

N.	LOCALI TECNICI STAZIONI	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	1	2,2	7.300
2	GIULIO CESARE	1	1.1	4.700
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	1.1	4.700
4	CORELLI	1	1.1	4.700
5	CIMAROSA/TABACCHI	1 (centrifugo)	2,5	7.200
6	BOLOGNA	1	5,5	11.000
7	NOVARA	1 (centrifugo)	2,5	3.750
8	VERONA	1	7,5	7.800
9	MOLE/GIARDINI REALI	1 (centrifugo)	2,5	3.650
10	CARLO ALBERTO	1	2,2	8.800
11	PORTA NUOVA	1	5,5	10.250
12	PASTRENGO	1 (centrifugo)	2,5	3.750
13	POLITECNICO	1	5,5	11.700

Tabella 10. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche locali tecnici Pozzi

N.	LOCALI TECNICI POZZI DI VENTILAZIONE	Quantità	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	0.42	2.400
2	GIULIO CESARE	2	0.42	2.400
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	0.42	2.400
4	CORELLI	2	0.42	2.400
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	0.42	2.400
6	BOLOGNA	2	0.42	2.400
7	NOVARA	2	0.45	3.500
8	VERONA	2	0.42	2.400
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	0.42	2.400
10	CARLO ALBERTO	2	0.42	2.400
11	PORTA NUOVA	2	0.42	2.400
12	PASTRENGO	2	0.42	2.400
13	POLITECNICO	2	0.42	2.400
14	CABOTO	2	0,42	2.400

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;

7.5 Condotte per il controllo dei fumi per comparti multipli

7.5.1 Riferimenti normativi

- D.M. 16/02/2007: Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
- D.M. 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»
- UNI EN 12101-7: Sistemi per il controllo di fumo e calore» Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
- UNI EN 1366-8: Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura e servizi» Condotte di estrazione fumo per comparto multiplo
- UNI EN 1363-1: Prove di resistenza al fuoco» Requisiti generali
- UNI EN 13501-4: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione» Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo

7.5.2 Caratteristiche tecniche

La condotta in silicato di calcio deve essere specificatamente progettata per il controllo dei fumi per comparti multipli, provvista di marcatura CE secondo UNI EN 1201-7.

Classificazione: EI 120 (v_e h_o) S 1500 multi: la condotta deve garantire una tenuta/integrità ai fumi caldi ed isolamento per 120 minuti e tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500 e +500 Pa.

Tenuta ai fumi con una perdita inferiore ai 5 m³/h per m².

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto.

Tale tipologia di condotta deve essere prevista secondo quanto riportato nel modello e negli elaborati grafici, e comunque in adesione alle prescrizioni della norma UNI 9494-2.

Nel presente progetto, vista la promiscuità degli impianti di ventilazione di emergenza e di condizionamento, tale tipologia di componente verrà utilizzato, in esercizio ordinario, alla stregua di un canale di distribuzione dell'aria.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con: le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.6 Condotte per il controllo dei fumi per comparto singolo

7.6.1 Riferimenti normativi

- D.M. 16/02/2007: Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
- D.M. 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»
- UNI EN 12101-7: Sistemi per il controllo di fumo e calore» Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
- UNI EN 1366-9: Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura e servizi - Condotte di estrazione fumo per singolo comparto
- UNI EN 1363-1: Prove di resistenza al fuoco» Requisiti generali
- UNI EN 13501-4: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione» Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo

7.6.2 Caratteristiche tecniche

La condotta in metallo è specificatamente progettata per il controllo dei fumi per comparto singolo provviste di marcatura CE secondo UNI EN 12101-7.

Il canale deve garantire una resistenza alla curva di incendio per 120 minuti e tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500Pa a +500 Pa

Classificazione E600 120 (h_0 v_e) S 1.500 single: deve garantire tenuta ai fumi caldi per 120 minuti per temperature fino a 600°C; tenuta ai fumi freddi S per pressioni tra -1500 e +500 Pa.

Tenuta all'aria classe C (2.000 Pa) secondo UNI EN 1507

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Implementare maggiori caratteristiche tecniche, le certificazioni necessarie, la caratteristica tecnica specifica relativa al singolo comparto, luogo di installazione (si richiede ai progettisti)

Tale tipologia di condotta deve essere prevista secondo quanto riportato nel modello e negli elaborati grafici, e comunque in adesione alle prescrizioni della norma UNI 9494-2.

Nel presente progetto, vista la promiscuità degli impianti di ventilazione di emergenza e di condizionamento, tale tipologia di componente verrà utilizzato, in esercizio ordinario, alla stregua di un canale di distribuzione dell'aria.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con: le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

7.7 Silenziatore a sezione rettangolare per stazioni e pozzi

7.7.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato ed integrato ai sensi del D.M.14/10/2022 e s.m.i.).

- DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare anche riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

7.7.2 Caratteristiche tecniche

I silenziatori sono utilizzati per ridurre il livello di pressione sonora dei ventilatori in funzionamento di esercizio vengono dimensionati come segue:

- ✓ acusticamente: la risultante acustica richiesta all'esterno della griglia stradale alla distanza di 3 m (funzione della classe acustica della zona di realizzazione dell'opera) con ventilatori funzionanti a bassa velocità e regolati da inverter.
- ✓ aeraulicamente: al fine di contenere le perdite di carico quando i ventilatori in emergenza raggiungono la massima velocità di rotazione.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Nella tabella che segue, si elencano i limiti acustici, in funzionamento diurno e notturno, correlati a ciascun manufatto ed alla corrispondente zona acustica.

Tabella 11. Limiti acustici per zona

N.	STAZIONE	CLASSE ACUSTICA	DIURNO dB(A)	NOTTURNO dB(A)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	IV	60	50
2	GIULIO CESARE	III	55	45
3	SAN GIOVANNI BOSCO	III/I	45	35
4	CORELLI	II/I	45	35
5	CIMAROSA/TABACCHI	III	55	45
6	BOLOGNA	IV	60	50
7	NOVARA	V	65	55
8	VERONA	III	55	45
9	MOLE/GIARDINI REALI	I	45	35
10	CARLO ALBERTO	III	55	45
11	PORTA NUOVA	III	55	45
12	PASTRENGO	III	55	45
13	POLITECNICO	II	50	40

Tabella 12. Tabella riassuntiva delle classi acustiche dei pozzi

N.	STAZIONE	CLASSE ACUSTICA	DIURNO dB(A)	NOTTURNO dB(A)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	III	55	45
2	GIULIO CESARE	III	55	45
3	SAN GIOVANNI BOSCO	IV	60	50
4	CORELLI	III	55	45
5	CIMAROSA/TABACCHI	III	55	45

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

6	BOLOGNA	I	45	35
7	NOVARA	III	55	45
8	VERONA	IV	60	50
9	MOLE/GIARDINI REALI	III	55	45
10	CARLO ALBERTO	III	55	45
11	PORTA NUOVA	III / IV	55	45
12	PASTRENGO	IV	60	50
13	POLITECNICO	II	50	40
14	CABOTO	III / I	45	35

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici specifici.

I silenziatori del tipo a setti fono-assorbenti, appositamente progettati per applicazioni ferroviarie e metropolitane, devono mantenere inalterate nel tempo le proprietà acustiche evitando il deposito, sulla superficie assorbente, delle polveri normalmente presenti in questo campo applicativo.

Il silenziatore è inserito nel contesto di stazione e pozzi tra due pareti in muratura, che ne delimitano la dimensione laterale, e tra pavimentazione e soletta. Caso per caso, a seconda della singola stazione e del singolo pozzo è da prevedere un idoneo controsoffitto (con caratteristiche EI idonee alla resistenza richiesta in camera di ventilazione) atto a compensare la dimensione in senso verticale. Sono considerate parte dell'opera tutte le opere murarie necessarie a collocare il silenziatore nella sede specificata come da elaborati progettuali di riferimento e come dalle specifiche necessità richieste dal singolo silenziatore.

Ogni singolo setto sarà realizzato con struttura di sostegno in acciaio zincato autoportante, contenete materiale fonoassorbente ad alto coefficiente di assorbimento acustico, imputrescibile ed ignifugo (Euroclasse A1 secondo EN13501-1). Un rivestimento in lana di vetro neoprenata impedisce lo sfaldamento della fibra con il flusso d'aria. Un ulteriore protezione con lamierino forato contribuisce alla protezione del materiale fonoassorbente, aumentando anche la resistenza meccanica. I setti sono in parte mobili e in parte fissi (più specificatamente quelli perimetrali) per facilitare le operazioni di controllo e pulizia così da mantenere le loro caratteristiche acustiche nel tempo.

I setti mobili saranno dotati di ruote su cuscinetti e rotaie di scorrimento e contenimento per rendere agevole la loro movimentazione. I setti installati in posizione fissa saranno dotati di particolari di fissaggio.

Per ottimizzare la distribuzione dell'aria e per ridurre le perdite di carico, i silenziatori saranno dotati di ogive aerodinamiche posizionate su entrambi i lati del setto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- disegni "come costruito" dei silenziatori;
- certificati di reazione al fuoco dei materiali utilizzati;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali;
- calcolo e certificazione dei valori di attenuazione del rumore attesi e verifica in campo.

7.8 Serrande di intercettazione on/off adatte a resistere alle pressioni dei ventilatori di emergenza

7.8.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato e integrato ai sensi del D.M.14/10/2022 e s.m.i.).
- Norme IEC

7.8.2 Caratteristiche tecniche

La serranda è del tipo a più alette ed ha una robusta costruzione, progettata specificatamente per applicazioni in metro. Le serrande devono essere progettate per resistere alle severe condizioni d'esercizio, permettendo così durabilità, affidabilità nelle prestazioni durante l'intera vita operativa.

La resistenza alla corrosione sarà secondo la EN 12944-2 Categoria Corrosività C4 - alta

La serranda di intercettazione tipo on/off deve essere in acciaio zincato e deve essere adatta a resistere alle pressioni sviluppate dai ventilatori.

La serranda, l'attuatore e gli accessori devono avere le seguenti caratteristiche:

- Operatività in emergenza con temperatura di 400° per 120 minuti
- Trafilamento non superiore a 0.1 mc/m² a 1000Pa
- Differenza massima di pressione 6.000 Pa

La cassa deve essere realizzata con uno spessore minimo di 2 mm di acciaio dolce secondo DIN EN 10111 e zincato a caldo secondo ISO 1461.

La profondità della cassa e le flange variano in funzione delle dimensioni totali della serranda; per le dimensioni, le caratteristiche tecniche e prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Le alette sono previste a doppio profilo con minimo 1,5 mm di spessore in acciaio pre zincato secondo JIS G3302 SGHC-RCS Z27 (275 g/m² di zinco su entrambe i lati), gli alberi delle alette sono in acciaio inossidabile AISI 316L (EN 1,4404) con un diametro almeno di 19 mm, essi e devono rendere la serranda resistente in modo da poter funzionare correttamente lungo l'arco della vita operativa. Tutti i leverismi sono previsti in acciaio inossidabile AISI 316L (EN 1,4404) così pure le tenute al trafilamento laterali del tipo a molla con uno spessore di 0,25 mm al fine di garantire il trafilamento entro e non oltre i limiti di progetto.

L'attuatore sarà del tipo a chiusura in sicurezza, idoneo per il funzionamento in condizioni standard e in caso d'emergenza, deve essere adatto per funzionare a 400 C° per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3; sono inoltre previsti contatti di fine corsa idonei per il funzionamento in condizioni standard e in caso di emergenza sono classificati F400 (400 °C per 120 minuti).

La serranda deve fornire le prestazioni tecniche specificate provata secondo AMCA 500D (perdita di carico), trafilamento secondo UL 5555-Class I. La serranda completa è certificata resistente al fuoco secondo BS 476-20.

La serranda è costruita rispettando pienamente i requisiti della ISO 9001:2015.

Il marchio CE (attuatore) è un requisito essenziale per essere conformi alle Direttive Europee. Apponendo il Marchio CE il Costruttore autocertifica che il prodotto rispetta i requisiti essenziali richiesti. Il rispetto dei requisiti è confermato dalla Dichiarazione di Conformità CE che attesta la rispondenza alle Direttive Europee applicabili ed alle Norme Tecniche Armonizzate ove richiesto. Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.9 Serrande per il controllo dei fumi

7.9.1 Riferimenti normativi

- D.M. 16/02/2007: Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
- D.M. 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»
- UNI EN 12101-8: Sistemi per il controllo di fumo e calore Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
- UNI EN 1366-10: Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura e servizi – Serrande di controllo dei fumi
- UNI EN 1363-1: Prove di resistenza al fuoco» Requisiti generali
- UNI EN 13501-4: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione» Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo

7.9.2 Caratteristiche tecniche

La serranda di controllo dei fumi per comparti multipli è specificatamente progettata per il controllo dei fumi e provviste di marcatura CE.

La serranda potrà essere:

- del tipo ad alette contrapposte
- del tipo a pala unica

dovrà avere classificazione EI 120 ($v_{ed} - h_{od} i \leftrightarrow o$) S 1.500 C_{10.000} AA Multi:

la serranda: dovrà garantire tenuta/integrità ai fumi caldi ed isolamento per 120 minuti; sarà del tipo installabile in verticale ed in orizzontale, per installazione all'interno ed all'esterno, dovrà garantire la tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500 e +500 Pa; sarà idonea agli impianti combinati per il controllo dei fumi e per la climatizzazione; idonea all'attivazione automatica.

Tenuta ai fumi inferiore a 200 m³/h/m².

La serranda motorizzata deve essere dotata di motorizzazione a 230V e Micro -switches di stato Aperta/Chiusa

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Il produttore deve accompagnare la fornitura con: le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.10 Servomotori per serrande controllo fumi

7.10.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- UNI EN 12101-8: Sistemi di controllo del fumo e degli incendi - Parte 8: Serrande di controllo del fumo
- UNI EN 1366-10: Test di resistenza antincendio per installazioni di servizio - Parte 10: Serrande di controllo fumi
- UNI EN 13501-4: Classificazione antincendio di prodotti da costruzione ed elementi edili - Parte 4:

7.10.2 Caratteristiche tecniche

Per il comando ON/OFF o modulante delle serrande si dovranno adottare servocomandi aventi le seguenti caratteristiche:

- corsa angolare di 90° (aggiustabile);
- azionamento elettrico in entrambi i sensi (in alimentazione privilegiata e cavi resistenti al fuoco);
- attuatore elettrico, alimentazione monofase 230 V/50 Hz, dimensionato per il 200% della coppia massima richiesta dalla serranda in condizioni di esercizio; isolamento motore in classe F, protezione termostatica incorporata
- servizio attuatori on-off, S 2-15 min – 60 avviamenti/ora
- servizio attuatori in regolazione, S4 – 25% - 1200 avviamenti/ora
- l'attuatore garantisce l'apertura della serranda anche in caso di avaria o mancanza di alimentazione elettrica all'attuatore stesso; se le dimensioni della serranda lo richiedono,

possono essere posizionati due o più attuatori interconnessi tra loro. Il tempo di apertura della serranda è contenuto in un massimo di 15 secondi; il tempo di chiusura è identico. I tempi di movimentazione delle serrande devono essere comunque compatibili con le tempistiche di attivazione del sistema di ventilazione di emergenza, come definite nella modellazione CFD e nella simulazione di esodo. Il posizionamento ed il fissaggio dell'attuatore sarà tale da permettere una facile ispezione e manutenzione.

- l'attuatore sarà certificato per operare a temperatura di 4000 °C per 2 ore (anche per disposizione di protezione termica)
- custodia con grado di protezione IP 67
- controllo con segnale 4-20 mA o 0-5V
- contatti fine corsa indipendenti con segnale di serranda aperta e chiusa (caso on off)
- contatti di fine corsa e stato intermedio con segnale 4-20 mA in uscita (caso regolazione)
- indicatore meccanico di posizione esterno
- resistenza anticondensa
- dispositivo di comando manuale a volantino

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.11 Griglie di immissione e estrazione

7.11.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.

- Norma UNI 8199: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN 13180: Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Dimensioni e requisiti meccanici per le condotte flessibili
- UNI EN ISO 5135: Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora del rumore delle bocchette d'aria, unità terminali, serrande di taratura e valvole mediante misurazione in camera riverberante
- UNI 8199 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti
- UNI EN ISO 5135 Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora del rumore delle bocchette d'aria, unità terminali, serrande di taratura e valvole mediante misurazione in camera riverberante.

7.11.2 Caratteristiche tecniche

Le griglie di ventilazione sono dispositivi terminali per l'immissione e l'estrazione dell'aria in condizioni normali e di emergenza.

La griglia è progettata in acciaio con alette deflettrici e serranda di regolazione al fine di direzionare l'aria in ingresso ai locali.

Bordo estetico inclinato con bordo interno smussato, adatto per installazione su canali rettangolari. Fissaggio con viti nascoste o fori svasati, per installazione in un controtelaio di installazione o fissaggio su una superficie di installazione.

Livello di potenza sonora della misurazione del rumore ad aria rigenerata secondo EN ISO 5135.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

7.12 Misuratori di portata

7.12.1 Riferimenti normativi

Direttiva europea 2014/30/EU EMC- Compatibilità elettromagnetica;
Direttiva europea 2014/35/UE – Apparecchiature in Bassa tensione;
Direttiva europea 2011/65/UE RoHS II – Sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche;
Direttiva europea 2012/19/UE RAEE – Rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche

7.12.2 Caratteristiche tecniche

Presso i punti di diramazione principali della rete aerea è prevista l'installazione di dispositivi di misura della portata dell'aria, costituito da: un trasmettitore multifunzione, una scheda di pressione, un'ala di misura.

Trasmettitore multifunzione

Caratteristiche principali:

- 2 ingressi per sonde intercambiabili;
- 4 allarmi visivi (LED a 2 colori) e sonori;
- 2 uscite analogiche (4 fili) 0/5-10 V o 0/4-20 mA (2 uscite aggiuntive opzionali);
- display con visualizzazione simultanea da 1 a 4 parametri;
- alloggiamento per scheda di acquisizione intercambiabile;
- alimentazione 24 Vdc/VAC o 115/230 Vac;
- diagnostica delle uscite;
- custodia in ABS con parte frontale in acciaio inossidabile, IP65, con display grafico retroilluminato;
- sistema di montaggio con piastra per fissaggio al muro, con rotazione di 1/4".

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Specifiche tecniche

Alimentazione	24 Vac / Vdc $\pm 10\%$ 100-240 Vac, 50-60 Hz
Uscite	2 x 0/4-20 mA o 2 x 0-5/10 V (4 fili) Ulteriori uscite opzionali : 2 x 0/4-20 mA or 2 x 0-5/10 V (consumo aggiuntivo modello 24 V : 1 VA / modello 115-230 V : 2 VA) Tensione di modo comune <30 VAC Carico massimo : 500 Ohm (0/4-20 mA) Carico minimo : 1 K Ohm (0-5/10 V)
Isolamento galvanico	Dispositivo completamente protetto da isolamento doppio o rinforzato: Ingressi (alimentazione) e uscite (sui modelli 115 Vac/230 Vac) Uscite (sui modelli 24 Vac/Vdc)
Consumo con sonde	6 VA
Connessioni elettriche	Morsettiera per cavi da 0.05 a 2.5 mm ² o da 30 a 14 AWG Secondo il codice di buon utilizzo
Relé (opzionale)	4 relè di scambio. NO (normalmente aperto) : 5A / NC (normalmente chiuso) : 3A / 240 Vac (consumo aggiuntivo modello 24 V : 5 VA / modello 115-240 V : 8 VA)
Comunicazione Ethernet (opzionale)	Modulo di comunicazione Ethernet che permette la trasmissione, il monitoraggio e la manutenzione dei trasmettitori attraverso una rete Ethernet in 10 BASE-T e 100 BASE-TX LAN/WAN usando il protocollo TCP/IP (consumo aggiuntivo modello 24 V e 115-240 V : 1 VA)
Allarme acustico	Buzzer (70 dB a 10 cm)
Ambiente e tipo di fluido	Aria e gas neutri
Temperatura di stoccaggio	Da -10 a +70 °C
Sicurezza	Classe di protezione 2; Grado di inquinamento 2; Categoria di sovratensione 2

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Caratteristiche della custodia

Materiale	ABS VO secondo standard UL94
Protezione	IP65
Display	Grafico da 1 a 4 righe, 240 x 128 px; Dimensioni : 86 x 51 mm, Retroilluminazione Dimensioni digits: Valori : 10 mm; Unità : 5 mm
Passacavo	In poliammide per cavi di massimo Ø9 mm
Peso	700 g
Ingombro massimo	158x(111+25)x81 mm LxHxP

Relé e allarmi

- Il trasmettitore C 310 è dotato di 4 allarmi indipendenti e configurabili : sono visivi e sonori ed è possibile associarli a 3 relé (opzionale).

Impostazioni disponibili:

- Selezione del parametro (pressione, velocità dell'aria, temperatura,...)
- Durata dei ritardi da 0 a 600 s
- Azione dell'allarme : limite crescente, limite decrescente, monitoraggio o stato del trasmettitore
- Modalità di lavoro dei relé : sicurezza negativa o positiva (opzionale)
- Attivazione dell'allarme sonoro (buzzer) che può essere riconosciuto dalla tastiera frontale (opzionale)
-

Scheda di pressione

Scheda di pressione intercambiabile con elettrovalvola e terminale per sonda termocoppia per trasmettitori multifunzione. Fornita con raccordi a pressione e tubi in silicone.

Caratteristiche:

- Campo di misura: 3-40 m/s;
- Campo di temperature di impiego: 0-210°C;
- Misura della pressione statica: valore massimo 2 bar;
- Accuratezza della misura di pressione: da ±3% a ±5%

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Caratteristiche

	Pressione	Temperatura
Campo di misura	Da -1000 a 1000 Pa	Da -200 a 1300°C (a seconda della sonda)
Precisione	±0.2% di lettura ±2 Pa	±1.1°C or ±0.4% valore di lettura
Risoluzione	1 Pa / 0.1 mmH2O / 0.01 mbar 0.01 inWG / 0.01 mmHg / 0.1 daPa / 0.001 kPa 0.01 hPa / 0.1 °C	0.1°C / 0.1°F

Le schede di pressione e il trasmettitore multifunzione hanno una compensazione della temperatura da 0 a 50°C e un processo di autotaratura.

Principio di auto calibrazione: il microchip del sensore gestisce un'elettrovalvola che compensa la deriva dell'elemento sensibile nel tempo.

La calibrazione del punto zero è assicurata da questa compensazione. La misurazione della pressione differenziale è quindi indipendente dalle condizioni ambientali del sensore.

Ala di misura

La sonda di misura della pressione è costituita da un profilo alare (a geometria simmetrica, atta a ridurre le perdite di carico, attrezzato con prese per la misura della pressione statica e dinamica.

Caratteristiche

- Campo di misura: 3/40 m/s;
- Campo di temperature di utilizzo: 0-210°C;
- Limite misura pressione statica: 2 bar;
- Accuratezza dei sensori di pressione da ±3% a ±5%.

Materiali:

- Profilo: alluminio 6060-T6;
- Piastra di fissaggio: acciaio zincato;
- Connettori: ottone nichelato.

Il misuratore di portata deve indicare, gestire e registrare i valori medi della velocità dell'aria e del flusso d'aria mediante l'interfaccia su SCADA IGNS.

7.13 Sensori di monitoraggio qualità dell'aria

7.13.1 Riferimenti normativi del 03/04/06 e s.m.i. - Norme in materia ambientale

D. Lgs no. 183 del 15/11/2017 – modifiche parte quinta del testo unico ambientale

D. Lgs. no. 46 del 04/03/2014 - Attuazione della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento)

UNI EN 14181 - Emissioni da sorgente fissa, assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici

UNI EN 15267-1/2/3 - Certificazione dei sistemi di misura automatici

D.M Ambiente 31/01/2005 Allegato 2 "Linee guida in materia di sistemi di monitoraggio"

Linea guida tecnica per i Gestori dei Sistemi di Monitoraggio in continuo delle Emissioni in atmosfera (SME) edizione 87/2013, redatta dal GDL ISP (Gruppo interagenziale – Ispezione e Controlli) coordinato da ISPRA.

UNI EN 15259 - Misurazione di emissioni da sorgente fissa - Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell'obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione

Linee guida dei sistemi di monitoraggio in continuo Gennaio 2005

UNI CEI EN ISO/IEC 17025 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura

D.M. Ambiente del 21/12/1995 (pubbl. GU no. 5 del 08/01/1996) - Disciplina dei metodi controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti industriali

D.M. Ambiente del 25/08/2000 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del DPR 24/05/1988, no. 203

7.13.2 Caratteristiche tecniche

Al fine di evitare che dall'esterno, in corrispondenza delle prese d'aria, possano diffondersi, attraverso il sistema aeraulico, elementi gassosi e/o particelle inquinanti (polveri) potenzialmente nocivi per i passeggeri (se in concentrazioni superiori ai limiti di legge), è prevista l'installazione all'interno dei vani di ventilazione di stazione di sensori multicriterio che possano consentire l'individuazione di una serie di sostanze che superino una soglia di attenzione predeterminata.

Il monitoraggio è effettuato mediante sensori installati nel vano di ventilazione di stazione e connessi ad una centrale di monitoraggio (remotata su sistema SCADA IGNS) costituita da:

Box di contenimento

Moduli di analisi e monitoraggio delle seguenti sostanze principali:

- ✓ Polveri PM10 e PM2.5 in continuo;
- ✓ Sensore NO;
- ✓ Sensore NO₂;
- ✓ Sensore CO₂
- ✓ Sensore SO₂;
- ✓ Sensore CO;

A questi si aggiungono i seguenti sensori installati in corrispondenza delle griglie di ventilazione di stazione e di pozzo per il monitoraggio di:

- ✓ Gas infiammabili
- ✓ Acido Cianidrico;
- ✓ Acido fluoridrico;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

I sensori sono connessi alla rete di rivelazione fumi (IRAI/CRI) in quanto connessi con le procedure di emergenza di stazione/pozzo su esplicita richiesta del comando VVF.

La qualità dell'aria esterna in ingresso è controllata dalla centralina di analisi, con la sua dotazione di sensori, che è in grado di informare la Postazione di Comando e Controllo nel caso di anomalie nella qualità e quindi operare in gestione limitando l'ingresso di inquinanti per mezzo della parzializzazione del sistema.

Saranno inoltre disponibili per la centrale di stazione i valori climatici di temperatura e Umidità relativa, pressione atmosferica, etc.

La composizione dell'allestimento dei sensori ambientali dovrà coprire un vano di ventilazione per ciascuna stazione, mentre i sensori gas dovranno essere installati in almeno una griglia di stazione e pozzo e duplicati nel caso in cui le griglie fossero relative a due aree differenti e separate aerualmente:

Tabella 13. Tabella riassuntiva del numero di sensori ambiente e gas stazioni

N.	Vani di ventilazione Stazioni	Gruppo Multisensore ambiente	Vani Sensori HCN, HF
1	REBAUDENGO	1	su 2 vani
2	GIULIO CESARE*	1	1
3	SAN GIOVANNI BOSCO*	1	1
4	CORELLI*	1	1
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	1
6	BOLOGNA	1	su 2 vani
7	NOVARA	1	su 2 vani
8	VERONA	1	su 2 vani
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	su 2 vani
10	CARLO ALBERTO	1	su 2 vani
11	PORTA NUOVA	1	1
12	PASTRENGO	1	su 2 vani
13	POLITECNICO	1	su 2 vani

* Per le stazioni S1L il sensore è installato in corrispondenza della parete laterale/copertura nelle adiacenze delle prese d'aria di ventilazione e condizionamento.

Tabella 14. Tabella riassuntiva del numero di sensori gas pozzi

N.	Vani di ventilazione Pozzi	Vani Sensori HCN, HF
1	REBAUDENGO*	-
2	GIULIO CESARE	su 2 vani
3	SAN GIOVANNI BOSCO	su 2 vani
4	CORELLI	su 2 vani
5	CIMAROSA/TABACCHI	1
6	BOLOGNA	su 2 vani
7	NOVARA	1
8	VERONA	su 2 vani
9	MOLE/GIARDINI REALI	1
10	CARLO ALBERTO	1
11	PORTA NUOVA	1
12	PASTRENGO	1
13	POLITECNICO	su 2 vani
14	CABOTO	1

*Il pozzo non è adiacente alle vie di comunicazione.

8. IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI SOVRAPRESSIONE E SEPARAZIONE AERAUICA:

8.1 Descrizione architettura del sistema

8.1.1 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza barriere d'aria

Nello scenario di incendio a bordo di un treno in stazione e prevista l'attivazione di barriere d'aria per consentire una disgiunzione aeraulica (tenuta ai fumi), presso i varchi che delimitano la banchina dal percorso di esodo verso i piani superiori.

L'impianto è costituito da una serie di terminali aeraulici inseriti nel controsoffitto, configurati per realizzare un getto d'aria piano, in corrispondenza di tali varchi, in opposizione alla direzione di esodo.

Un gruppo di due o più terminali viene alimentato tramite un ventilatore, attraverso una rete di canalizzazione ad uso esclusivo dell'impianto.

La rete aeraulica sarà costituita da canali metallici in acciaio zincato, ove necessario, protetti tramite isolamento con classe di resistenza al fuoco EI 120'.

L'aria viene prelevata all'esterno in corrispondenza di uno dei vani di ventilazione di condizionamento o in altra area, in ogni caso ad una distanza di sicurezza in modo da evitare l'aspirazione di fumi. Nel punto di presa, il canale sarà protetto da una rete antivoltatile. Le portate d'aria elaborate dalle barriere d'aria sono state identificate a mezzo delle già menzionate simulazioni fluidodinamiche a cui si rimanda per tale aspetto.

L'impianto viene attivato dal sistema di controllo generale di stazione.

8.1.2 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza a servizio dei filtri a prova di fumo

In corrispondenza di ogni sbarco degli ascensori, che mettono in collegamento il piano atrio con i piani I e II mezzanino e con il piano banchina, sono previsti dei filtri a prova di fumo, dotati di un impianto di pressurizzazione atto a mantenere, in condizioni di emergenza le seguenti prestazioni minime:

- una sovrappressione a porte chiuse di almeno 50 Pa;
- una velocità attraverso una delle due ante, costituenti la porta di accesso al filtro, considerata aperta e sgombrata, di almeno 1 m/s.

Ad impianto attivo, la forza da esercitare per l'apertura della porta non deve superare i 100 N.

Ogni filtro a prova di fumo è dotato di: griglia di immissione aria, serranda di sovrappressione accoppiata ad una serranda tagliafuoco.

I filtri afferenti ad un blocco ascensori sono serviti da una coppia di ventilatori e da una rete aeraulica ad uso esclusivo dell'impianto.

Ogni ventilatore è comandato tramite convertitore di frequenza (inverter).

La rete aeraulica sarà costituita da canali metallici in acciaio zincato, ove necessari protetti tramite isolamento con classe di resistenza al fuoco EI 120'.

L'aria destinata alla pressurizzazione dei filtri viene prelevata all'esterno in punti tali da evitare l'aspirazione dei fumi dell'incendio.

Nel punto di presa il canale sarà protetto da una rete antivolatile.

L'attivazione di tale impianto può avvenire a seguito di segnalazione dai sistemi di rivelazione incendi di stazione o dal corrispondente scenario di emergenza attivato dal sistema di controllo generale di stazione.

Le regole tecniche di riferimento sono il D.M. 03.08.2015, il D.M. 30.11.1983; la norma di impianti di riferimento e la UNI EN 12101-13.

La sua regolazione sarà funzione del valore di pressione differenziale, rilevato tramite una sonda, fra compartimento adiacente (atrio/I mezzanino/II mezzanino/banchina) ed uno dei filtri: quello aerologicamente più sfavorito, nel funzionamento a porte chiuse; quello presso il quale si verifica l'apertura di una porta, nel funzionamento a porte aperte. Sarà prevista una sonda presso ciascun filtro.

I segnali provenienti dai sensori di chiusura porte possono essere utilizzati per verificare una condizione di malfunzionamento dell'impianto (mancato raggiungimento della prestazione di sovrappressione a porte chiuse).

Nelle stazioni ad un solo livello interrato (S1L) il filtro a prova di fumo del vano ascensori, a differenza delle altre tipologie, è ventilato non con sistema di sovrappressione bensì con aerazione di tipo naturale realizzata a mezzo canalizzazione della ez. di 0.75m² sfociante sulla copertura.

8.2 Ventilatori monodirezionale immissione aria di stazione – Sovrappressione zone filtro

8.2.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- UNI EN 12101-13 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 13: Sistemi differenziali di pressione (PDS) - Metodi di progettazione e di calcolo, installazione, prove di accettazione, prove periodiche e manutenzione;
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione incendi"

8.2.2 Caratteristiche tecniche ventilatori immissione

Il ventilatore di sovrappressione deve essere in grado di mantenere, in condizioni di emergenza, una sovrappressione a porte chiuse di almeno 50 Pa. Il ventilatore è stato progettato in accoppiamento ad un inverter e una sonda di pressione differenziale in modo da adeguare le portate in funzione agli effettivi valori di pressione in corrispondenza dei compartimenti adiacenti alla zona filtro.

Il ventilatore assiale deve avere le seguenti caratteristiche:

- girante a profilo alare, in pressofusione di alluminio, con angolo d'inclinazione modificabile da fermo per ottimizzare il rendimento. Giranti e mozzo realizzati in pressofusione di alluminio.
- girante equilibrata secondo DIN ISO 1940-1, grado 6.3;
- trasmissione rigida (accoppiamento diretto con girante a sbalzo)
- cassa tipo Lungo realizzato in acciaio zincato, secondo EN ISO 1461
- flange sbordate con foratura secondo EUROVENT 1/2

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- scatola morsettiera montata all'esterno della cassa con indice di protezione IP65
- motore in classe di protezione IP55, classe d'isolamento F, secondo EN 60034-5/IEC 85 in esecuzione trifase. Equipaggiato con termistore PTC, idoneo al comando tramite convertitore di frequenza (inverter)
- operatività fino a 55°C
- foro d'ispezione realizzato sulla cassa
- alimentazione: 3~400V/50Hz

I ventilatori devono essere collaudati in accordo con le DIN ISO 5801, DIN 24163 e AMCA 210-99 sul banco prova e sono stati previsti corredati da:

boccaglio di aspirazione toroidale in acciaio zincato

giunto flessibile costituito da 2 controflange costruite in acciaio zincato e collegate tramite un tessuto con protezione in neoprene.

rete di protezione in acciaio zincato (ove richiesta)

staffa di supporto in acciaio zincato

antivibranti a molla

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 15. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	15	27.400
2	GIULIO CESARE	0	-	-
3	SAN GIOVANNI BOSCO	0	-	-
4	CORELLI	0	-	-
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	5,5/15	13.700/27.400
6	BOLOGNA	2	15	27.400
7	NOVARA	4	18,5	27.400
8	VERONA	2	15	24.300
9	MOLE/GIARDINI REALI	4	18,5	27.400
10	CARLO ALBERTO	4	18,5	27.400
11	PORTA NUOVA	4	15	13.700
12	PASTRENGO	4	18,5	27.400
13	POLITECNICO	4	15	13.700

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificato esame radiografico delle parti rotanti;
- certificato di prova elettrica;
- certificato di bilanciamento della girante;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- é richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

8.3 Ventilatori di immissione aria di stazione – Lame d'aria

8.3.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- UNI EN 12101-13 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 13: Sistemi differenziali di pressione (PDS) - Metodi di progettazione e di calcolo, installazione, prove di accettazione, prove periodiche e manutenzione;
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione incendi"

8.3.2 Caratteristiche tecniche ventilatori immissione

Il ventilatore assiale deve avere le seguenti caratteristiche:

- girante a profilo alare, in pressofusione di alluminio, con angolo d'inclinazione modificabile da fermo per ottimizzare il rendimento. Giranti e mozzo realizzati in pressofusione di alluminio.
- girante equilibrata secondo DIN ISO 1940-1, grado 6.3;
- trasmissione rigida (accoppiamento diretto con girante a sbalzo)
- cassa tipo Lungo realizzato in acciaio zincato, secondo EN ISO 1461
- flange sbordate con foratura secondo EUROVENT 1/2
- scatola morsettiera montata all'esterno della cassa con indice di protezione IP65

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- motore in classe di protezione IP55, classe d'isolamento F, secondo EN 60034-5/IEC 85 in esecuzione trifase. Equipaggiato con termistore PTC, idoneo al comando tramite convertitore di frequenza (inverter)
- operatività fino a 55°C
- foro d'ispezione realizzato sulla cassa
- alimentazione: 3~400V/50Hz

I ventilatori devono essere collaudati in accordo con le DIN ISO 5801, DIN 24163 e AMCA 210-99

sul banco prova e sono stati previsti corredati da:

boccaglio di aspirazione toroidale in acciaio zincato

giunto flessibile costituito da 2 controflange costruite in acciaio zincato e collegate tramite un tessuto con protezione in neoprene.

rete di protezione in acciaio zincato (ove richiesta)

staffa di supporto in acciaio zincato

antivibranti a molla

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 16. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	3	11	24.000
2	GIULIO CESARE	4 (2+2)	2.2/4.0	6.400/9.900
3	SAN GIOVANNI BOSCO	4 (2+2)	2.2/4.0	6.400/9.900
4	CORELLI	4 (2+2)	2.2/4.0	6.400/9.900
5	CIMAROSA/TABACCHI	3	7,5	15.750
6	BOLOGNA	3	7,5/11/11	15.750/ 24.000/24.000
7	NOVARA	2	11	30.000
8	VERONA	4 (2+2)	5.5/11.0	6.750/13.500
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	11	30.000
10	CARLO ALBERTO	2	11	24.000
11	PORTA NUOVA	2	11	24.000
12	PASTRENGO	2	11	30.000
13	POLITECNICO	2	11	24.000

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificato esame radiografico delle parti rotanti;
- certificato di prova elettrica;
- certificato di bilanciamento della girante;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- é richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

8.4 Ventilatori monodirezionale immissione aria – Sovrappressione zone filtro pozzo di emergenza Mole

8.4.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- UNI EN 12101-13 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 13: Sistemi differenziali di pressione (PDS) - Metodi di progettazione e di calcolo, installazione, prove di accettazione, prove periodiche e manutenzione;
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione incendi"

8.4.2 Caratteristiche tecniche

Il ventilatore di sovrappressione deve essere in grado di mantenere, in condizioni di emergenza, una sovrappressione a porte chiuse di almeno 50 Pa. Il ventilatore è stato progettato in accoppiamento ad un inverter e una sonda di pressione differenziale in modo da adeguare le portate in funzione agli effettivi valori di pressione in corrispondenza dei compartimenti adiacenti alla zona filtro.

Il ventilatore assiale deve avere le seguenti caratteristiche:

girante a profilo alare, in pressofusione di alluminio, con angolo d'inclinazione modificabile da fermo per ottimizzare il rendimento. Giranti e mozzo realizzati in pressofusione di alluminio.

girante equilibrata secondo DIN ISO 1940-1, grado 6.3;

trasmissione rigida (accoppiamento diretto con girante a sbalzo)

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

cassa tipo Lungo realizzato in acciaio zincato, secondo EN ISO 1461
flange sbordate con foratura secondo EUROVENT 1/2
scatola morsettiera montata all'esterno della cassa con indice di protezione IP65
motore in classe di protezione IP55, classe d'isolamento F, secondo EN 60034-5/IEC 85 in esecuzione trifase. Equipaggiato con termistore PTC, idoneo al comando tramite convertitore di frequenza (inverter)
operatività fino a 55°C
foro d'ispezione realizzato sulla cassa
alimentazione: 3~400V/50Hz

I ventilatori devono essere collaudati in accordo con le DIN ISO 5801, DIN 24163 e AMCA 210-99

sul banco prova e sono stati previsti corredati da:

boccaglio di aspirazione toroidale in acciaio zincato
giunto flessibile costituito da 2 controflange costruite in acciaio zincato e collegate tramite un tessuto con protezione in neoprene.
rete di protezione in acciaio zincato (ove richiesta)
staffa di supporto in acciaio zincato
antivibranti a molla

Per le caratteristiche tecniche prestazionali di seguito riportate fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Numero: 2 (ridondati al 50 %)

Portata: 33.800 m³/h

Potenza: 15 kW

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

8.5 Canali di immissione aria in lamiera zincata con materassino antifuoco

8.5.1 Riferimenti normativi

- D.M. 16/02/2007: Ministero dell'Interno - Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione\
- D.M. 09/03/2007: Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco
- UNI EN 13501-3: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 3: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi impiegati in impianti di fornitura servizi: condotte e serrande resistenti al fuoco
- UNI EN 1366-1 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 1: Condotte di ventilazione

8.5.2 Caratteristiche tecniche

I canali costituenti gli impianti di pressurizzazione e separazione aeraulica (barriere d'aria) sono in acciaio zincato ed hanno caratteristiche analoghe a quelle utilizzate per la distribuzione aeraulica degli impianti di ventilazione ordinaria (HVAC), fatta salva la verifica della loro idoneità alla pressioni di esercizio.

Al fine di non compromettere la separazione fra i diversi compartimenti antincendio attraversati da tali canalizzazioni, le stesse vengono provviste di una protezione al fuoco realizzata tramite un materassino antifuoco, di caratteristica EI 120', in fibre minerali di spessore 30 mm e densità 100 kg/m³, con rivestimento esterno in alluminio e rete di acciaio, trattato con protettivo ablativo.

La lavorazione dovrà essere completata con la chiusura degli spigoli, la realizzazione delle finiture particolari in corrispondenza delle valvole di taratura dei canali, passaggi impiantistici ecc, e quant'altro per dare l'opera finita e certificata.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con: le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

8.6 Serrande di sovrappressione

8.6.1 Caratteristiche tecniche

Serranda sovrappressione in acciaio zincato, con bussole ad alta resistenza all'abrasione. Alette coniugate con contrappesi di regolazione.

Caratteristiche costruttive:

- telaio in lamiera d'acciaio zincata, spessore 1,0 mm;
- alette in alluminio naturale spessore 0,7 mm;
- passo alette 100 mm;
- boccole e perni in nylon;
- guarnizione adesiva longitudinale sulle alette;

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

8.7 Serrande tagliafuoco

8.7.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.M. 16/02/2007: Ministero dell'Interno - Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
- D.M. 09/03/2007: Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco
- UNI EN 13501-3: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 3: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi impiegati in impianti di fornitura servizi: condotte e serrande resistenti al fuoco
- UNI EN 1366-2: Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Serrande tagliafuoco
- UNI EN 15650: Ventilazione degli edifici - Serrande tagliafuoco

8.7.2 Caratteristiche tecniche

Le serrande tagliafuoco rappresentano una protezione passiva contro il fuoco, progettata con l'aiuto della compartimentazione per impedire la diffusione di gas tossici, fumo e fuoco.

Le serrande tagliafuoco con classe di resistenza 120 minuti sono progettate per essere certificate secondo la norma EN 15650 e testate in base ai criteri EIS secondo la norma EN 1366-2 con le seguenti caratteristiche:

- cassa in lamiera zincata.
- pala è costituita da materiale isolante privo di amianto,
- guarnizione in gomma per la tenuta ai fumi freddi e di una guarnizione intumescente che si espande in caso di incendio
- sportello di ispezione
- Classe di tenuta 3C (secondo UNI EN 1751)

Le serrande devono essere fornite con un attuatore dotato di microinterruttori, il servomotore chiude la pala quando riceve il comando dal sistema di gestione dell'edificio o con la rottura del fusibile termico, dopo il raggiungimento o il superamento della temperatura ambiente di 72°C. Quando il circuito di alimentazione dell'attuatore viene interrotto e la sua molla chiude la pala della serranda entro 20 secondi.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

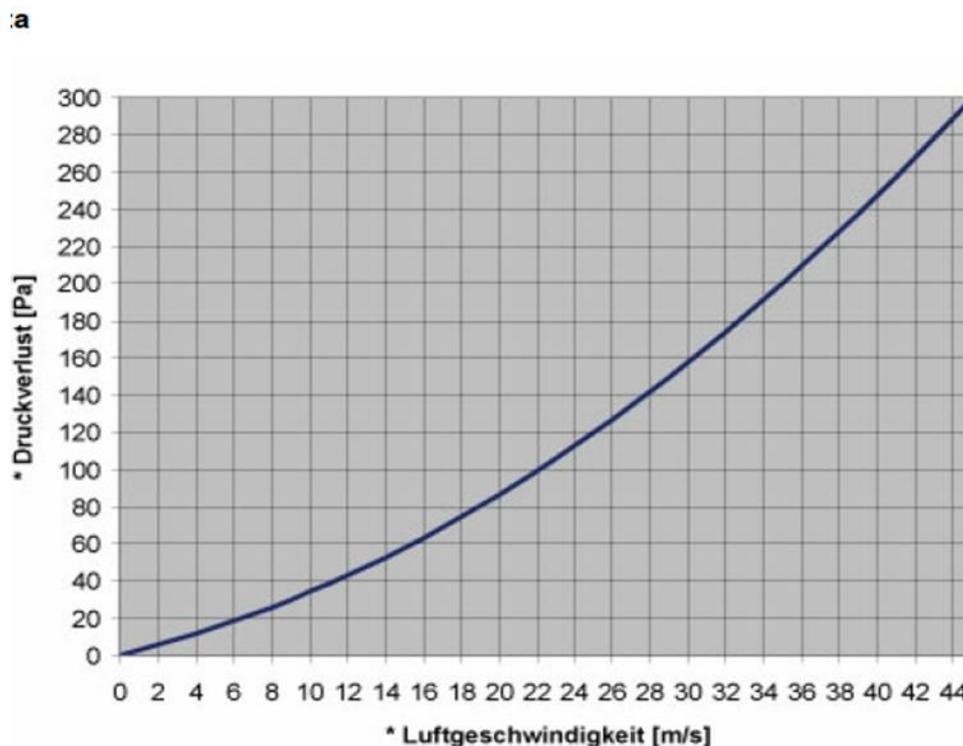
Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

8.8 Serrande di non ritorno circolari

Serranda di non ritorno circolare, adatta alla installazione orizzontale e verticale, cassa e clapet in acciaio zincato

Perdite di carico non superiori ai valori indicati di seguito:



8.9 Griglie di immissione locali filtro

Caratteristiche tecniche

Le griglie di immissione sono dispositivi terminali d'aria in condizioni di emergenza.

Le griglie saranno in acciaio zincato ad alette fisse inclinate a 45°. Le griglie sono complete di controtelaio ed hanno una superficie netta di passaggio dell'aria > 80 % della superficie lorda. Le griglie sono corredate di serranda di regolazione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo

8.10 Sonda di pressione locale filtro

Sonda (trasmettitore) per la misura della pressione differenziale dell'aria, completa di kit di montaggio: 2 prese di pressione, raccordi e tubetto di connessione in PVC (min. 2 m).

Caratteristiche tecniche:

- uscita 0-10V o 4-20mA
- alim. 3 fili volt: 24 VAC;
- scala pressione 0-250 Pa;
- grado di protezione: IP65.

8.11 Lame d'aria d'emergenza

8.11.1 Riferimenti normativi

Non sono presenti normative di riferimento.

8.11.2 Caratteristiche tecniche

L'impianto è costituito da una serie di terminali aeraulici inseriti nel controsoffitto, configurati per realizzare un getto d'aria piano, in corrispondenza di tali varchi, in opposizione alla direzione di esodo.

Un gruppo di due o più terminali viene alimentato tramite un ventilatore, attraverso una rete di canalizzazione ad uso esclusivo dell'impianto.

La rete aeraulica sarà costituita da canali metallici in acciaio zincato, ove necessario, protetti tramite isolamento con classe di resistenza al fuoco EI 120', della stessa tipologia di quella prevista per l'impianto di pressurizzazione filtri.

L'aria viene prelevata all'esterno in corrispondenza di uno dei vani di ventilazione di condizionamento o in altra area, in ogni caso ad una distanza di sicurezza in modo da evitare l'aspirazione di fumi. Nel punto di presa, il canale sarà protetto da una rete antivolatile.

Le barriere d'aria devono essere realizzate in accordo alle norme di riferimento, il carter di contenimento sarà realizzato in lamiera d'acciaio zincato a caldo.

Tutti i modelli saranno installati a una altezza dal pavimento da 2,5 a 3,5 metri negli spazi predisposti nell'ambito degli accessi di banchina.

La configurazione geometrica e le portate minime dell'impianto a barriere d'aria sono definite dalle simulazioni fluidodinamiche effettuate per ciascuna stazione, la configurazione base è la seguente:

- Altezza del varco: 2,6 m;
- Inclinazione del getto: 30°;
- Portata: 1500 m³/h/m
- Larghezza fessura terminale aeraulico: 3 cm per velocità compresa fra 18,5÷20 m/s

Per proteggere aperture di grandi dimensioni, i moduli dovranno essere uniti tra loro per formare una barriera d'aria della lunghezza desiderata

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici: Impianto di ventilazione di emergenza Relazione Tecnica e Calcoli di dimensionamento

9. IMPIANTI DI VENTILAZIONE ORDINARIA:

9.1 Descrizione architettura del sistema

I ventilatori di emergenza, in caso di indisponibilità delle UTA, possono funzionare in completo free-cooling a portata ridotta.

In questo caso un ventilatore funziona in immissione ed un ventilatore in estrazione con portata variabile a seconda che si attivino in periodo diurno ovvero in periodo notturno; le serrande motorizzate poste nelle canalizzazioni, saranno aperte o chiuse in modo da garantire tale funzionamento.

Nelle stazioni a più livelli il sistema di ventilazione di emergenza presenta condotti comuni, per gran parte dei tratti di percorrenza, ai condotti a servizio del sistema di condizionamento delle stazioni (HVAC).

Per tali specifiche fare quindi riferimento al capitolo degli impianti di ventilazione di emergenza.

Negli impianti di ventilazione ordinaria sono ricompresi gli impianti di estrazione dei vani ascensori e dei WC e gli estrattori dei locali UPS.

La ventilazione di WC e vani ascensori (da attivare secondo necessità), è progettata al fine di accelerare lo smaltimento del calore nelle condizioni di picco termico.

L'estrazione dai locali UPS è finalizzata ad evitare l'accumulo di vapori derivanti dalle batterie.

9.2 Estrattori locali WC

9.2.1 Riferimenti normativi

- UNI 10339- Impianti aerulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI EN ISO 5136 Acustica - Determinazione della potenza sonora immessa in un condotto da ventilatori ed altri sistemi di movimentazione dell'aria - Metodo con sorgente inserita in un condotto.
- UNI EN ISO 5801 Ventilatori - Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate
- UNI EN ISO 12499 Ventilatori industriali - Sicurezza meccanica dei ventilatori - Ripari

9.2.2 Caratteristiche tecniche

Il ventilatore centrifugo circolare è stato progettato per installazione interna, esterna e in zone umide secondo le seguenti caratteristiche minime:

- L'involucro è realizzato in lamiera d'acciaio zincata e piegato ermeticamente, classe di perdita d'aria C secondo EN 12237;
- collegamento circolare secondo EN1506;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- girante centrifuga in plastica a scorrimento libero, curvata all'indietro;
- bilanciamento realizzato secondo G 6.3;
- motore completo con girante bilanciata staticamente e dinamicamente su due piani secondo DIN ISO 1940 T.1.
- motore a rotore esterno (IP44, esente da manutenzione), deve essere controllabile in tensione per poter variare la velocità
- Il motore deve essere posto all'interno del flusso d'aria per il raffreddamento. Contatti termici integrati con reset manuale secondo EN 60335-2-80,
- Il ventilatore deve essere provvisto di cuscinetti a sfera silenziosi e di lunga durata.
- La Morsetteria è progettata con classe minima IP55 sull'involucro.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 17. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m ³ /h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	0,37	480/170
2	GIULIO CESARE	2	0,37	100
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	0,37	100
4	CORELLI	2	0,37	100
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	0,37	520
6	BOLOGNA	3	0,37	990/590/160
7	NOVARA	1	0,37	450
8	VERONA	1	0,37	300
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	0,37	390
10	CARLO ALBERTO	1	0,37	1380
11	PORTA NUOVA	1	0,37	640
12	PASTRENGO	1	0,37	690
13	POLITECNICO	2	0,37	260/260

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

9.3 Estrattori locali UPS

9.3.1 Riferimenti normativi

- UNI 10339- Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- CEI EN IEC 62485-2: Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni
Parte 2: Batterie stazionarie
- UNI EN ISO 5136 Acustica - Determinazione della potenza sonora immessa in un condotto da ventilatori ed altri sistemi di movimentazione dell'aria - Metodo con sorgente inserita in un condotto.
- UNI EN ISO 5801 Ventilatori - Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate
- UNI EN ISO 12499 Ventilatori industriali - Sicurezza meccanica dei ventilatori - Ripari

9.3.2 Caratteristiche tecniche

Il ventilatore centrifugo circolare è stato progettato per installazione interna, esterna e in zone umide secondo le seguenti caratteristiche minime:

- L'involucro è realizzato in lamiera d'acciaio zincata e piegato ermeticamente, classe di perdita d'aria C secondo EN 12237;
- collegamento circolare secondo EN1506;
- girante centrifuga in plastica a scorrimento libero, curvata all'indietro;
- bilanciamento realizzato secondo G 6.3;
- motore completo con girante bilanciata staticamente e dinamicamente su due piani secondo DIN ISO 1940 T.1.
- motore a rotore esterno (IP44, esente da manutenzione), deve essere controllabile in tensione per poter variare la velocità.
- Il motore deve essere posto all'interno del flusso d'aria per il raffreddamento. Contatti termici integrati con reset manuale secondo EN 60335-2-80,
- Il ventilatore deve essere provvisto di cuscinetti a sfera silenziosi e di lunga durata.
- La Morsettiera è progettata con classe minima IP55 sull'involucro.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 18. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	0,37	600/400
2	GIULIO CESARE	2	0,37	300
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	0,37	300
4	CORELLI	2	0,37	300
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	0,37	600/400
6	BOLOGNA	2	0,37	600/400
7	NOVARA	2	0,37	600/400
8	VERONA	3	0,37	500
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	0,37	600/400
10	CARLO ALBERTO	2	0,37	600/400
11	PORTA NUOVA	2	0,37	600/400
12	PASTRENGO	2	0,37	600/400
13	POLITECNICO	2	0,37	600/400

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

9.4 Estrattori vani ascensore

9.4.1 Riferimenti normativi

- UNI 10339- Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI EN 81-20: ascensori per il trasporto di persone e cose parte 20: ascensori per persone e cose accompagnate da persone
- UNI EN ISO 5136 Acustica - Determinazione della potenza sonora immessa in un condotto da ventilatori ed altri sistemi di movimentazione dell'aria - Metodo con sorgente inserita in un condotto.
- UNI EN ISO 5801 Ventilatori - Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate
- UNI EN ISO 12499 Ventilatori industriali - Sicurezza meccanica dei ventilatori - Ripari

9.4.2 Caratteristiche tecniche

Il ventilatore centrifugo circolare è stato progettato per installazione interna, esterna e in zone umide secondo le seguenti caratteristiche minime:

- L'involucro è realizzato in lamiera d'acciaio zincata e piegato ermeticamente, classe di perdita d'aria C secondo EN 12237;
- collegamento circolare secondo EN1506;
- girante centrifuga in plastica a scorrimento libero, curvata all'indietro;
- bilanciamento realizzato secondo G 6.3;
- motore completo con girante bilanciata staticamente e dinamicamente su due piani secondo DIN ISO 1940 T.1.
- motore a rotore esterno (IP44, esente da manutenzione), deve essere controllabile in tensione per poter variare la velocità
- Il motore deve essere posto all'interno del flusso d'aria per il raffreddamento. Contatti termici integrati con reset manuale secondo EN 60335-2-80,
- Il ventilatore deve essere provvisto di cuscinetti a sfera silenziosi e di lunga durata.
- La Morsettiera è progettata con classe minima IP55 sull'involucro.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 19. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità -nr.	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	1	0,37	1000
2	GIULIO CESARE	0	-	-
3	SAN GIOVANNI BOSCO	0	-	-
4	CORELLI	0	-	-
5	CIMAROSA/TABACCHI	0	-	-
6	BOLOGNA	0	-	-
7	NOVARA	1	0,37	1000
8	VERONA	2	0,37	1000
9	MOLE/GIARDINI REALI	0	-	-
10	CARLO ALBERTO	2	0,37	1000/1000
11	PORTA NUOVA	0	-	-
12	PASTRENGO	0	-	-

13	POLITECNICO	2	0,37	1000/1000
----	-------------	---	------	-----------

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

9.5 Canali di distribuzione d'aria in lamiera zincata

9.5.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- UNI EN ISO 15758 Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali - Calcolo della diffusione del vapore acqueo - Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde
- UNI EN 15727 Ventilazione degli edifici - Condotte e componenti delle reti di condotte, classificazione della tenuta e prove
- UNI EN 12599 Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria
- UNI EN 16798-3: Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI EN 12237: La norma specifica i requisiti e i metodi di prova relativi alla resistenza e alla tenuta delle condotte circolari utilizzate negli impianti di condizionamento e ventilazione degli edifici.
- UNI EN 1506: Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare Dimensioni
- UNI EN 1507: Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta
- UNI EN 13180: Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Dimensioni e requisiti meccanici per le condotte flessibili
- UNI EN 10346 Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

9.5.2 Caratteristiche tecniche

Classi di tenuta

I canali dovranno essere sottoposti alle prove di tenuta con perdite tollerabili non superiori alla massima perdita consentita alla classe di tenuta: C per i canali di mandata e presa aria esterna, B per i canali di ripresa, secondo UNI EN 12237 ed UNI EN 1507.

Canale a sezione rettangolare

Sono previsti canali in lamiera zincata. Conformi alla norma UNI EN 1507.

I canali saranno costruiti utilizzando lamiere di ferro zincato a caldo, classificazione del rivestimento Z200, secondo UNI EN 10346 (metodo sendzimir).

Lo spessore delle lamiere deve essere uniforme.

I canali sono adatti per impianti a bassa ed alta velocità e bassa ed alta pressione.

La pressione statica massima è pari a 1.000 Pa.

I canali a sezione rettangolare devono avere le seguenti caratteristiche:

- a) Spessori (indicativi, fatto salvo il rispetto delle pressioni massime di esercizio e delle classi di tenuta)

<i>Dimensione lato maggiore canale</i>	<i>Spessore minimo prima della zincatura</i>	<i>Peso convenzionale</i>
da 0 a 300 mm	6/10	5,1 kg/m ²
da 350 a 750 mm	8/10	6,7 kg/m ²
da 800 a 1200 mm	10/10	8,2 kg/m ²
da 1250 a 2000 mm	12/10	9,8 kg/m ²
oltre 2000 mm	15/10	12 kg/m ²

- b) Giunzioni trasversali

<i>Dimensione lato maggiore canale</i>	<i>Giunzione tipo</i>
da 0 a 300 mm	a baionetta o flange ogni 2 m max
da 350 a 750 mm	flange distanti 1500 mm con nervature di rinforzo
da 800 a 1200 mm	a flange con angolari di rinforzo ogni 1,5 m
Da 1250 a 2000 mm	a flange ogni 1,5 m con angolari ogni 0,7 m
Oltre 2000 mm	a flange ogni 1000 mm con rinforzo ogni 0,5 m

- c) Giunzioni longitudinali:

<i>Spessore canale</i>	<i>Giunzione tipo</i>
Da 0 a 12/10 mm	tipo pittsburg
> 12/10	da concordare

- d) rinforzi trasversali

I canali a sezione rettangolare con lato di dimensione sino a 60 cm devono essere rinforzati con nervature trasversali tipo z, per misure superiori devono essere rinforzati con angolari in acciaio zincato come segue:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<i>Lato maggiore del canale</i>	<i>Dimensioni dell'angolare di rinforzo</i>	<i>Distanza tra gli ang. rinf.</i>
da 61 cm a 100 cm	25 x 25 x 3 mm	1,00 m
oltre 100 cm	40 x 40 x 4 mm	0,50 m
oltre 180 cm	50 x 50 x 5 mm	0,50 m con aggiunta di 1 tirante

I canali a sezione circolare saranno realizzati utilizzando nastri in lamiera acciaio zincato, avvolti a spirale e con giunzioni trasversali ottenute con nipples od a flange (diametri superiori a 1000 mm.). Conformi alla norma di riferimento UNI EN 1506 e UNI EN 12237.

I canali a sezione circolare devono avere i seguenti spessori indicativi, fatto salvo il rispetto delle pressioni massime di esercizio e delle classi di tenuta.

Diametro	Spessore minimo prima della zincatura	Peso convenzionale
Fino a 315 mm	6/10 mm	5,1 kg/m ²
da 355 a 710 mm	8/10 mm	6,7 kg/m ²
da 800 a 1250 mm	10/10 mm	8,2 kg/m ²

Pezzi speciali per canali rettangolari

I canali devono essere costruiti con curve ad ampio raggio per facilitarne il flusso d'aria.

Tutte le curve ad angolo retto o aventi il raggio interno inferiore alla larghezza del canale devono essere provviste di deflettori in lamiera.

La velocità dell'aria deve essere scelta in relazione alle dimensioni in modo tale da non avere rumorosità.

Per garantire la silenziosità devono essere previsti dispositivi di assorbimento e smorzamento delle vibrazioni sonore.

In ogni caso, se in fase d'esecuzione o collaudo si verificassero le vibrazioni, l'installatore dovrà provvedere all'eliminazione mediante l'aggiunta di rinforzi senza nessun onere aggiuntivo.

I giunti ed i raccordi dei canali devono essere eseguiti secondo le indicazioni contenute negli standard Ashrae, nelle linee Guida delle associazioni di costruttori (A.S.A.P.I.A. SMACNA).

Canalizzazioni flessibili

Le canalizzazioni flessibili dovranno essere previste per la connessione dei terminali al canale di ventilazione ove previsto all'interno degli elaborati di progetto. Tali canalizzazioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Campo di temperatura di utilizzo: -30°C/+250°C;
- reazione al fuoco materiali utilizzati: classe B s2 d0
- pressione massima in mandata/ripresa: 1000 Pa
- perdita di carico max: 60 Pa
- non deve emettere fumi tossici in caso di incendio
- diametri: secondo progetto

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

L'Appaltatore dovrà produrre la certificazione di resistenza/reazione al fuoco dei materiali impiegati ove previsto dal progetto.

Giunzioni flessibili

Le giunzioni tra le canalizzazioni aerauliche principali e gli stacchi flessibili debbono essere realizzate in modo da resistere alle vibrazioni; esse vanno quindi realizzate con flessibili a tenuta d'aria inseriti tra profili in acciaio zincato con adeguati rinforzi meccanici. La giunzione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- reazione al fuoco materiali utilizzati: classe B s2 d0;
- pressione massima in mandata/ripresa: 1000 Pa
- non deve emettere fumi tossici in caso di incendio
- dimensioni: secondo progetto

L'Appaltatore dovrà produrre la certificazione di reazione al fuoco dei materiali impiegati.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari le seguenti maggiorazioni:

- 10% per flange e staffe di sostegno rispetto al quantitativo in kg reale della provvista e posa in opera di canalizzazione;
- 10% per flange e staffe di sostegno rispetto al quantitativo in kg reale della provvista e posa in opera di canalizzazione speciale.

9.6 Isolamento termico canalizzazioni

9.6.1 Caratteristiche tecniche

Tabella 20. Tabella isolamenti

TABELLA ISOLAMENTI			
	All'interno del controsoffitto	Nei cavedi	All'esterno
CANALI DI MANDATA	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 20 mm	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 40 mm	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 40 mm
CANALI DI RIPRESA	Non isolati	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 20 mm	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 20 mm
CANALI PRESA ARIA ESTERNA	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 20 mm	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 20 mm	Lana di fibra minerale di vetro, finitura lamierino d'alluminio Spessore: 20 mm
FLESSIBILI	Canali flessibili fonoassorbenti. Classe di reazione al fuoco: B-s2-d0. Spessore: 25 mm	Canali flessibili fonoassorbenti. Classe di reazione al fuoco: B-s2-d0. Spessore: 25 mm	Canali flessibili fonoassorbenti. Classe di reazione al fuoco: B-s2-d0. Spessore: 25 mm
ESPULSIONE	Non isolati	Non isolati	Non isolati

Il materiale costituente l'isolamento deve rispettare i requisiti di reazione al fuoco, come definiti dal dall'articolo 8 del D.M. 15/03/2005.

9.7 Serrande motorizzate

9.7.1 Riferimenti normativi

- Norma DIN 1946-parte 4 con particolare riferimento alle caratteristiche di tenuta dei dispositivi di taratura nelle reti aerauliche.
- Documento di lavoro n° 38 del 9/90 emanato dal CEN (Comitato Europeo di Normazione) sulle classi di tenuta per le fughe d'aria nella distribuzione aeraulica.
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato e integrato ai sensi del D.M. 14/10/2022 e s.m.i.)
- UNI EN 1751: Dispositivi per la distribuzione dell'aria - Prove aerodinamiche delle serrande e delle valvole

9.7.2 Caratteristiche tecniche

Le serrande di regolazione sono del tipo ad alette contrapposte.

Sono impiegate come organi di intercettazione e/o taratura e devono essere costituite da robusta intelaiatura d'acciaio zincato spessore minimo 10/10 mm, montante su perni d'acciaio rotanti in boccole in ottone e bronzo, teflon e nylon.

Bordi delle alette sagomati in modo da sovrapporsi nella posizione di chiusura.

Se sono ad azione manuale, l'asta di comando deve essere facilmente accessibile, se invece l'azione è automatica le serrande devono essere fornite complete di leverismi adatti per le regolazioni richieste.

Le serrande, nei punti di chiusura delle alette sull'intelaiatura, devono avere dispositivi di tenuta tali da dare la minima perdita consentita.

Deve essere chiaramente visibile dall'esterno il posizionamento delle alette.

Le serrande devono possedere la classe "B" di tenuta attraverso l'involucro secondo quanto indicato nella UNI EN 1751 per le fughe d'aria nella distribuzione aeraulica. Alla pressione di prova di 1.000 Pa essi devono quindi possedere il "massimo fattore di perdita consentito" pari a 0,8 l/s per m².

Le serrande dovranno essere:

- resistenza alla temperatura dell'aria convogliata
- reazione al fuoco materiali utilizzati per la tenuta: max classe 1
- pressione massima in mandata/ripresa: 1000 Pa
- velocità massima di attraversamento 10 m/s
- perdita di carico max a 10 m/s con inclinazione 30°: 100 Pa
- non deve emettere fumi tossici in caso di incendio
- dimensioni: secondo progetto
- le serrande movimentate da attuatore dovranno essere dotate di micro-switch esterni per la individuazione della posizione di apertura e chiusura, anche se disponibile il contatto da attuatore.

Le presenti serrande saranno utilizzate per applicazioni relative alla regolazione di terminali o bilanciamento, non saranno installate in corrispondenza delle principali derivazioni sulle canalizzazioni di stazione e nei plenum di ventilazione di mandata/estrazione dove saranno utilizzate sempre serrande resistenti alle alte temperature specifiche per le applicazioni metropolitana

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

9.8 Servomotori per serrande motorizzate

9.8.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato ed integrato ai sensi del D.M.14/10/2022 e s.m.i.).
- Norme IEC

9.8.2 Caratteristiche tecniche

Per il comando ON/OFF o modulante delle serrande si dovranno adottare servocomandi aventi le seguenti caratteristiche:

- corsa angolare di 90° (aggiustabile);
- azionamento elettrico in entrambi i sensi (in alimentazione privilegiata e cavi resistenti al fuoco);
- attuatore elettrico, alimentazione monofase 230 V/50 Hz, dimensionato per il 200% della coppia massima richiesta dalla serranda in condizioni di esercizio; isolamento motore in classe F, protezione termostatica incorporata
- servizio attuatori on-off, S 2-15 min – 60 avviamenti/ora

- servizio attuatori in regolazione, S 4 – 25% - 1200 avviamenti/ora
- l'attuatore garantisce l'apertura della serranda anche in caso di avaria o mancanza di alimentazione elettrica all'attuatore stesso; se le dimensioni della serranda lo richiedono, possono essere posizionati due o più attuatori interconnessi tra loro. Il tempo di apertura della serranda è contenuto in un massimo di 10 secondi; il tempo di chiusura è identico. Il posizionamento ed il fissaggio dell'attuatore saranno tale da permettere una facile ispezione e manutenzione.
- custodia con grado di protezione IP 67
- controllo con segnale 4-20 mA o 0-5V
- contatti fine corsa indipendenti con segnale di serranda aperta e chiusa (caso on off)
- contatti di fine corsa e stato intermedio con segnale 4-20 mA in uscita (caso regolazione)
- indicatore meccanico di posizione esterno
- resistenza anticondensa
- dispositivo di comando manuale a volantino

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

9.9 Griglie di estrazione

9.9.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.

- Norma UNI 8199: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato ed integrato ai sensi del D.M.14/10/2022 e s.m.i.).
- UNI EN 1506: Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare
- UNI EN 13180: Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Dimensioni e requisiti meccanici per le condotte flessibili
- UNI EN ISO 5135: Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora del rumore delle bocchette d'aria, unità terminali, serrande di taratura e valvole mediante misurazione in camera riverberante

9.9.2 Caratteristiche tecniche

Le griglie di immissione sono dispositivi terminali d'aria in condizioni di emergenza.

La griglia è progettata in acciaio con alette deflettrici e serranda di regolazione al fine di direzionare l'aria in ingresso ai locali.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10. IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO (HVAC):

10.1 Descrizione architettura del sistema

Il sistema di condizionamento sarà ospitato all'interno delle aree dedicate all'HVAC costituite dai locali tecnici ubicati a piani differenti a seconda delle diverse stazioni ma principalmente ai piani atrio e primo mezzanino, fanno eccezione le stazioni S1L in cui le UTA sono collocate al piano banchina

Il rinnovo dell'aria per i locali tecnici di sistema è realizzato tramite un recuperatore di calore, che sfrutta la climatizzazione realizzata tramite l'impianto secondario del tipo ad espansione diretta di fluido refrigerante.

Poiché le UTA servono sia i locali con afflusso di pubblico (impianto a tutt'aria) che i locali accessori (area operativa HVAC) che i locali tecnici, per i quali i carichi termici vengono abbattuti con un impianto ad espansione diretta, la temperatura di immissione sarà sempre la medesima (non sono previsti post-riscaldi sulle aree tecniche). Quindi la temperatura di immissione sarà quella dell'impianto a tutt'aria. In questo caso le UTA – che per gli ambienti accessori forniranno solo l'aria di rinnovo – contribuiranno in condizioni estive all'abbattimento dei carichi anche per i locali accessori e tecnici.

L'impianto lavora a tutt'aria per i locali atrio e banchine, con affollamento di viaggiatori e ad aria primaria per i locali tecnici, che sono già controllati termicamente dalle unità esterne ad espansione diretta di fluido refrigerante. Pertanto, le UTA in condizioni normali dovranno funzionare a tutt'aria esterna per garantire le portate di rinnovo ai locali accessori e tecnici.

Il ricircolo (parziale) potrà avvenire solo in orari di scarso affollamento. Quindi la potenza termica di dimensionamento delle batterie è dovuta per la quasi totalità dagli ambienti climatizzati a tutt'aria. Per tale ragione si è scelto di esprimere nel diagramma psicrometrico le trasformazioni in relazione alla sola portata legata a tali spazi collettivi. Inoltre, è presente un secondo diagramma psicrometrico con la portata di aria primaria necessaria ai locali tecnici.

Le UTA sono quindi dimensionate tenendo conto delle portate delle zone a tutta aria esterna e del contributo di aria primaria da fornire ai locali tecnici.

Il funzionamento in free-cooling, reso possibile dal by-pass sul recuperatore, potrà essere utilizzato in orari notturni o in periodi di scarso affollamento, qualora le condizioni dell'aria esterna lo consentano.

Lo scambiatore termico a piastre a flusso incrociato consente il solo recupero del calore sensibile. In inverno per normativa Erp il valore di progetto è del 73% ed è significativo (temperatura di progetto esterna -8°C - temperatura ambiente 16°C).

In condizioni estive il recupero sensibile su un delta-Ti di 3°C (temperatura di progetto esterna 31°C - temperatura ambiente 28°C) è modesto ma viene comunque considerato nel dimensionamento delle batterie. Per il dimensionamento delle batterie di riscaldamento e raffreddamento sono stati utilizzati i diagrammi psicrometrici presenti in allegato.

Il sistema di generazione sarà costituito da gruppi refrigeratori d'acqua in pompa di calore con parziale recupero al desurriscaldatore.

La centrale di produzione del fluido energetico termovettore (acqua calda a 45°C e acqua refrigerata a 7°C) saranno ridondanti prevedendo sia un gruppo idronico acqua-acqua, ubicato nel sottobanchina, che utilizzi l'energia geotermica a bassa entalpia prodotta dall'acqua circolante nei conci del tunnel della metropolitana, sia un gruppo idronico aria-acqua ubicato all'interno delle aree superiormente grigliate in estremità alla stazione.

Per garantire lo scambio termico sui gruppi, l'espulsione dell'aria di scambio sarà canalizzata fino all'altezza della griglia. Pertanto, i gruppi dovranno essere dotati di ventilatori elicoidali dotati di prevalenza maggiorata (minima pressione statica utile).

Nella successiva fase di progetto, uno studio dedicato al controllo ed alla prevenzione della proliferazione della legionellosi negli impianti di condizionamento e sanitari di stazione dovrà essere effettuato, riportando nel dettaglio le azioni preventive e le verifiche in termini di gestione ordinaria degli impianti che dovranno essere poste in essere al fine di evitare qualsiasi rischio di proliferazione. Pertanto, per quanto concerne la parte aeraulica dovrà essere particolarmente curato l'aspetto della pulizia dei canali predisponendo idonee aperture per l'accesso dei sistemi di pulizia (anche robotizzati) con particolare attenzione agli elementi come serrande, silenziatori a canale (ove presenti), connessioni con terminali e particolarità del circuito. Per quanto concerne gli apparati, particolare attenzione dovrà essere posta alla pulizia delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento aria, ai filtri, alle prese d'aria esterna e allo scarico dell'acqua di condensa. Inoltre si richiede la verifica delle pompe di calore refrigerazione/riscaldamento (pompe di calore aria/acqua reversibili) e alle relative parti di impianto. Per l'acqua calda sanitaria trattamenti periodici di shock termico o equivalenti dovranno essere predisposti nell'impianto relativo ai servizi di stazione.

10.2 Pompa di calore reversibile aria/acqua

10.2.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato ed integrato ai sensi del D.M. 14/10/2022 e s.m.i.).
- UNI EN 14511-1: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini, definizioni e classificazioni
- UNI EN 14511-2: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova
- UNI EN 14511-3: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova

- UNI EN 14511-4: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti operativi, marcatura e istruzioni
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° Marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

10.2.2 Caratteristiche tecniche

Le pompe di calore reversibili raffreddate ad aria devono rispettare le seguenti caratteristiche minime:

COMPRESSORE

Compressore ermetico Scroll ad alta efficienza a spirale orbitante completo di carica olio, protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata con riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenirne la diluizione da parte del refrigerante all'arresto del compressore.

Compressori, montati su gommini antivibranti per evitare la trasmissione di rumore e vibrazioni, collegati in TANDEM oppure TRIO su un unico circuito frigo con equalizzazione bifasica dell'olio, tali da garantire di raggiungere elevate efficienze a carico parziale. Processo di compressione uniforme con ridotto numero di parti in movimento che garantiscono livelli molto bassi di rumorosità e vibrazioni. Il compressore dovrà essere fornito con i contatti puliti.

STRUTTURA

Struttura portante e basamento interamente realizzati lamiera d'acciaio, spessore non inferiore a 30/10 con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura, per le parti a vista, a polveri poliesteri RAL 9001, al fine di garantire elevata resistenza meccanica e alla corrosione nel tempo.

SCAMBIATORE ESTERNO

Scambiatore a pacco alettato, realizzato con tubi di rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Alette in alluminio con particolare superficie corrugata adeguatamente spaziate per garantire il massimo rendimento di scambio termico.

Circuito di sotto-raffreddamento che garantisce una corretta alimentazione della valvola di espansione. Scambiatori a pacco alettato direttamente raffreddati dal flusso d'aria dei propri specifici ventilatori.

VENTILATORE

Ventilatori elicoidali devono garantire alte prestazioni e bassa rumorosità, devono essere equilibrati dinamicamente e staticamente, con pale in lamiera d'alluminio rivestite in PP e profilate a falce con "Winglets" all'estremità, convogliatore in lamiera d'acciaio zincato, motore elettrico trifase direttamente accoppiati al rotore esterno con grado di protezione IP54 ed isolamento in classe F. Ventilatori sono progettati alloggiati in boccagli sagomati aerodinamicamente e dotati di griglie antinfortunistiche in acciaio.

CIRCUITO FRIGORIFERO

La pompa di calore sarà costituita da due circuiti frigoriferi indipendenti e realizzati in rame, assemblati in fabbrica, e saldati con soluzione di continuità metallica, completi di:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- filtro deidratatore a cartuccia solida antiacido ricambiabile completo di attacco per carica rapida del refrigerante
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- ricevitore di liquido
- valvola di espansione elettronica
- valvola di non ritorno
- valvola di inversione del ciclo a 4 vie
- Pressostato di sicurezza alta pressione
- termostato sicurezza contro sovratemperature scarico compressore
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di sicurezza per bassa pressione
- rubinetto di intercettazione sulla linea del liquido
- separatore di liquido in aspirazione tubazione di aspirazione isolata termicamente con materiale isolante in elastomero a celle chiuse altamente flessibile a base di gomma EPDM.

ogni circuito frigorifero deve essere testato a pressione per verificare eventuali perdite e fornito completo della carica di gas refrigerante

QUADRO ELETTRICO

Completamente realizzato e cablato in conformità alla norma EN 60204.

La sezione di potenza deve comprendere i seguenti componenti minimi:

- a) sezionatore generale blocco porta;
- b) morsetti alimentazione principale (400V/3Ph/50Hz);
- c) - trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario (230V/24V);
- d) - magnetotermico protezione compressore;
- e) - magnetotermici di protezione ventilatori; - contattore comando compressore.

La sezione di controllo deve comprendere i seguenti componenti minimi:

- a) - Regolazione proporzionale-integrale
- b) derivativa della temperatura dell' acqua
- c) protezione antigelo
- d) Gestione accensione unità da locale o da remoto
- e) Programmatore giornaliero, settimanale di accensione e spegnimento e set point
- f) protezione e temporizzazione compressore
- g) sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- h) funzionalità di preallarme per antigelo acqua e per alta pressione gas refrigerante
- i) visualizzazione ore funzionamento compressore
- j) terminale di interfaccia con display grafico
- k) comando ON/OFF a distanza
- l) controllo rotazione automatica avviamenti compressori per bilanciarne l'usura (spunti+ore di funzionamento
- m) relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo

- n) funzione di visualizzazione dei valori impostati, dei codici guasti e dell'indice parametri
- o) compensazione del set point con sonda aria esterna
- p) presa di servizio (max 400W)

Il quadro deve essere previsto di un ventilatore termostato per proteggere i componenti del quadro elettrico da surriscaldamento, dalle elevate temperature esterne e dall'irraggiamento solare

RECUPERO ENERGETICO PARZIALE

Composto da scambiatori di calore del tipo a piastre saldobrasate in acciaio Inox AISI 316 isolato termicamente, idonei a recuperare parte della potenza dissipata dall'unità. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua e 45 bar lato refrigerante.

Il dispositivo di recupero parziale si considera in funzione quando è alimentato dal flusso d'acqua da riscaldare.

Quando la temperatura dell'acqua da riscaldare è particolarmente bassa, sarà necessario regolare la portata (lato utente) in modo tale da mantenere la temperatura in uscita al recupero maggiore di 35°C ed evitare così la condensazione del refrigerante nello scambiatore a piastre.

La potenza erogabile dal recupero parziale deve essere superiore al 15% della potenza termica dissipata (potenza frigorifera + potenza elettrica assorbita dai compressori).

L'insonorizzazione del vano compressori deve essere realizzata mediante rivestimento sul lato interno di materiale fonoassorbente per contenere i livelli sonori dell'unità.

ANTIVIBRANTI DI BASE A MOLLA

La macchina deve essere fornita antivibranti a molla fissati sui longheroni di appoggio con la funzione di smorzare le vibrazioni prodotte dalla macchina riducendo i rumori trasmessi alle strutture di appoggio.

MONITORE DI FASE MULTIFUNZIONE

La macchina deve essere dotata di monitore di fase che controlla i parametri elettrici della linea di alimentazione dell'unità. Agisce sul circuito di comando e deve poter ordinare lo spegnimento dell'unità quando il collegamento delle fasi non rispetta la sequenza corretta, oppure quando si ha sovratensione o sottotensione per un certo intervallo di tempo (i valori limite di sovratensione e di sottotensione e l'intervallo di tempo devono essere impostabili manualmente e separatamente.)

Quando le condizioni di linea vengono ristabilite, il riarmo dell'unità deve essere di tipo automatico.

VALVOLE DI ESPANSIONE ELETTRONICHE

Valvola di espansione elettronica a regolazione in funzione dell'effettivo carico richiesto all'utilizzo, per garantire una elevata efficienza dell'unità ed una maggiore durata dei compressori.

Il dispositivo comprende il controllo del surriscaldamento per prevenire fenomeni nocivi per il compressore, come sovratemperatura e ritorno di liquido, e il trasmettitore di pressione e sensore di temperatura.

SCAMBIATORE A PIASTRE

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox AISI 316, in pacco senza guarnizioni utilizzando il rame come materiale di brasatura, completo di:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- a) isolamento termico esterno anticondensa di spessore minimo 9 mm, in elastomero espanso estruso a celle chiuse.
- b) pressostato differenziale lato acqua;
- c) resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua.
- d) Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Tabella 21. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche di stazione

N.	STAZIONE	Quantità	Potenza in riscaldamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (kW)	Potenza in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in raffreddamento (kW)
TRATTA CENTRALE						
1	REBAUDENGO	1	180	56	173	59
2	GIULIO CESARE	1	112	36,8	102	41,6
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	112	36,8	102	41,6
4	CORELLI	1	112	36,8	102	41,6
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	130	41	118	45
6	BOLOGNA	1	130	41	118	45
7	NOVARA	1	164	50	159	52
8	VERONA	1	339	112	297	119
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	190	60	183	65
10	CARLO ALBERTO	1	284	88	265	85
11	PORTA NUOVA	1	439	137	425	147
12	PASTRENGO	1	258	81	242	78
13	POLITECNICO	1	341	106	329	117

Le potenze termiche sopra indicate sono relative alla taglia delle macchine selezionate. La potenza in riscaldamento ed in raffreddamento richieste dell'impianto, sono riportate nelle relazioni di calcolo. Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

disegni d'assieme e di installazione;

dichiarazione di conformità;

certificati delle prove di accettazione;

elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.3 Pompa di calore reversibile acqua/acqua

10.3.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini delle prevenzione incendi (come modificato ed integrato ai sensi del D.M. 14/10/2022 e s.m.i.).
- UNI EN 14511-1: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini, definizioni e classificazioni
- UNI EN 14511-2: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova
- UNI EN 14511-3: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova
- UNI EN 14511-4: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti operativi, marcatura e istruzioni
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° Marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

10.3.2 Caratteristiche tecniche

Le pompe di calore reversibili raffreddate ad acqua devono rispettare le seguenti caratteristiche minime:

COMPRESSORE

Compressore ermetico Scroll ad alta efficienza a spirale orbitante completo di carica olio, protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata con riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenirne la diluizione da parte del refrigerante all'arresto del compressore.

Compressori, montati su gommini antivibranti per evitare la trasmissione di rumore e vibrazioni, collegati in TANDEM su un unico circuito frigo con equalizzazione bifasica dell'olio, tali da garantire di raggiungere elevate efficienze a carico parziale. Processo di compressione uniforme con ridotto numero di parti in movimento che garantiscono livelli molto bassi di rumorosità e vibrazioni. Il compressore dovrà essere fornito con i contatti puliti.

STRUTTURA

Struttura portante e basamento interamente realizzati lamiera d'acciaio, spessore non inferiore a 30/10 con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura, per le parti a vista, a polveri poliesteri RAL 9001, al fine di garantire elevata resistenza meccanica e alla corrosione nel tempo.

PANNELLATURA

Pannellatura esterna in lamiera d'acciaio con trattamento superficiale zinco-magnesio preverniciato per assicurare la resistenza alla corrosione per le installazioni esterne ed eliminare la necessità di periodiche verniciature. I pannelli devono essere forniti in modo da essere facilmente rimovibili per permettere il totale accesso ai componenti interni e sono previsti rivestiti sul lato interno con materiale fonoassorbente per contenere i livelli sonori dell'unità.

SCAMBIATORE INTERNO

scambiatore ad espansione diretta a piastre saldobrasate Inox AISI 316 ad elevata superficie di scambio e completo di isolamento esterno termico / anticondensa. Lo scambiatore deve essere previsto compreso di pressostato differenziale lato acqua

SCAMBIATORE ESTERNO

scambiatore ad espansione diretta a piastre saldobrasate Inox AISI 316 ad elevata superficie di scambio e completo di isolamento esterno termico / anticondensa. Lo scambiatore deve essere previsto compreso di pressostato differenziale lato acqua

CIRCUITO FRIGORIFERO

La pompa di calore sarà costituita da due circuiti frigoriferi completi di:

- filtro deidratatore a cartuccia solida antiacido ricambiabile
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- valvola di espansione elettronica
- pressostato di sicurezza alta pressione
- valvola di inversione del ciclo a 4 vie
- trasduttore di bassa pressione
- sonda di temperatura refrigerante
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di sicurezza per bassa pressione
- traduttore per alta pressione
- tubazioni di rame con isolamento a celle chiuse in aspirazione

QUADRO ELETTRICO

Completamente realizzato e cablato in conformità alla norma EN 60204.

La sezione di potenza deve comprendere i seguenti componenti minimi:

- a) sezionatore generale blocco porta;
- b) morsetti alimentazione principale (400V/3Ph/50Hz);
- c) -trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario (230V/24V);
- d) fusibili e relè termici a protezione dei compressori
- e) contattore di comando compressore;
- f) uscita di segnale 0-10V per eventuale riscaldatore ausiliario
- g) predisposizione per gestione natural cooling

La sezione di controllo deve comprendere i seguenti componenti minimi:

- a) terminale di interfaccia con display grafico
- b) funzione di visualizzazione dei valori impostati, dei codici guasti e dell'indice parametri
- c) tasti per ON/OFF e reset allarmi
- d) regolazione proporzionale
- e) integrale-derivativa della temperatura dell' acqua
- f) programmatore giornaliero, settimanale del set point di temperatura e dell'accensione o spegnimento dell'unità
- g) gestione accensione unità da locale o da remoto
- h) protezione antigelo lato acqua
- i) protezione e temporizzazione compressore
- j) funzionalità di preallarme per antigelo acqua e per alta pressione gas refrigerante
- k) sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- l) controllo rotazione automatica avviamenti compressori
- m) visualizzazione ore funzionamento compressore
- n) comando ON/OFF a distanza
- o) ingresso per comando HEAT/COOL a distanza
- p) relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo
- q) ingresso per demand limit (limitazione potenza assorbita in funzione di un segnale esterno 0÷10V o 4÷20 mA)
- r) Ingresso digitale per eventuale abilitazione doppio set point
- s) monitore di fase multifunzione
- t) ventilazione Quadro Elettrico

RECUPERO ENERGETICO PARZIALE

Composto da scambiatori di calore del tipo a piastre saldobrasate in acciaio Inox AISI 316 isolato termicamente, idonei a recuperare parte della potenza dissipata dall'unità. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua e 45 bar lato refrigerante.

Il dispositivo di recupero parziale si considera in funzione quando è alimentato dal flusso d'acqua da riscaldare.

Quando la temperatura dell'acqua da riscaldare è particolarmente bassa, sarà necessario regolare la portata (lato utente) in modo tale da mantenere la temperatura in uscita al recupero maggiore di 35°C ed evitare così la condensazione del refrigerante nello scambiatore a piastre.

La potenza erogabile dal recupero parziale deve essere superiore al 15% della potenza termica dissipata (potenza frigorifera + potenza elettrica assorbita dai compressori).

ANTIVIBRANTI DI BASE A MOLLA

La macchina deve essere fornita antivibranti a molla fissati sui longheroni di appoggio con la funzione di smorzare le vibrazioni prodotte dalla macchina riducendo i rumori trasmessi alle strutture di appoggio.

MONITORE DI FASE MULTIFUNZIONE

La macchina deve essere dotata di monitore di fase che controlla i parametri elettrici della linea di alimentazione dell'unità. Agisce sul circuito di comando e deve poter ordinare lo spegnimento dell'unità quando il collegamento delle fasi non rispetta la sequenza corretta, oppure quando si ha sovratensione o sottotensione per un certo intervallo di tempo (i valori limite di sovratensione e di sottotensione e l'intervallo di tempo devono essere impostabili manualmente e separatamente.)

Quando le condizioni di linea vengono ristabilite, il riarmo dell'unità deve essere di tipo automatico.

VALVOLE DI ESPANSIONE ELETTRONICHE

Valvola di espansione elettronica a regolazione in funzione dell'effettivo carico richiesto all'utilizzo, per garantire una elevata efficienza dell'unità ed una maggiore durata dei compressori.

Il dispositivo comprende il controllo del surriscaldamento per prevenire fenomeni nocivi per il compressore, come sovratemperatura e ritorno di liquido, e il trasmettitore di pressione e sensore di temperatura.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Tabella 22. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche di stazione

N.	STAZIONE	Quantità	Potenza in riscaldamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (kW)	Potenza in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in raffreddamento (kW)
TRATTA CENTRALE						
1	REBAUDENGO*	-	-	-	-	-
2	GIULIO CESARE	1	119	28,3	98	23,6
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	119	28,3	98	23,6
4	CORELLI	1	119	28,3	98	23,6

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

5	CIMAROSA/TABAC CHI	1	158	34	139	35
6	BOLOGNA	1	158	34	139	35
7	NOVARA	1	177	38	156	39
8	VERONA	1	342	72,3	293	60,3
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	236	50	208	51
10	CARLO ALBERTO	1	310	67	272	68
11	PORTA NUOVA	1	482	103	423	105
12	PASTRENGO	1	273	58	240	59
13	POLITECNICO	1	377	81	331	83

* la stazione Rebaudengo non è dotata di impianto geotermico

Le potenze termiche sopra indicate sono relative alla taglia delle macchine selezionate. La potenza in riscaldamento ed in raffrescamento richieste dell'impianto, sono riportate nelle relazioni di calcolo.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.4 Sistema di condizionamento del tipo VRF

10.4.1 Riferimenti normativi

- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limiti delle sorgenti sonore.
- Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione.
- D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico.

- UNI EN ISO 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate.
- B.S. 7346 parte 2: Normativa di prova alle alte temperature.
- D.M. 26/6/1984: Classificazione di reazioni al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi (come modificato ed integrato ai sensi del D.M. 14/10/2022 e s.m.i.).
- UNI EN 14511-1: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini, definizioni e classificazioni
- UNI EN 14511-2: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova
- UNI EN 14511-3: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova
- UNI EN 14511-4: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti operativi, marcatura e istruzioni
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° Marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

10.4.2 Unità esterna impianto VRF

Unità esterna refrigerante/pompa di calore per sistema a portata di refrigerante variabile, con scambio termico Refrigerante-Acqua controllata da inverter, refrigerante R410A. Numero massimo di unità interne collegabili fino a 50 con un indice di collegabilità minimo del 50% e massimo del 200%. La configurazione dell'impianto viene realizzata tramite apposito software che gestisce tutte le operazioni di primo avviamento e personalizzazione del sistema.

Capacità Nominale in regime di Raffreddamento alle condizioni di temperatura interna 27°C BS/19°C BU, temperatura ingresso aria 35°C BS/24°C BU, in riscaldamento temperatura interna 20°C BS, temperatura esterna 7°CBS/6°C BU, lunghezza tubazione di collegamento 7,5 m, differenza di quota tra unità interna ed esterna 0 m. L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Alimentazione 3,380~415,50 Hz

Struttura autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio zincato verniciati di colore grigio caldo con trattamento superficiale e processo di cataforesi, un trattamento superficiale in grado di conferire una notevole resistenza alla corrosione al fine di proteggere l'unità esterna dagli agenti atmosferici.

Pannello frontale e superiore asportabile per operazioni di connessione con il circuito frigorifero. Struttura autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio zincato con trattamento adatto per esposizione esterna di colore grigio caldo.

Scambiatore di calore lato acqua tipo a piastre in acciaio Inox, resistente alla pressione massima di 45 bar.

Scambiatore di calore lato aria con pacco di alette in alluminio sagomate ad alta efficienza rivestite da un trattamento anticorrosione per conferire una migliore resistenza.

Riscaldamento garantito in maniera continuativa, grazie all'adozione di uno scambiatore di calore suddiviso in due parti, che consente l'esecuzione di cicli di sbrinamento alternati, al fine di non interrompere l'erogazione di calore negli ambienti e garantire comfort costante

agli utenti. Lo scambiatore di calore con circuito variabile seleziona in modo intelligente il percorso ottimale del refrigerante per il funzionamento in modalità riscaldamento o raffreddamento. Questa tecnologia assicura in media un aumento del 6% dell'efficienza per entrambe le modalità operative. Il numero di percorsi e la velocità dei circuiti sono regolati in funzione delle temperature e delle modalità operative per massimizzare l'efficienza; nei sistemi tradizionali, invece, l'efficienza risulta ridotta, perché i percorsi del refrigerante sono fissi e lo scambiatore lavora in modo non ottimale.

Sistema di erogazione della capacità compost o da N°2 compressori ermetici di tipologia Scroll inverter ad avviamento diretto, controllo lineare della capacità ,campo di frequenza 10Hz-165Hz.

Cuscinetti a lunga durata PEEK (PolyEtherEtherKetone, utilizzati nei motori degli aerei) in grado di funzionare più a lungo, senza ricaricare l'olio, rispetto ai sistemi tradizionali.

Compressore ad iniezione di vapore, in grado di ricevere refrigerante in fase vapore nella zona di compressione per incrementare la temperatura di mandata del refrigerante in condizioni di lavoro a basse temperature esterne

Separatore d'olio centrifugo con tecnologia ciclonica per garantire un ritorno ottimale dell'olio che viene immesso ad alta pressione direttamente nel compressore, senza perdite di energia. Carica di olio 1800 cc, tipologia (PVE) tipo FVC68D.

Circuito frigorifero ad R410A con distribuzione del fluido a due tubi, completo di filtri deidratatori, valvola di inversione ciclo a 4 vie, controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica EEV, valvola di bypass del gas caldo (per gestire meglio il circuito ai carichi parziali), separatore di refrigerante allo stato liquido con funzione di accumulo in aspirazione al compressore volume 7 litri, circuito di sottoraffreddamento con struttura a spirale di doppia grandezza per minimizzare le perdite di carico. Il circuito del refrigerante viene sottoposto a pulizia con aspirazione sotto vuoto di umidità, polveri e altri residui. Successivamente viene precaricato con il relativo refrigerante. Carica del refrigerante di 5,8 kg, GWP=2087, TCO_{2eq}=12,11.

N°2 ventilatori di scambio termico con l'esterno di tipo elicoidale con mandata verticale. Tipologia di motore DC inverter con portata d'aria totale massima di 320 m³/min e basse rumorosità con prevalenza statica massima di 80 Pa e assorbimento massimo di 900 Wx2. Controllo delle velocità tramite microprocessore, tecnologia Esp Control, in grado di variare la velocità massima del ventilatore per poterlo adattare alle migliori condizioni di lavoro. Pala con superficie corrugata ad elevata portata e bassa rumorosità, progettata con tecnologia biomimetica, condotto di espulsione maggiorato per ottenere prevalenze superiori.

Sensore di rilevazione temperatura e umidità esterna in grado di selezionare i parametri operativi ottimali per ottenere una elevata efficienza energetica e massimi livelli di comfort. Grazie al controllo che rileva l'umidità esterna, il sistema è in grado di aumentare il tempo in riscaldamento. Grazie al sensore di umidità, raggiunte le condizioni di sbrinamento, il sistema modifica la temperatura di evaporazione, agendo sul target di alta pressione.

10.4.3 Modalità di messa in opera

In ottemperanza alle richieste del costruttore e dove indicato negli elaborati di progetto. Occorre rispettare le distanze di rispetto richieste dal costruttore e indicate in progetto. In particolare:

- Lunghezza massima totale della tubazione 1.000 m, distanza massima di 40 m (estendibile fino a 90 m) tra la prima diramazione e l'unità interna più distante, dislivello massimo di 40 m tra le unità interne, dislivello massimo di 110 m tra l'unità esterna e le unità interne.
- Linea di trasmissione del segnale di controllo con cavo schermato bipolare di sezione minima 1,5mm², massima temperatura ammissibile 60°C, massima lunghezza ammissibile 300 m.
- Alimentazione trifase 380-415V 50 ,60 Hz.

La macchina dovrà essere montata su putrelle.

10.4.4 Unità interna VRF tipo canalizzabile ad alta prevalenza

Unità Interna per installazione a controsoffitto e a soffitto, per sistemi tipo VRF, costituita da telaio interno di supporto in acciaio zincato, refrigerante R410A.

Le caratteristiche tecniche dell'unità saranno:

- Alimentazione elettrica tipo monofase 50 Hz -220V.
- Scocca metallica di contenimento in lamiera d'acciaio zincata, con rivestimento in polistirene espanso.
- Scambiatore di calore costituito da tubi in rame ed alette in alluminio ad alta efficienza.
- Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante EEV con controllo continuo della potenza.
- Ventilatore con motore di ventilazione BLDC ad accoppiamento diretto con assorbimento Nom. 184 W e Max di 350 W a più velocità. Il motore BLDC permette un controllo della portata d'aria a seconda delle perdite di carico, semplicemente utilizzando il comando a filo, garantendo in questo modo la prevalenza ottimale e riducendo al minimo la rumorosità.
- Pompa di scarico condensa di serie installata sull'unità interna per il drenaggio automatico della condensa quando quest'ultimo non può avvenire per gravità. Massima prevalenza 700 mm.
- Possibilità di rilevare la temperatura interna da due sensori, uno posto sull'unità interna, l'altro posto sul comando a filo. Il controllo può avvenire per singolo sensore, oppure combinato a doppio termistore, per ottenere ed ottimizzare la temperatura dell'aria interna.
- Collegamento al sistema di controllo esterno tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- Livello sonoro dell'unità pari a 37-36-34 dB(A) in funzione della velocità del ventilatore.
- Scambiatore di calore a più ranghi con tubi di rame alettati in alluminio.
- Controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica.

10.4.5 Unità interna VRF tipo pensile a soffitto

Unità interna tipo a soffitto per installazione a vista, per sistema VRF a portata di refrigerante variabile (R410-A):

- Batteria ad espansione diretta a più ranghi con tubi di rame alettati in alluminio.
- N° 2 filtri fluido refrigerante lato liquido e lato gas al fine di preservare il funzionamento della valvola di espansione elettronica e ridurre la rumorosità.
- Sistema Auto-cleaning: lo scambiatore è rivestito da una particolare resina che permette all'acqua di condensa di ripulirlo da eventuali residui di polvere accumulatisi durante il funzionamento.
- Ventilatore direttamente accoppiato a motore monofase ad induzione a tre velocità, con protezione elettrica tramite interruttore termico.
- Filtro in fibra sintetica rigenerabile e lavabile.
- Pretranciato per ingresso aria primaria.
- Pompa di scarico condensa opzionale.
- In caso di mancanza alimentazione della macchina, il sistema restante continua a funzionare e segnala l'anomalia.

10.4.6 Unità interna VRF tipo a parete

Unità interna tipo pensile a parete compatta, per sistema VRF a portata di refrigerante variabile (R410-A):

- Batteria ad espansione diretta a più ranghi con tubi di rame alettati in alluminio.
- N° 2 filtri fluido refrigerante lato liquido e lato gas al fine di preservare il funzionamento della valvola di espansione elettronica e ridurre la rumorosità.
- Griglia di ricircolo posizionata nella parte centrale.
- Ventilatore direttamente accoppiato a motore monofase ad induzione a cinque velocità, con protezione elettrica tramite interruttore termico.
- Filtro in fibra rigenerabile e lavabile.
- Vaschetta raccolta condensa e ventilatore estraibili per sanificazione.
- In caso di mancanza alimentazione della macchina, il sistema continua a funzionare e segnala l'anomalia.
- Telecomando wireless incluso.

10.4.7 Modalità di messa in opera

In ottemperanza alle richieste del costruttore e dove indicato negli elaborati di progetto.

Inoltre:

- Non deve esserci alcuna fonte di calore o vapore vicino all'unità.
- L'unità interna deve prevedere spazio a sufficienza per la manutenzione.

Il montaggio avverrà a soffitto. Occorrerà pertanto utilizzare la dima fornita dal costruttore, ancorandola alla soletta.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Tabella 23. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche locali tecnici stazioni

N.	LOCALI TECNICI STAZIONI	Numero	Potenza totale in raffrescamento (kW)	Potenza elettrica assorbita (kW)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	28/28+(28) 52/52/28+(52)	7,6/7,6/+(7,6) 17,5/17,5/7,6+(17,5)
2	GIULIO CESARE	3	40/56 +(56) 40/33.5 +(33.5) 50/45	13.3/18.6 +(18,6) 13.3/9.7 +(9,7) 14,2/14,05
3	SAN GIOVANNI BOSCO	3	40/56 +(56) 40/33.5 +(33.5) 50+45	13.3/18.6 +(18,6) 13.3/9.7 +(9,7) 14,2/14,05
4	CORELLI	3	40/56 +(56) 40/33.5 +(33.5) 50+45	13.3/18.6 +(18,6) 13.3/9.7 +(9,7) 14,2/14,05
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	50,5/50,4/50,4 +(50,4)	14,2/14,2/14,2 +(14,2)
6	BOLOGNA		52/52+(52) 52+(52)	17,5/17,5+(17,5) 17,5+(17,5)
7	NOVARA	2	33,5/33,5+(33,5) 52/52+(52)	9,7/9,7+(9,7) 17,5/17,5+(17,5)
8	VERONA	3	37.3 40/33.5 +(33.5) 40/50.4/50.4 +(50.4)	10,5 13,3/9,7 +(9,7) 13,3/14,2/14,2 +(14,2)
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	50,4/50,4/50,4/22,4+(50,4)	14,2/14,2/14,2/5,4+(14,2)
10	CARLO ALBERTO	3	50,4+(50,4) 33,5/28+(33,5) 33,5/28+(33,5)	14,2+(14,2) 9,7/7,6+(9,7) 9,7/7,6+(9,7)
11	PORTA NUOVA	2	52/52+(52) 52/52/52+(52)	17,5/17,5+(17,5) 17,5/17,5/7,5+(17,5) 17,5/17,5/7,5+(17,5)
12	PASTRENGO	2	50,4/22,4+(50,4) 50,4/50,4+(50,4)	14,2/5,4+(14,2) 14,2/14,2+(14,2)
13	POLITECNICO	3	52+(52) 50,4/50,4+(50,4) 52+(52)	17,5+(17,5) 14,2/14,2+(14,2) 17,5+(17,5)

Tabella 24. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche locali tecnici Pozzi

N.	LOCALI TECNICI POZZI DI VENTILAZIONE	numero unità esterne	Potenza frigorifera (kW)	Potenza elettrica assorbita (kW)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	28 28	7,6 7,6
2	GIULIO CESARE	2	28 28	7,6 7,6
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	28 28	7,6 7,6
4	CORELLI	2	28 28	7,6 7,6
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	28 28	7,6 7,6
6	BOLOGNA	2	28 28	7,6 7,6
7	NOVARA	1	50	14,2
8	VERONA	2	50 50	14,2 14,2
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	50 50	14,2 14,2
10	CARLO ALBERTO	2	50	14,2 14,2
11	PORTA NUOVA	2	50 50	14,2 14,2
12	PASTRENGO	2	50 50	14,2 14,2
13	POLITECNICO	2	50 50	14,2 14,2
14	CABOTO	2	50 50	14,2 14,2

Le potenze termiche sopra indicate sono relative alla taglia delle macchine selezionate (unità esterne). La potenza in raffreddamento richieste dell'impianto, sono riportate nelle relazioni di calcolo. I dati indicati fra parentesi sono relativi alle unità installate con funzione di riserva.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;

- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.5 Unità di trattamento aria

10.5.1 Riferimenti normativi

UNI 10339: Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

UNI EN 16798-1 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6.

UNI CEN/TR 16798-2 Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6)UNI

EN 13141-7: Ventilazione per gli edifici - Verifica delle prestazioni di componenti per gli edifici residenziali - Parte 7: Test delle prestazioni delle unità di ventilazione meccanica canalizzata e di estrazione (compreso il recupero di calore);

UNI EN 13141-8: Ventilazione per gli edifici - Prove di prestazione di componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Parte 8: Prove di prestazione di unità di ventilazione meccanica non canalizzate e di scarico (compreso il recupero del calore);

UNI EN 13142: Ventilazione per gli edifici - Componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Caratteristiche prestazionali richieste e facoltative

10.5.2 Caratteristiche tecniche

Il condizionamento, in termini di mitigazione delle condizioni termiche interne e di conseguenza della immissione di aria fresca esterna, è stato strutturato in modo da seguire sia l'andamento dinamico della presenza dei passeggeri in stazione, sia un target di temperatura definito come riferimento. Le condizioni interne dovranno essere quindi risultanti dalla serie di considerazioni premesse e dalla valutazione del gradiente di temperatura effettivo tra l'ambiente "treno" e l'ambiente "stazione" al fine di non creare, per quanto possibile, effetti di sbalzo termico significativi (si ipotizza un ΔT 3÷5°C tra la temperatura esterna e la temperatura interna di stazione e corrispondentemente tra la temperatura della stazione e la temperatura interna del treno.

Le unità di trattamento aria saranno quindi unità in prelievo di aria esterna, per il tramite dei vani di ventilazione dedicati allo scopo, con l'interposizione di differenti sezioni:

Silenziatori

Filtrazione

Batterie trattamento e post trattamento (raffrescamento/riscaldamento).

Sezioni ventilanti di mandata e ripresa

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Recupero di calore (scambiatore a piastre)
Sezioni di miscela e di by-pass per il free-cooling
Dispositivi antivibranti.

L'impianto di condizionamento sarà inoltre costituito dai seguenti sistemi:
distribuzione e diffusione aria mediante canalizzazioni (con criterio di pulizia) e diffusori ambiente;
sezionamento, taratura e bilanciamento;
monitoraggio e rilievo dei parametri ambientali, mediante rete di sensori (interni ed esterni);
sistemi di regolazione e telecontrollo dei componenti impiantistici, e dei parametri ambientali controllati.

Lo sviluppo progettuale delle reti di distribuzione degli impianti di condizionamento prevede l'integrazione e l'interazione con i sistemi deputati alla ventilazione di emergenza, ciò al fine di ottimizzare e razionalizzare le linee distributive e lo spazio da esse utilizzato.
L'alimentazione termica delle UTA avverrà attraverso sistemi idronici ad acqua calda/refrigerata primariamente mediante l'applicazione di macchine frigorifere alimentate ad energia rinnovabile di tipo geotermico a bassa entalpia e secondariamente tramite gruppi termici di tipo tradizionale con scambio termico ad aria.

Unità di trattamento aria del tipo monoblocco ad elementi componibili per interno, realizzata con struttura portante in profilati di alluminio montati senza saldature e pannellatura tipo sandwich smontabile in lamiera zincata; le varie sezioni debbono essere collegate a mezzo di flangiature, fra le quali devono essere interposte guarnizioni di tenuta in neoprene con bulloneria trattata contro la corrosione e la formazione della ruggine (tenuta superiore a 2500 Pa).

Le pannellature si dovranno presentare internamente perfettamente levigate ed idonee a garantire la massima igiene non permettendo l'insediamento di microorganismi e la formazione di muffe batteriche.

Dove necessario le pannellature devono diventare portine per l'ispezionabilità delle varie apparecchiature interne, mediante aggiunta di maniglie e cerniere. Ogni sezione sarà dotata di portelle di ispezione con maniglie di chiusura.

Isolamento delle pannellature del tipo termoacustico, classe 0 di reazione al fuoco, spessore minimo 50 mm, densità 90 kg/mc, o in alternativa se consentito dalle specifiche di installazione, pannellatura di tipo sandwich realizzati in doppia lamiera piegata a scatola con poliuretano iniettato a caldo avente densità media di 45 Kg/m³ sp 30mm e reazione al fuoco in Classe 1, parete esterna in Zincato Plastificato, (spessore 6/10 mm) con foglio plastificato di protezione per il cantiere (spessore minimo 20 micron), parete interna in Aluzinc (spessore minimo 6/10 mm).

Profili di alluminio sui bordi dell'unità, telaio di base a supporto dell'unità; le varie sezioni debbono essere collegate a mezzo di flangiature, fra le quali devono essere interposte guarnizioni di tenuta in neoprene. Velocità massima di attraversamento delle batterie 2,5 m/s.

L'unità di trattamento sarà completa di:

- sezioni ventilanti con ventilatore elettronico tipo Brushless tipo EC Ventilatore centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato. Girante centrifuga realizzata in alluminio

con 7 pale curve indietro saldate, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico. Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3. Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura. L'intera elettronica è immersa in un bagno di resina speciale (tecnica potting) che garantisce una migliore resistenza all'umidità, elimina problemi di vibrazioni e di punti critici di temperatura, determinando un incremento della vita utile della scheda. Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato. Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni. Led di stato integrato. Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.

- Tensione di alimentazione 380-480V 50-60Hz.
- Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.
- Colorazione motore ultramarine blue
- Temperatura di esercizio -25°C /+60°C.
- Efficienze energetiche superiori agli obiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.
- Efficienza energetica del motore in accordo to IE4 (draft)
- Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.

Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria.

Ventilatore completo di potenziometro per la regolazione della portata d'aria.

Ventilatore compreso di strumento per la visualizzazione istantanea della portata d'aria a bordo macchina;

- basamento di sostegno del gruppo motore-ventilatore su supporti antivibranti;
- serrande di regolazione a profilo alare autolubrificanti;
- serranda di presa aria esterna di acciaio zincato ad alette con servocomando per funzione antigelo, serranda di mandata per la taratura ad alette contrapposte e guarnizioni di tenuta in neoprene;
- giunti antivibranti fra canali di mandata e ripresa e sezione ventilante in tela olona impermeabilizzata con attacchi a flangia.
- Filtri:
 - SEZIONE PREFILTRANTE filtro a celle sintetiche Iso Coarse 90% (G4 UNIEN779)

filtro a celle sintetiche efficienza CLASSE 9 – UNI 10339 completa di controtelai e telai in profilati zincati, tenuta del materassino con reti elettrosaldate zincate, filtro del tipo a struttura pieghettata con superficie filtrante almeno doppia di quella frontale.

- SEZIONE FILTRANTE filtro a tasche rigide classe ePM1 65% (F7 UNI EN779), idonee per alte portate a bassa perdita di carico, con setto filtrante in fibra di vetro e telaio plastico di supporto;
 - Sezioni di scambio termico, con batterie di scambio estraibili a più ranghi in tubi di rame espansi in pacco lamellare di alluminio.
 - I tubi debbono essere espansi meccanicamente, in modo da garantire un perfetto contatto tra essi e le alette.
 - Il gruppo dovrà presentare tutti gli attacchi idraulici dallo stesso lato.
 - Bacinella di raccolta della condensa e foro di scarico.
 - Separatore di gocce.
 - Attacchi di tutti i circuiti idraulici a flangia, corredati di controflange, guarnizioni di tenuta, bulloni e dadi; gli attacchi idraulici dovranno essere realizzati in modo che sia possibile sfilare le batterie di scambio termico.
 - Supporti antivibranti di appoggio del basamento dell'unità al pavimento in elastomero.
 - Basamento di sostegno del gruppo motore-ventilatore su supporti antivibranti;
 - Recuperatore statico a flussi incrociati, completo di presa aria esterna con serranda motorizzabile. La serranda sarà del tipo a farfalle multiple contrapposte, con costruzione in alluminio estruso a profilo alare e dotate di guarnizione in gomma.
 - Le sezioni saranno incorporate nella struttura dell'unità di trattamento aria.
- L'Appaltatore installatrice dovrà fornire un set di filtri di ricambio.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Tabella 25. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONE	NUMERO	PORTATA (m3/h)
TRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	1+(1) atrio 2 banchine	13.410+(13.410) 4.290/3.500
2	GIULIO CESARE	2 banchine	7.500/3000
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2 banchine	7.500/3000
4	CORELLI	2 banchine	7.500/3.000
5	CIMAROSA/TABACCHI	1+(1)	14.170+(14.170)
6	BOLOGNA	1+(1) atrio 2 banchine	9.270+(9.270) 2.010+2.200
7	NOVARA	11+1 atrio 1+1 mezzanini 1+1 banchine	11.100+(11.100) 4.140+(4.140) 3.580+(3.580)
8	VERONA	2 in atrio	24.200
9	MOLE/GIARDINI REALI	1+1 atrio 1+1 mezzanini 1+1 banchine	12.410+(12.410) 4.160+(4.160) 6.160+(6.160)
10	CARLO ALBERTO	1+1 atrio 1+1 mezzanini 2 banchine	14.710+(14.710) 5.220+(5.220) 6.040+6040
11	PORTA NUOVA	1+1 atrio 1+1 mezzanini 2 banchine	22.180+(22.180) 9.360+(9.360) 8.330+8.440
12	PASTRENGO	1+1 atrio 1+1 mezzanini 1+1 banchine	12.320+(12.320) 3.970+(3.970) 11.680+(11.680)
13	POLITECNICO	1+1 atrio 1+1 mezzanini 2 banchine	17.670+(17.670) 4.550+(4.550) 8.240+8.240

I dati indicati fra parentesi sono relativi alle macchine installate con funzione di riserva.
 La portata sopra indicata è relativa all'aria in mandata.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.6 Recuperatore di calore a flussi incrociati

10.6.1 Riferimenti normativi

UNI 10339: Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

UNI EN 16798-1 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6.

UNI CEN/TR 16798-2 Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6)UNI

UNI EN 13141-7 Ventilazione per gli edifici - Verifica delle prestazioni di componenti per gli edifici residenziali - Parte 7: Test delle prestazioni delle unità di ventilazione meccanica canalizzata e di estrazione (compreso il recupero di calore);

UNI EN 13141-8 : Ventilazione per gli edifici - Prove di prestazione di componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Parte 8: Prove di prestazione di unità di ventilazione meccanica non canalizzate e di scarico (compreso il recupero del calore);

UNI EN 13142 Ventilazione per gli edifici - Componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Caratteristiche prestazionali richieste e facoltative

10.6.2 Caratteristiche tecniche

Il condizionamento delle aree tecniche (locali tecnici di stazione) avverrà mediante la distribuzione dell'aria primaria prevista, per mezzo di recuperatori dedicati, per le varie tipologie applicative secondo livelli qualitativi sopra citati, e secondo le condizioni ambientali ammissibili dalle apparecchiature tecniche previste negli stessi locali.

Il sistema tecnologico dovrà avere una piena efficienza ed efficace integrazione con i sistemi di gestione e controllo previsti per gli impianti della Linea Metropolitana.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Unità di ventilazione dotata di recuperatore di calore a piastre in alluminio, ventilatori con motori EC e sistema integrato di by-pass motorizzato per funzionamento in free-cooling,

La macchina deve essere del tipo orizzontale, adatta all'installazione "pensile", in controsoffitto.

Caratteristiche:

Struttura autoportante con pannelli di tamponamento sp.25 mm in lamiera zincata internamente e preverniciata

Esternamente in finitura RAL 9002.

Isolamento termoacustico ininflammabile in lana minerale • Recuperatore di calore statico ad alta efficienza (> 75%) del tipo aria-aria a flussi in controcorrente con piastre di scambio in alluminio dotate di sigillatura supplementare, integrato di sistema di by-pass già motorizzato; vasca di raccolta del condensato in alluminio, con scarico da 1/2" M (laterale per unità orizzontale, inferiore per unità verticale)

Filtri compatti con media in sintetico (strato esterno) e in fibra di vetro (strato interno) e telaio in acciaio zincato, in classe di efficienza ePM10 50% su ripresa ambiente ed ePM1 50% su presa aria esterna, estraibili inferiormente e lateralmente.

Ventilatori centrifughi a girante libera a pale rovesce direttamente accoppiati a motori elettrici a tecnologia EC;

Girante in materiale plastico rinforzato in fibra di vetro per le grandezze 05 e 10, in alluminio per le grandezze superiori

Quadro elettrico di tipo ad incasso con regolazione elettronica ed interfaccia utente remota per un completo controllo di tutte le funzioni caratteristiche ed in particolare:

- controllo manuale dei ventilatori EC
- controllo automatico dei ventilatori (per pressione, temperatura o qualità aria)
- controllo modulante della valvola acqua (uso promiscuo)
- gestione del riscaldatore elettrico (pre e post)
- gestione dello sbrinamento del recuperatore
- gestione on/off del free-cooling
- post-ventilazione
- programmazione settimanale
- gestione degli allarmi ed avviso filtro intasato
- on/off remoto
- estate/Inverno remoto
- gestione dei ventilatori attraverso ingresso digitale allarme incendio.
- BMS via protocollo Modbus e connessione RS485.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 26. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONE	NUMERO	PORTATA (m3/h)
TTRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	1	7.300
2	GIULIO CESARE	1	2.220
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	2.220
4	CORELLI	1	2.220
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	7.200
6	BOLOGNA	1	11.000
7	NOVARA	1	3.800
8	VERONA	1	1.470
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	4.000
10	CARLO ALBERTO	1	8.800
11	PORTA NUOVA	1	10.250
12	PASTRENGO	1	4.000
13	POLITECNICO	1	11.700

Per le stazioni ad uno livello sono previsti dei recuperatori di calore al servizio dell'atrio (in ridondanza rispetto alla ventilazione naturale).

I recuperatori in numero di 4 per ogni stazione a 1 livello hanno una portata pari a 900 mc/h cadauno. Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.7 Disposizioni e verifica applicazione Linee Guida controllo legionellosi

Nella successiva fase di progetto, dovrà essere completato lo studio dedicato al controllo ed alla prevenzione della proliferazione della legionellosi negli impianti di condizionamento e sanitari delle stazioni, riportando nel dettaglio le azioni preventive e le verifiche in termini di gestione ordinaria degli impianti che dovranno essere poste in essere al fine di evitare qualsiasi rischio di proliferazione.

Pertanto, per quanto concerne la parte aeraulica dovrà essere particolarmente curato l'aspetto della pulizia dei canali predisponendo idonee aperture per l'accesso dei sistemi di pulizia (anche robotizzati) con particolare attenzione agli elementi come serrande, silenziatori a canale (se esistenti), connessioni con terminali e particolarità del circuito.

Per quanto concerne gli apparati, particolare attenzione dovrà essere posta alla sezione delle UTA ove è presente la condensa di acqua evitando parti stagnanti dove il batterio può proliferare, alla pulizia delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento aria, ai filtri, alle prese d'aria esterna. Tali pratiche dovranno essere riprese e consolidate nella fase di manutenzione delle stazioni istituendo controlli regolari e assidui al fine di evitare qualsiasi rischio di legionellosi.

Inoltre, si richiede la verifica delle pompe di calore refrigerazione/riscaldamento (pompe di calore aria/acqua reversibili) e alle relative parti di impianto. Per l'acqua calda sanitaria trattamenti periodici di shock termico o equivalenti dovranno essere predisposti nell'impianto relativo agli impianti di produzione acqua calda relativi alle dotazioni igienico-sanitarie del Deposito.

10.8 Elettropompa centrifuga singola

10.8.1 Caratteristiche tecniche

La circolazione a servizio dei vari circuiti sarà garantita da elettropompe singole in esecuzione parallela del tipo a rotore bagnato a magneti permanenti o in linea con rotore raffreddate ad aria, con inverter e comando elettronico montato a bordo, e sensori di pressione e temperatura direttamente sul corpo pompa.

Le elettropompe saranno montate direttamente sulle tubazioni, saranno dotate di corpo in ghisa, con bocche di aspirazione e mandata sullo stesso asse, girante in ghisa, albero in acciaio inossidabile, supporti in grafite speciale o cuscinetti autolubrificanti, guarnizioni in gomma sintetica EPDM.

Ciascun gruppo di elettropompe sarà completo di collettori, valvole di intercettazione, filtri, valvole di ritegno sulla mandata, giunti antivibranti, manometri a monte e a valle.

La prevalenza di tutte le elettropompe dovrà essere verificata in base alle effettive perdite di carico delle apparecchiature ed alla conformazione delle reti idrauliche.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.9 Gruppo di pompaggio gemellare

10.9.1 Caratteristiche tecniche

La circolazione a servizio dei vari circuiti sarà garantita da elettropompe gemellari del tipo a rotore bagnato a magneti permanenti o in linea con rotore raffreddate ad aria, con inverter e comando elettronico montato a bordo, e sensori di pressione e temperatura direttamente sul corpo pompa.

Le elettropompe saranno montate direttamente sulle tubazioni, saranno dotate di corpo in ghisa, con bocche di aspirazione e mandata sullo stesso asse, girante in ghisa, albero in acciaio inossidabile,

supporti in grafite speciale o cuscinetti autolubrificanti, guarnizioni in gomma sintetica EPDM.
Ciascun gruppo di elettropompe sarà completo di collettori, valvole di intercettazione, filtri, valvole di ritegno sulla mandata, giunti antivibranti, manometri a monte e a valle.
La prevalenza di tutte le elettropompe dovrà essere verificata in base alle effettive perdite di carico delle apparecchiature ed alla conformazione delle reti idrauliche.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.10 Barriere termiche a lama d'aria

10.10.1 Riferimenti normativi

- ISO 27327-1:2009 Fans - Air curtain units - Part 1: Laboratory methods of testing for aerodynamic performance rating
- ISO 27327-2: 2014 Fans - Air curtain units - Part 2: Laboratory methods of testing for sound power

10.10.2 Caratteristiche tecniche

La lama d'aria è progettata per l'installazione ad incasso con un'altezza di installazione variabile a seconda del luogo di installazione.

La lama d'aria deve essere equipaggiata con motori EC (a controllo elettronico) in modo da permettere il controllo continuo della portata d'aria. La deve essere dotata di sistema di controllo in grado di regolare con facilità la macchina sul set-point stabilito e di mantenerlo ottimizzando il consumo energetico.

La geometria del terminale aeraulico deve essere tale da creare un flusso di aria uniforme.

La barriera è del tipo a riscaldamento elettrico.
Caratteristiche:

Tabella 27. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

Stadi di potenza [kW]	Portata aria (*1) [m ³ /h]	Δt (*4) [°C]	Potenza sonora (*2) [dB(A)]	Pressione sonora (*3) [dB(A)]	Corrente motore [A]	Alimentazione/ Corrente [A] in riscaldamento	Lung. [m]	Peso [kg]
6/12/18	1950/3650	28/15	76	43/60	4,1	400 V/3 ~/	1,5	74

*1) Portata d'aria bassa/alta (2 V/10 V).

*2) Misurazioni della potenza sonora (LWA) in conformità con ISO 27327-2: 2014, Tipo di installazione E.

*3) Pressione sonora (LpA). Condizioni: distanza dall'unità 5 metri. Fattore direzionale: 2. Superficie di assorbimento equivalente: 200 m². Con portata d'aria bassa/alta (2 V/10 V).

*4) Δt = innalzamento della temperatura dell'aria in transito alla massima potenza termica e alla portata d'aria bassa/alta (2 V/10 V).

Il telaio e lo sportello di ispezione sono realizzati con pannelli di acciaio zincati a caldo e rivestiti a polvere.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Tabella 28. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Potenza (kW)	Portata (m3/h)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	4	3x6 3x6 3x7,8 2x7,8	3x1.950 3x1.950 3x2.500 2x2.500
2	GIULIO CESARE	-	-	-
3	SAN GIOVANNI BOSCO	-	-	-
4	CORELLI	-	-	-
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	3x6 3x6	3x1.950 3x1.950
6	BOLOGNA	2	3x6	3x1.950

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

			3x6	3x1.950
7	NOVARA	2	3x6 3x6	3x1.950 3x1.950
8	VERONA	2	3x6 3x6	3x1.450 3x1.450
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	3x6 3x6	3x1.950 3x1.950
10	CARLO ALBERTO	2	3x6 3x6	3x1.950 3x1.950
11	PORTA NUOVA	2	4x9,9 1x9,9	4x3.200 1x3.200
12	PASTRENGO	2	3x6 3x6	3x1.950 3x1.950
13	POLITECNICO	2	3x6 3x6	3x1.950 3x1.950

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.11 Linee di fluido frigorifero per sistema VRF

Le tubazioni saranno in rame, di tipo certificato idoneo per circuiti frigoriferi.

Si userà, ove disponibile sul mercato, **tubo di rame accoppiato preisolato** conforme EN 12735-1 autoestinguente anticondensa. Classe 1 per condizionamento a gas refrigerante. Tubo in rame CuDHP 99.9% conforme EN 12735-1.

Isolamento in polietilene a cellule chiuse a bassa conducibilità, atossico, esente da CFC, inodore. Guaina protettiva in polietilene antistrappo. Identificazione e metratura riportate progressivamente. Confezionato in bobine.

Per diametri maggiori, ove non sia disponibile il tubo preisolato, si farà uso di tubo in rame nudo, isolato in opera.

10.11.1 Dati dimensionali

Tabella 29. Tubazioni in rame preisolato

Diametro esterno tubazione (mm)	Spessore (mm)	Tipologia
6,35	1	In rotoli preisolati
9,52	1	In rotoli preisolati
12,70	1	In rotoli preisolati
15,87	1	In rotoli preisolati
19,05	1	In rotoli preisolati
22,22	1	In rotoli preisolati
25,4	1	In barre di rame nudo isolate in opera
28,58	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
34,9	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
41,3	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
53,98	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera

10.11.2 Caratteristiche tecniche tubo

- Lega: Cu-DHP (Cu: 99.90% min., P: 0.015÷0.040%) secondo UNI EN 12449.
- Dimensioni, tolleranze, pulizia interna secondo UNI EN 12735-1 certificato IGQ P112.
- Residuo carbonioso <0,05 mg/dm².

10.11.3 Collaudo

Terminata la stesura della tubazione, prima di chiudere le tracce, effettuare collaudo come previsto da normativa "UNI 10339:1995 impianti aeraulici ai fini di benessere" dove, al punto 8.4, sono riportati gli obblighi dell'installatore.

10.11.4 Carica del refrigerante

L'unità del compressore è stata caricata in fabbrica con il refrigerante, ma a seconda delle tubazioni esistenti potrebbe essere necessario caricarne una quantità aggiuntiva.

La fornitura del refrigerante necessario è parte integrante dell'appalto e si considera compresa nel prezzo a corpo finale.

Prima del caricamento del refrigerante, assicurarsi che le tubazioni del refrigerante esterne dell'unità del compressore siano state sottoposte a verifica (prova di perdita ed essiccazione sotto vuoto).

Il caricamento di refrigerante aggiuntivo si compone tipicamente delle seguenti fasi:

- Valutazione della quantità di refrigerante aggiuntivo da caricare
- Caricamento del refrigerante aggiuntivo (precaricamento e/o caricamento manuale)
- Compilazione dell'etichetta sui gas serra fluorinati e applicazione della stessa all'interno dell'unità del compressore

10.11.5 Modalità di messa in opera

Le tubazioni devono essere posate nei controsoffitti, nelle contropareti o sottotraccia. In caso di tratti a vista (ad esempio nella sottocentrale), proteggere con apposite canaline o nastri alluminizzati le guaine isolanti rimanenti all'esterno o comunque esposte alla luce.

Evitare saldobrasature di giunzione.

Serrare sulla tubazione l'estremità della guaina con fascetta o similare in modo da impedire infiltrazioni tra tubo ed isolamento.

Per la curvatura dei tubi, usare una curvatrice per tubi. Tutte le curve dei tubi devono avere un raggio il meno accentuato possibile (il raggio di curvatura deve essere di 30~40 mm o maggiore).

Durante la brasatura, eseguire la soffiatura con azoto per impedire la formazione di una pellicola ossidata spessa sulla parte interna della tubazione. Questa pellicola ha un effetto negativo sulle valvole e sui compressori nel sistema di refrigerazione e ne impedisce il corretto funzionamento.

Per l'installazione del giunto di diramazione refrigerante a Y, fare riferimento al manuale di installazione in dotazione con il kit. Lo stesso dicasi per i collettori.

10.12 Staffaggio impianti

I sostegni di tubazioni e condotti delle reti termofluidiche saranno in profilato metallico, con appoggi fissi e scorrevoli per consentire il libero movimento delle reti, il profilo delle quali deve essere realizzato in modo da non indurre sforzi anormali nei materiali.

Il motore e il cavo motore saranno progettati per utilizzo sommerso.

10.12.1 Modalità di posa in opera

La distanza fra i supporti dovrà essere calcolata sia in funzione del diametro della tubazione sostenuta che della sua pendenza, al fine di evitare la formazione di sacche dovute all'inflessione della tubazione stessa.

L'interasse dei sostegni, siano essi singoli o per più tubazioni contemporaneamente, non potrà superare 1,8 m, in modo da evitare qualunque deformazione dei tubi.

Tutte le tubazioni installate all'esterno saranno staffate mediante carpenteria zincata a bagno dopo la lavorazione. L'eventuale bulloneria utilizzata per l'assemblaggio dovrà essere in acciaio inox.

Nelle centrali e sottocentrali le tubazioni che corrono sotto soffitto potranno essere sostenute mediante collari e tiranti, a loro volta collegati a staffe vincolate al soffitto. Il rivestimento isolante ricoprirà il collare e realizzerà una superficie continua e senza interruzioni.

Le tubazioni convoglianti acqua fredda dovranno essere appoggiate alle staffe di sostegno frappo-
nendo fra tubo e staffa uno strato di idoneo materiale coibente (sughero o altro), approvato dalla
D.L., che impedisca il raffreddamento della staffa evitando il rischio di condensazione superficiale e
stirilicidi. Per lo stesso fine, qualora si utilizzino delle sospensioni con collari pensili, questi dovranno
essere dotati di guarnizioni isolanti in gomma.

Per il sostegno dei collettori addossati alla parete dovranno essere realizzati staffaggi e supporti fissi
e scorrevoli, per permettere i loro movimenti; tali staffaggi, in profilato metallico, potranno venire
vincolati alla parete.

L'assemblaggio degli elementi metallici di sostegno di maggiori dimensioni, in corrispondenza delle
strutture prefabbricate, dovrà sempre venire realizzato con dime, onde evitare forzature nella fase
di fissaggio del manufatto al fabbricato.

I disegni di fissaggio dovranno essere sviluppati in dettaglio dall'Impresa sottoponendo la relativa
completa documentazione alla Direzione Lavori per approvazione.

Nel caso l'Impresa intendesse modificare i sistemi di fissaggio già definiti nei disegni di progetto,
dovrà preventivamente avere l'approvazione della D.L., presentando le varianti con disegni e/o con
un modello.

10.13 Isolamento delle tubazioni

Per le tubazioni si dovrà impiegare guaine di isolante tubolare flessibile e schiumoso, di tipo estruso
a struttura cellulare completamente chiusa, a base di gomma sintetica (tipo Armaflex o similari), di
adeguato spessore (comunque non inferiore a 6 mm) e densità.

**In tutti i tratti soggetti alle intemperie, o all'esterno, o anche internamente nelle centrali
e sottocentrali, dovrà sempre essere previsto il rivestimento di finitura in alluminio,
spessore 6/10 mm.**

Tutto il valvolame ed i collettori relativi alle tubazioni in oggetto dovranno essere coibentati con lo
stesso materiale e chiusi con scatole presagomate, apribili con cerniere e clips; nel caso di
rivestimento in alluminio, il lamierino dovrà avere uno spessore minimo di 8/10 mm.

I valori di conducibilità l ($W/m \cdot K$) sono ricavati da *Certificati di Prova* rilasciati da Laboratori autoriz-
zati dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, aumentati del 20%. Lo spessore
equivalente di un isolante avente conducibilità termica λ' di valore diverso da una conducibilità λ
nota si può ricavare mediante la formula seguente.

$$s' = \left[\left(1 + \frac{2s}{d} \right)^{\frac{\lambda'}{\lambda}} - 1 \right] \cdot \frac{d}{2}$$

in cui:

- λ = conducibilità termica di riferimento, definita precedentemente;
- s = spessore minimo dell'isolante di riferimento [m];
- λ' = conducibilità termica del materiale impiegato;
- s' = spessore minimo del materiale di conducibilità λ' ;
- d = diametro esterno della tubazione [m].

10.13.1 Attestazione di non pericolosità dei materiali

I materiali da coibentazione impiegati dovranno essere corredati da scheda di sicurezza che ne attesti
il superamento dei test previsti dalla nota "Q" del D.M. Sanità 1/9/98 (attuazione della Direttiva CE
97/69) e che escluda la marchiatura "R 40".

10.13.2 Isolamento tubazioni nude in rame

Tabella 30. Isolamenti tubazioni in rame nudo

<i>Diametro esterno tubazioni (mm)</i>	<i>Luogo installazione</i>	<i>Spessore isolamento (mm)</i>	<i>Eventuale finitura</i>
25,4	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
28,58	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
34,9	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
41,3	Vani esterni di ventilazione	40	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
53,98	Vani esterni di ventilazione	40	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
25,4	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
28,58	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
34,9	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
41,3	Controsoffitto/cavedi	20	Pellicola PVC
53,98	Controsoffitto/cavedi	20	Pellicola PVC

La finitura dei tubi preisolati in caso di passaggio nei vani esterni di ventilazione sarà realizzata in analogia a quanto previsto per i tubi nudi e coibentati in opera.

10.13.3 Modalità di posa in opera

L'isolamento deve essere posato con uniformità. La superficie esterna deve presentarsi liscia e la lastratura di protezione deve coprire interamente l'isolante, senza lasciare alcun punto esposto.

10.13.4 Isolamento tubazioni in acciaio nero

L'isolamento e le finiture protettive delle tubazioni facenti parte degli impianti di condizionamento, dovranno avere le caratteristiche riepilogate nella tabella che segue:

Tabella 31. Isolamenti tubazioni in acciaio nero

DN tubazioni	Spessore tubazioni (mm)			Finitura	
	Centrali/ Vani esterni di ventilazione (CAT.A)	cavedi (CAT.B)	CONTROSOFFITTO (CAT.C)	Centrali/ esterni Vani di ventilazione/cavedi	Controsoffitto
DN15	30	15	10	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN20	30	15	10	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN25	30	15	10	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN32	40	20	12	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN40	40	20	12	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN50	50	25	15	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN65	50	25	15	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN80	55	30	20	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente
DN100 e diametri superiori	60	30	20	Lamierino alluminio sp.6/10mm	Non presente

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

L'isolamento delle tubazioni può essere realizzato con l'utilizzo di guaine in elastomero espanso, a struttura cellulare chiusa, a base di gomma sintetica.

Proprietà fisiche:

Conducibilità termica a -20°C	0,034 W/m/K (UNI EN 12667)
Conducibilità termica a 0°C	0,034 W/m/K (UNI EN 12667)
Conducibilità termica a +20°C	0,034 W/m/K (UNI EN 12667)
Conducibilità termica a +40°C	0,034 W/m/K (UNI EN 12667-L10/91)
Permeabilità	≥ 10.000 (UNI EN 12086)

Il materiale costituente l'isolamento deve rispettare i requisiti di reazione al fuoco, come definiti dal dall'articolo 8 del D.M. 15/03/2005:

INSTALLAZIONE	CLASSI DI REAZIONI AL FUOCO AMMESSE
Vie di esodo	(A2L-s1,d0), (A2L-s2,d0), (BL-s1,d0), (BL-s2,d0)
All'esterno delle vie di esodo	(A2L-S1,d0),(A2L-s2,d0), (A2L-s3,d0), (A2L-s1,d1), (A2L-s2,d1), (A2L-s3,d1), (BL-s1,d0), (BL-s2,d0)
Entro intercapedini con caratteristiche di resistenza al fuoco EI 30', presso vie di esodo	(A2L-s1,d0), (A2L-s2,d0), (A2L-s3,d0), (A2L-s1,d1), (A2L-s2,d1), (A2L-s3,d1), (A2L-s1,d2), (A2L-s2,d2), (A2L-s3,d2), (BL-s1,d0), (BL-s2,d0), (BL-s3,d0), (BL-s1,d1), (BL-s2,d1), (BL-s3,d1), (BL-s1,d2), (BL-s2,d2), (BL-s3,d2), (CL-s1,d0),(CL-s2,d0),(CL-s3,d0),(CL-s1,d1), (CL-s2,d1), (CL-s3,d1), (CL-s1,d2), (CL-s2,d2), (CL-s3,d2), (DL-s1,d0), (DL-s2,d0), (DL-s1,d1), (DL-s2,d1)

In esercizio ordinario, il fluido termovettore all'interno delle tubazioni che realizzano il collegamento alla pompa di calore aria/acqua può essere non circolante, in quanto tale apparecchiatura ha funzione di back-up della pompa di calore acqua/acqua.

È pertanto necessaria l'adozione di adeguati accorgimenti (ad esempio l'utilizzo di fluidi incongelabili rispetto alle temperature esterne di progetto) contro il loro eventuale danneggiamento da gelo, che potrebbe interessare i tratti di di tubazione installati all'esterno (tipicamente nei vani tecnici grigliati agli impianti di condizionamento, presenti al livello atrio).

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, sono a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri:

- disegni "come costruito" delle tubazioni;

- tabelle di calcolo per la determinazione dei pesi;
- assistenza per l'esecuzione di tutte le prove di collaudo sia in corso d'opera sia ad impianto ultimato;
- operazioni di lavaggio ed eventuale disinfezione prima della messa in esercizio.

10.14 Tubazioni in acciaio nero

10.14.1 Riferimenti normativi

UNI EN 10255, Serie Media "tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura";

UNI EN 10224 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi

UNI EN ISO 1452-1/7 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)

UNI EN 12666-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE)

UNI EN 10255: Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura

UNI EN 10216: Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione

UNI EN 10240 Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici

UNI EN 10241: Raccordi di acciaio filettati per tubi

UNI EN 1092-1: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio

UNI EN 1092-2: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di ghisa

UNI EN 1092-3: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange in leghe di rame

UNI EN 1092-4: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange in leghe di alluminio

UNI 9182:2 "Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Progettazione, installazione e collaudo";

Norme UNI per accessori e saldature;

Raccomandazioni emanate dall'Istituto Italiano Plastici (IIP).

10.14.2 Tubi in ferro Mannesmann nero

Tubazioni per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti, conformi alla norma UNI 10255 fino al DN100 e alla **UNI 10216 per diametri superiori**.

Debbono essere in acciaio trafilato nero senza saldatura, tipo Mannesmann, prima qualità e scelta, con le relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente. Le tubazioni dovranno essere dei seguenti tipi: tubo di acciaio nero senza saldatura, tipo gas serie media, fino al diametro nominale di 1½" e tipo liscio commerciale, a partire dal diametro 48/54. Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **chiuso**.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella norma tecnica UNI ISO 4200 e nella Spessore tubi Mannesmann nero

10.14.3 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante saldatura autogena, limitando per quanto possibile i collegamenti filettati.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, \varnothing 3/8", muniti in alto di tubo di sfiato \varnothing 3/8" e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il

Tabella 32. Spessore tubi Mannesmann nero

\varnothing esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 30	2,0
30 ÷ 40	2,3
40 ÷ 55	2,6
60 ÷ 76	2,9
80 ÷ 100	3,2
100 ÷ 120	3,6
130 ÷ 140	4,0
150 ÷ 180	4,5
190 ÷ 210	5,4
219 ÷ 230	5,9
240 ÷ 300	6,3
310 ÷ 340	7,1
350 ÷ 390	8,0
400 ÷ 430	8,8
450 ÷ 490	10,0
500 ÷ 540	11,0
> 550	2,3% \varnothing est.

diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L. Le curve saranno realizzate in conformità alla norma UNI 7929.

Per piccoli diametri, inferiori ad 1½", saranno ammesse curve ottenute mediante piegatura a freddo. Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati oppure curve a saldare tagliate a scarpa. Tali curve saranno posizionate in maniera che il loro verso sia concordante con la direzione di convogliamento dei fluidi.

Nelle derivazioni nelle quali i tubi vengano giuntati mediante saldatura, non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio nero senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

10.14.4 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm² e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

10.14.5 Norme per le saldature

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, previa preparazione dei lembi da saldare mediante bisellature.

Per le tubazioni aventi diametro uguale o superiore a 80 mm, le giunzioni verranno eseguite mediante saldature elettriche.

Le saldature, dopo la loro esecuzione, dovranno essere martellate e spazzolate con spazzola di ferro. Tutte le saldature dovranno risultare idonee al controllo radiografico e i difetti rientrare nella Classe III della Raccolta "S"-ANCC.

10.14.6 Collegamenti flangiati

Le controflange debbono essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

10.14.7 Collegamenti con giunti

Le giunzioni avverranno tramite collari inseriti in scanalature ottenute sui tubi per deformazione plastica, secondo sistema Victaulic.

Questo metodo è prescritto per le tubazioni degli impianti antincendio, al di sopra del diametro 1½".

10.15 Collettore di distribuzione

10.15.1 Riferimenti normativi

UNI EN 10255: Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura

10.15.2 Caratteristiche tecniche

I collettori in arrivo, partenza e di distribuzione saranno realizzati con tubazione in un solo pezzo in acciaio nero senza saldatura in accordo alla norma UNI 10255.

Devono essere dimensionati considerando come loro portata la somma delle portate contemporanee in partenza dai collettori stessi per una velocità di 2 m/s ed applicando un aumento del 30% sull'area della tubazione risultante dal calcolo.

Le staffe di sostegno saranno complete di piastre di appoggio da affogare nella struttura muraria, e di bulloni e dado in acciaio inox. Tra le staffe ed i collettori sarà interposto isolante per dispersioni elettriche.

Ogni collettore, oltre agli attacchi previsti dai circuiti idraulici da realizzare, dovrà essere provvisto di valvola di scarico collegata, dopo bicchiere, alla rete prevista.

Nel caso di attacco filettato dovrà essere prevista l'installazione di un giunto a tre pezzi.

Sui collettori dovrà inoltre essere installato il seguente equipaggiamento:

- a) collettori di mandata
 - misura visiva pressione;
 - attacco valvolato e flangiato di riserva;

- b) collettori dei ritorni
 - attacco con guaina per termometro di prova sulla tubazione principale di ritorno;
 - misura visiva di pressione;
 - attacco valvolato e flangiato di riserva.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.16 Valvole di intercettazione a sfera

10.16.1 Riferimenti normativi

Si fa riferimento alla normativa UNI che riguarda specificamente l'apparecchiatura in oggetto, ed alle altre normative correlate.

10.16.2 Caratteristiche tecniche

Valvole di intercettazione a sfera a passaggio totale, corpo in ottone e sfera in ottone cromato, leva in duralluminio plastificato, attacchi filettati gas.

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni dell'Appaltatore tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

10.17 Valvole con attacchi filettati e valvole con attacchi a flangia

10.17.1 Riferimenti normativi

- UNI EN 19, "Marcatura delle valvole industriali di impiego generale";
- UNI EN 1171: Valvole industriali - Valvole a saracinesca di ghisa
- Norme ISPESL;
- UNI EN 12729: Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile
- Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A

10.17.2 Caratteristiche tecniche

- Costruzione di marca e tipo approvati dalla Direzione Lavori e tale da garantire un'ottima tenuta nel tempo anche con manovre poco frequenti;
- Pressione nominale (PN) in accordo con le prescrizioni delle tubazioni sulle quali il valvolame è montato.

Valvolame di intercettazione filettato

Valvole a sfera a passaggio totale PN 16:

- corpo in ottone OT58 nichelato e cromato. Sfera in ottone OT58 nichelata, cromata e diamantata;
- tenuta sulla sfera in PTFE;
- tenuta sull'asta con O-ring in Viton e guarnizione in PTFE;
- attacchi a manicotto, filettati gas;
- leva in acciaio plastificato o alluminio con boccola distanziatrice per tubazioni coibentate.

Valvolame di intercettazione flangiato

Sconnettore a zona di pressione ridotta:

- corpo e coperchio in ghisa Ft 25;
- rivestimento interno ed esterno in vernice epossidica di qualità alimentare con spessore di 150 micron;
- otturatori a monte ed a valle in bronzo;
- guarnizioni di tenuta in EPDM
- aste e molla in acciaio inox;
- sede in bronzo;
- membrana in tessuto poliammidico a struttura compatta con rivestimento in neoprene aderente;
- supporto membrana in nylon;
- attacchi a flangia;
- complete di controflange bulloni e guarnizioni.

Valvole a sfera in ghisa

- corpo in ghisa;
- sfera in AISI 304;
- leva in acciaio al carbonio;
- completa di controflange, bulloni e guarnizioni.

Valvolame di ritegno

Valvole di ritegno a battente filettate PN 16:

- Corpo e coperchio in ottone;
- tipo a clapet con otturatore in gomma dura.

Valvole di ritegno a membrana:

- Tipo a passaggio venturimetrico;
- corpo in ghisa;
- guida e otturatore in ghisa;
- guarnizione di tenuta piana in elastomero;
- molla in acciaio inox;
- attacchi a flangia PN 16:

Valvole di ritegno a palla:

- tipo a sfera rivestita in gomma, con facile accesso alla sfera;
- corpo in ghisa;
- funzionamento orizzontale e verticale;
- attacchi a flangia PN 10.

Giunti antivibranti:

- tipo a spinta eliminata, con attacchi flangiati.
- corpo: gomma di caucciù in unico pezzo con flange di acciaio vulcanizzate sul corpo.
- controflange a collarino secondo UNI EN 1092-1, PN 16, bulloni e guarnizioni
- temperatura massima d'esercizio: 100 °C
- funzionamento in orizzontale e verticale;
- pressione nominale minima: 16 kg/cmq

Filtri ad "Y":

- corpo in ghisa GG25
- cestello filtrante e rete in acciaio inox.
- controflange a collarino secondo UNI EN 1092-1, PN 16, bulloni e guarnizioni
- temperatura massima d'esercizio: 300 °C
- funzionamento in orizzontale con il flusso d'acqua in direzione dell'indicazione riportata sul filtro stesso;
- pressione nominale minima: 16 kg/cmq

Tutto il valvolame impiegato ed i pezzi speciali saranno verniciati secondo le medesime modalità indicate per le tubazioni, o catramati a caldo se interrati.

Le valvole saranno con attacchi filettati o con attacchi flangiati in funzione delle indicazioni progettuali.

Sui collettori saranno sempre con attacchi flangiati.

Tutto il valvolame filettato sarà montato con bocchettone a tre pezzi, per permettere un agevole smontaggio.

Le leve o gli organi di manovra dovranno permettere manovre di chiusura o apertura senza interferire con tubazioni o valvolame adiacente.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei componenti.

10.18 Sonde e sensori

10.18.1 Caratteristiche tecniche

Sonde di temperatura per acqua ad immersione

Sonda di temperatura in esecuzione da immersione, completa di guaina in ottone ed attacco filettato maschio 1/2" gas per montaggio diretto su tubazioni e/o serbatoi.

- elemento sensibile Nichel 1.000 ohm a 0 °C
- campo di lavoro -30÷120°C
- grado di protezione IP40
- gambo in ottone nichelato PN10,6 mm.

Sonde di temperatura per esterno

Sonda di temperatura in esecuzione da esterni, completa di contenitore in materiale plastico montaggio diretto su pareti e muri

- elemento sensibile Nichel 1.000 ohm a 0 °C
- campo di lavoro -30÷50°C
- grado di protezione IP44

Sonde di pressione per acqua

Il controllo della pressione in tubazioni d'acqua sarà effettuato mediante l'impiego di sonde aventi le caratteristiche sotto indicate.

L'elemento sensibile sarà a diaframma con elemento piezo-resistivo, camera in acciaio e convertitore 0÷10 Vcc - precisione +/- 1 % del campo di misura;

L'alimentazione sarà compresa fra i 18÷33Vcc (15 Vcc disponibile direttamente dal regolatore) oppure 24Vac +15%/-10%.

La massima sovrappressione di lavoro potrà raggiungere il 200% del campo di lavoro.

La custodia sarà completamente in alluminio con grado di protezione IP65.

Tutte le sonde saranno conformi alla direttiva CE (Direttiva ECM, 89 / 336 EEC) in accordo con gli standard EN 50081-1 e EN 50082-1.

Sonda di pressione per liquidi o gas fino a 85°

Trasmittitore di pressione per applicazioni industriali, con sensore piezo-resistivo; completo di custodia e di presa di pressione in acciaio inox, collegamento pressione \varnothing 1/2" gas.

- Campi di pressione variabili a seconda del modello:
- da 0÷1 bar
- fino a 0÷25 bar
- da selezionare a cura Assuntore in funzione dell'impiego
- Segnale in uscita: 4÷20 mA
- Temperatura massima di esercizio: 85°C.

Pressostati differenziali

Regolatori elettromeccanici del tipo a due posizioni con contatti in argento e due raccordi di pressione \varnothing 5 mm per tubo flessibile in PVC (innesto a pressione).

- Max pressione 50kPa
- Pressione differenziale 30-500 Pa
- Fluidi ammessi aria e gas non aggressivi
- Portata contatti 3A max. resistivi
- 2A max. induttivi
- Protezione IP 54 (DIN40050)
- Montaggio a parete - completo di tubo flessibile in PVC per raccordi prese
- Materiale:
- custodia ABS
- attacchi pressione ABS
- membrana Silicone
- passacavi PVC
- Peso 1,5 Kg. (3,5 Kg. con tubo fless.)
- Collegamenti:
- collegamenti elettrici 3 morsetti a vite
- passacavo PG9

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- attacchi pressione Ø 5mm, maschio
- Limiti temperatura ambiente:
- funzionamento -20T60 °C
- immagazzinamento -40T85 °C
- Il prodotto è conforme alla direttiva bassa tensione (73/32/CEE)
- Tensione a terra 250 Vac max.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei componenti.

11. IMPIANTI GEOTERMICI DA STRUTTURE ENERGETICHE:

11.1 Descrizione architettura del sistema

Uno degli aspetti di innovazione che segue il percorso internazionalmente tracciato, in termini di eco-compatibilità e razionalizzazione generale dell'uso delle fonti energetiche con introduzione di energie rinnovabili a bassa entalpia, è costituito dalla integrazione dei sistemi geotermici legati all'infrastruttura sotterranea. Lo scopo è quello di ottenere energia da utilizzare al fine di soddisfare la domanda di energia termica delle stazioni (anche parziale), ed in via subordinata di possibili ricettori esterni distribuiti lungo il tracciato della Linea.

Il principio è quello dell'utilizzo dello scambio termico tra il terreno e la falda, attraverso i conci di galleria e le paratie di stazione o manufatti, mediante l'utilizzo di pompe di calore acqua/acqua dedicate che sfruttino l'energia prodotta e la indirizzino verso l'utilizzatore. Lo sfruttamento di questa tipologia di risorsa vedrebbe una sorgente in grado di garantire un ΔT stagionale al fluido termovettore con potenze variabili per zona e per km.

Tale soluzione determinerebbe una riduzione dei consumi energetici attesi, per le aree aperte al pubblico o parte dei locali tecnici, senza la necessità di disporre di apparati per lo scambio termico con l'aria, di notevoli dimensioni altrimenti presenti con i gruppi frigo ad aria-acqua. In ogni caso gli spazi per questa tipologia di apparati sono stati funzionalmente riservati nei vani di ventilazione esterni al fine di consentire nelle successive fasi di progettazione la migliore soluzione per ogni singola tipologia di stazione.

11.2 Gruppo di pompaggio gemellare

11.2.1 Caratteristiche tecniche

La circolazione a servizio dei vari circuiti sarà garantita da elettropompe gemellari del tipo a rotore bagnato a magneti permanenti o in linea con rotore raffreddate ad aria, con inverter e comando elettronico montato a bordo, e sensori di pressione e temperatura direttamente sul corpo pompa.

Le elettropompe saranno montate direttamente sulle tubazioni, saranno dotate di corpo in ghisa, con bocche di aspirazione e mandata sullo stesso asse, girante in ghisa, albero in acciaio inossidabile, supporti in grafite speciale o cuscinetti autolubrificanti, guarnizioni in gomma sintetica EPDM.

Ciascun gruppo di elettropompe sarà completo di collettori, valvole di intercettazione, filtri, valvole di ritegno sulla mandata, giunti antivibranti, manometri a monte e a valle.

La prevalenza di tutte le elettropompe dovrà essere verificata in base alle effettive perdite di carico delle apparecchiature ed alla conformazione delle reti idrauliche.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

11.3 Scambiatore a piastre

Scambiatore di calore a piastre ispezionabili a flussi paralleli, piastre corrugate in **AISI 316 spessore 0,5 mm** complete di guarnizioni in elastomero EPDM non incollate, tiranti in acciaio zincato e telaio in acciaio al carbonio verniciato epossidico.

Lo scambiatore dovrà essere conforme ai dati seguenti.

		Lato Caldo	Lato Freddo
Temperatura ingresso	°C	25	15
Temperatura uscita	°C	20	20
Perdite di carico	kPa	≤ 30	≤ 20
K coefficiente pulito	W/(m ² ·K)	4427	
Sovradimensionamento	%	8,54	
Dati termodinamici	Acqua	Acqua	Acqua
Densità	kg/m ³	996,3	997,2
Calore specifico	kJ/(kg·K)	4,19	4,19
Conducibilità termica	W/(m·K)	0,608	0,604
Direzione flusso		Controcorrente	
Materiale piastre/ spessore		AISI 316 / 0.50 mm	
Materiale guarnizioni		EPDM Clip	EPDM Clip
Materiale connessioni		Acciaio inox	Acciaio INOX
Diametro connessioni		100 mm	100 mm
Tipo connessioni		DN100 flangia DIN	
Normativa		PED, Cat.0	
Pressione di progetto	bar	10	10
Pressione di prova	bar	13	13

Lo scambiatore dovrà essere fornito con coibentazione, costituita da un guscio smontabile rivestito in lamierino di alluminio lucido.

11.3.1 Modalità di posa in opera

Lo scambiatore dovrà venire posizionato su una zona di pavimento perfettamente piana.

11.4 Collettore di distribuzione

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

11.5 Tubazioni in acciaio nero

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10.16

11.6 Isolante termico per tubazioni

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10.
Le tubazioni saranno protette tramite rivestimento in lamierino di alluminio.

11.7 Valvole di intercettazione a sfera

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

11.8 Valvole con attacchi filettati e valvole con attacchi a flangia

11.8.1 Riferimenti normativi

- UNI EN 19, "Marcatura delle valvole industriali di impiego generale";
- UNI EN 1171: Valvole industriali - Valvole a saracinesca di ghisa
- Norme ISPESL;
- UNI EN 12729: Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile
- Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A

11.8.2 Caratteristiche tecniche

- Costruzione di marca e tipo approvati dalla Direzione Lavori e tale da garantire un'ottima tenuta nel tempo anche con manovre poco frequenti;
- Pressione nominale (PN) in accordo con le prescrizioni delle tubazioni sulle quali il valvolame è montato.

Valvolame di intercettazione filettato

Valvole a sfera a passaggio totale PN 16:

- corpo in ottone OT58 nichelato e cromato. Sfera in ottone OT58 nichelata, cromata e diamantata;

- tenuta sulla sfera in PTFE;
- tenuta sull'asta con O-ring in Viton e guarnizione in PTFE;
- attacchi a manicotto, filettati gas;
- leva in acciaio plastificato o alluminio con boccola distanziatrice per tubazioni coibentate.

Valvolame di intercettazione flangiato

Sconnettore a zona di pressione ridotta:

- corpo e coperchio in ghisa Ft 25;
- rivestimento interno ed esterno in vernice epossidica di qualità alimentare con spessore di 150 micron;
- otturatori a monte ed a valle in bronzo;
- guarnizioni di tenuta in EPDM
- aste e molla in acciaio inox;
- sede in bronzo;
- membrana in tessuto poliammidico a struttura compatta con rivestimento in neoprene aderente;
- supporto membrana in nylon;
- attacchi a flangia;
- complete di controflange bulloni e guarnizioni.

Valvole a sfera in ghisa

- corpo in ghisa;
- sfera in AISI 304;
- leva in acciaio al carbonio;
- completa di controflange, bulloni e guarnizioni.

Valvolame di ritegno

Valvole di ritegno a battente filettate PN 16:

- Corpo e coperchio in ottone;
- tipo a clapet con otturatore in gomma dura.

Valvole di ritegno a membrana:

- Tipo a passaggio venturimetrico;
- corpo in ghisa;
- guida e otturatore in ghisa;
- guarnizione di tenuta piana in elastomero;
- molla in acciaio inox;
- attacchi a flangia PN 16:

Valvole di ritegno a palla:

- tipo a sfera rivestita in gomma, con facile accesso alla sfera;
- corpo in ghisa;
- funzionamento orizzontale e verticale;
- attacchi a flangia PN 10.

Giunti antivibranti:

- tipo a spinta eliminata, con attacchi flangiati.
- corpo: gomma di caucciù in unico pezzo con flange di acciaio vulcanizzate sul corpo.
- controflange a collarino secondo UNI EN 1092-1, PN 16, bulloni e guarnizioni
- temperatura massima d'esercizio: 100 °C
- funzionamento in orizzontale e verticale;
- pressione nominale minima: 16 kg/cmq

Filtri ad "Y":

- corpo in ghisa GG25
- cestello filtrante e rete in acciaio inox.
- controflange a collarino secondo UNI EN 1092-1, PN 16, bulloni e guarnizioni
- temperatura massima d'esercizio: 300 °C
- funzionamento in orizzontale con il flusso d'acqua in direzione dell'indicazione riportata sul filtro stesso;
- pressione nominale minima: 16 kg/cmq

Tutto il valvolame impiegato ed i pezzi speciali saranno verniciati secondo le medesime modalità indicate per le tubazioni, o catramati a caldo se interrati.

Le valvole saranno con attacchi filettati o con attacchi flangiati in funzione delle indicazioni progettuali.

Sui collettori saranno sempre con attacchi flangiati.

Tutto il valvolame filettato sarà montato con bocchettone a tre pezzi, per permettere un agevole smontaggio.

Le leve o gli organi di manovra dovranno permettere manovre di chiusura o apertura senza interferire con tubazioni o valvolame adiacente.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei componenti.

11.9 Sonde e sensori

11.9.1 Caratteristiche tecniche

Sonde di temperatura per acqua ad immersione

Sonda di temperatura in esecuzione da immersione, completa di guaina in ottone ed attacco filettato maschio 1/2" gas per montaggio diretto su tubazioni e/o serbatoi.

- elemento sensibile Nichel 1.000 ohm a 0 °C
- campo di lavoro -30÷120°C
- grado di protezione IP40
- gambo in ottone nichelato PN10,6 mm.

Sonde di temperatura per esterno

Sonda di temperatura in esecuzione da esterni, completa di contenitore in materiale plastico montaggio diretto su pareti e muri

- elemento sensibile Nichel 1.000 ohm a 0 °C
- campo di lavoro -30÷50°C
- grado di protezione IP44

Sonde di pressione per acqua

Il controllo della pressione in tubazioni d'acqua sarà effettuato mediante l'impiego di sonde aventi le caratteristiche sotto indicate.

L'elemento sensibile sarà a diaframma con elemento piezo-resistivo, camera in acciaio e convertitore 0÷10 Vcc - precisione +/- 1 % del campo di misura;

L'alimentazione sarà compresa fra i 18÷33Vcc (15 Vcc disponibile direttamente dal regolatore) oppure 24Vac +15%/-10%.

La massima sovrappressione di lavoro potrà raggiungere il 200% del campo di lavoro.

La custodia sarà completamente in alluminio con grado di protezione IP65.

Tutte le sonde saranno conformi alla direttiva CE (Direttiva ECM, 89 / 336 EEC) in accordo con gli standard EN 50081-1 e EN 50082-1.

Sonda di pressione per liquidi o gas fino a 85°

Trasmittitore di pressione per applicazioni industriali, con sensore piezo-resistivo; completo di custodia e di presa di pressione in acciaio inox, collegamento pressione \varnothing 1/2" gas.

- Campi di pressione variabili a seconda del modello:
- da 0÷1 bar
- fino a 0÷25 bar
- da selezionare a cura Assuntore in funzione dell'impiego
- Segnale in uscita: 4÷20 mA

- Temperatura massima di esercizio: 85°C.

Pressostati differenziali

Regolatori elettromeccanici del tipo a due posizioni con contatti in argento e due raccordi di pressione Ø 5 mm per tubo flessibile in PVC (innesto a pressione).

- Max pressione 50kPa
- Pressione differenziale 30-500 Pa
- Fluidi ammessi aria e gas non aggressivi
- Portata contatti 3A max. resistivi
- 2A max. induttivi
- Protezione IP 54 (DIN40050)
- Montaggio a parete - completo di tubo flessibile in PVC per raccordi prese
- Materiale:
- custodia ABS
- attacchi pressione ABS
- membrana Silicone
- passacavi PVC
- Peso 1,5 Kg. (3,5 Kg. con tubo fless.)
- Collegamenti:
- collegamenti elettrici 3 morsetti a vite
- passacavo PG9
- attacchi pressione Ø 5mm, maschio
- Limiti temperatura ambiente:
- funzionamento -20T60 °C
- immagazzinamento -40T85 °C
- Il prodotto è conforme alla direttiva bassa tensione (73/32/CEE)
- Tensione a terra 250 Vac max.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei componenti.

Sonde di temperatura per acqua ad immersione

Sonda di temperatura in esecuzione da immersione, completa di guaina in ottone ed attacco filettato maschio 1/2" gas per montaggio diretto su tubazioni e/o serbatoi.

- elemento sensibile Nichel 1.000 ohm a 0 °C
- campo di lavoro -30÷120°C
- grado di protezione IP40
- gambo in ottone nichelato PN10,6 mm.

Sonde di temperatura per esterno

Sonda di temperatura in esecuzione da esterni, completa di contenitore in materiale plastico montaggio diretto su pareti e muri

- elemento sensibile Nichel 1.000 ohm a 0 °C
- campo di lavoro -30÷50°C
- grado di protezione IP44

Sonde di pressione per acqua

Il controllo della pressione in tubazioni d'acqua sarà effettuato mediante l'impiego di sonde aventi le caratteristiche sottoindicate.

L'elemento sensibile sarà a diaframma con elemento piezo-resistivo, camera in acciaio e convertitore 0÷10 Vcc - precisione +/- 1 % del campo di misura;

L'alimentazione sarà compresa fra i 18÷33Vcc (15 Vcc disponibile direttamente dal regolatore) oppure 24Vac +15%/-10%.

La massima sovrappressione di lavoro potrà raggiungere il 200% del campo di lavoro.

La custodia sarà completamente in alluminio con grado di protezione IP65.

Tutte le sonde saranno conformi alla direttiva CE (Direttiva ECM, 89 / 336 EEC) in accordo con gli standard EN 50081-1 e EN 50082-1.

Pressostati differenziali

Regolatori elettromeccanici del tipo a due posizioni con contatti in argento e due raccordi di pressione Ø 5 mm per tubo flessibile in PVC (innesto a pressione).

- Max pressione 50kPa
- Pressione differenziale 30-500 Pa
- Fluidi ammessi aria e gas non aggressivi
- Portata contatti 3A max. resistivi
- 2A max. induttivi
- Protezione IP 54 (DIN40050)
- Montaggio a parete - completo di tubo flessibile in PVC per raccordi prese
- Materiale:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- custodia ABS
- attacchi pressione ABS
- membrana Silicone
- passacavi PVC
- Peso 1,5 Kg. (3,5 Kg. con tubo fless.)
- Collegamenti:
- collegamenti elettrici 3 morsetti a vite
- passacavo PG9
- attacchi pressione Ø 5mm, maschio
- Limiti temperatura ambiente:
- funzionamento -20T60 °C
- immagazzinamento -40T85 °C
- Il prodotto è conforme alla direttiva bassa tensione (73/32/CEE)
- Tensione a terra 250 Vac max.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei componenti.

12. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

12.1 Descrizione architettura del sistema

La protezione attiva delle stazioni viene realizzata mediante la distribuzione delle linee idranti e sprinkler/diluvio di stazione alimentati da sistemi di pompaggio connessi ad una alimentazione idrica di tipo singolo superiore come da UNI EN 12845, privilegiando l'alimentazione da acquedotto ove possibile (sono previste connessioni di bypass per ogni collettore).

E' stata prevista la disposizione di una vasca di accumulo dimensionata al fine di corrispondere a tutti gli scenari di emergenza ipotizzati.

La tipologia a disposizione degli idranti DN 45 è determinata dal D.M. 21/10/2015 (Capo VI.1) con grado di pericolosità 3 ai sensi della UNI 10779. Nella galleria di stazione saranno posti almeno due idranti DN 45 collocati sul piano di ciascuna banchina in modo da ottenere una copertura totale della stessa in relazione al corrispondente raggio di azione (Capo VI.1), inoltre all'ingresso esterno di ogni stazione è stato previsto un idrante soprasuolo con minimo diametro DN 100, conforme alla UNI 14384, connesso alla rete idrica comunale della capacità di erogazione minima pari a 500 l/min.

Anche per quanto concerne gli impianti di spegnimento automatico di tipo sprinkler viene seguita l'applicazione della EN12845 (Capo VI.2) con i medesimi riferimenti all'alimentazione idrica. Quest'ultimi dovranno essere utilizzati a protezione dei vani scala mobile (Capo IV.7), della centrale idrica antincendio e a protezione delle zone di piano atrio cui è prevista la localizzazione di macchine distributrici di snack e bevande.

A protezione della galleria di stazione rispetto allo scenario di incendio del materiale rotabile sarà utilizzato l'impianto a diluvio dimensionato secondo la UNI CEN/TS 14816. Il sistema a diluvio dovrà essere ad attivazione controllata (interfacciato con le tecnologie di sistema per il sezionamento della linea elettrica di trazione) e suddiviso in azionamenti su varie linee di ugelli D.M. 21/10/2015 (Capo VI.2-4). Sebbene nel contesto della Linea 2 non si ricada nella tipologia oltre i 24 m, la progettazione è stata indirizzata esclusivamente verso l'impiego di questa forma di protezione per tutte le stazioni interrate, ciò a maggior cautela dei passeggeri in primis, e a protezione generale dell'infrastruttura seguendo le best practices internazionali.

Oltre alla protezione nella parte alta del tunnel di banchina ed in analogia a quanto fatto in similari tipologie di metropolitane, provviste di galleria di separazione con porte di banchina, si è previsto l'utilizzo anche di testine poste a protezione del vano sotto-cassa del convoglio, elemento che tipologicamente racchiude il maggior carico di incendio.

Per quanto concerne le aree tecniche, con particolare riferimento alle aree dedicate agli apparati di sistema, è stato previsto un impianto di tipo Water Mist con un sistema di pompaggio dedicato ed alimentazione idrica principalmente da acquedotto.

Ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo III.1.8 e ai sensi del Progetto di Prevenzione incendi della Linea, con riferimento alla Relazione MTL2T1A0DVVFGENR001 e a tutti gli allegati relativi alle singole tipologia di stazione, nella successiva fase di progettazione dovranno essere valutate le applicazioni dei sistemi di protezione attiva (impianto di spegnimento automatico ad acqua conforme alla EN 12845 o altra idonea tipologia di impianto di spegnimento automatico) necessari per i singoli locali e le aree tecniche in relazione al carico di incendio calcolato in riferimento delle apparecchiature previste nelle singoli locali o aree tecniche".

Si precisa che l'allacciamento all'acquedotto comunale Smat dovrà avvenire secondo gli schemi, i componenti e i regolamenti vigenti; pertanto, l'Appaltatore è tenuto a verificare i requisiti finali espressi dall'ente, sia in termini di ubicazione della connessione per ciascuna stazione (sia per l'utenza di riempimento della vasca, che per gli idranti esterni), sia in termini di componenti.

L'Appaltatore è tenuto alla fornitura e installazione dei pozzetti di connessione dove la Smat porterà gli stacchi in derivazione dall'acquedotto.

12.2 Gruppo di pressurizzazione antincendio sprinkler e diluvio

Gruppi di pompaggio automatici per alimentazione degli impianti di estinzione incendi, dovranno essere realizzati in conformità alle indicazioni delle seguenti normative di riferimento:

- UNI EN 12845: Sistemi automatici a sprinkler
- UNI 10779: Reti di idranti
- UNI 11292: Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio, relativamente agli aspetti applicabili.

I gruppi saranno predisposti per il funzionamento con acqua e alimentazione di tipo singolo (9.6.1), singolo superiore (9.6.2) e doppio (9.6.3) dell'impianto antincendio.

La conformazione dovrà essere di tipo modulare in modo da poter gestire le unità di pompaggio, ed i relativi equipaggiamenti, in macro-blocchi pre-assemblati e predisposti con appositi punti di sollevamento e fissaggio al suolo che ne facilitino il trasporto, la movimentazione, il posizionamento e l'installazione.

I motori elettrici dovranno essere in grado di erogare almeno la potenza richiesta alla portata corrispondente al valore di NPSHr uguale a 16m (10.1.b).

La selezione e il dimensionamento della componentistica idraulica da prevedere in modo da minimizzare le perdite di carico e contenere la velocità dell'acqua nel rispetto dei valori previsti dalla norma (13.2.3) in qualunque valore di portata utile espresso sulla curva di prestazione.

L'avviamento delle pompe principali è automatico e la fermata è manuale (10.7.5.2), solo per impianti a idranti secondo UNI 10779 è consentita la fermata automatica per attività non costantemente presidiate, sempre che il sistema di pompaggio sia ad esclusivo utilizzo della rete di idranti (UNI 10779 A1.2); questa funzione è sempre inclusa ed attivabile dall'utente.

Gruppo costituito da:

- N°2 Pompe principali elettriche
- N°1 Pompa pilota Autoadescante Jet
- Quadro elettrico

Completamente assemblato in fabbrica, fornito su skid, con gli accessori di norma e qui riepilogati. La macchina è interamente prodotta e collaudata presso lo stabilimento del produttore, secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva Europea 2006/42/CE – Direttiva macchine e a Norme UNI EN 12845 - UNI 10779.

TIPO INSTALLAZIONE: SOTTOBATTENTE

12.2.1 Funzionamento

Il funzionamento dei moduli delle pompe principali (PUMP SET) è completamente indipendente. In caso di caduta della pressione nel circuito, l'elettropompa pilota viene avviata ed arrestata automaticamente mediante un pressostato e mantiene in pressione il circuito antincendio.

In caso di caduta della pressione non compensabile dalla limitata portata della elettropompa pilota, si avvia in modo automatico la pompa principale.

Lo spegnimento della pompa principale è solo manuale, tramite interruttore posto sul relativo quadro di comando – come previsto dalla UNI EN 12845. Solo nel caso di gruppi al servizio esclusivo di impianti ad idranti secondo UNI 10779, è possibile lo spegnimento automatico delle pompe principali, secondo i criteri previsti da UNI 10779 A 1.2. Tale opzione è implementabile senza ulteriori costi a richiesta del cliente.

12.2.2 Gruppo pompa/motore

Di tipo modulare, preassemblato su basamento in profilati metallici, collegamento tramite giunto elastico spaziatore, completo di carter antinfortunistico UNI EN 12845 10.1 - N°: 2023-T-01824

Tutti i componenti principali sono verniciati di Rosso (RAL 3000).

Motore Elettrico: Asincrono TEFC - IE3 - IP55 - 2900 giri/minuto

Alimentazione 400/690 V, 50Hz

12.2.3 Colonna di mandata

DN 200 UNI EN 12845 10.5, con accessori idraulici allargati ad un diametro che consente di mantenere velocità inferiori a quelle previste dalla norma UNI EN 12845 13.2.3.

La colonna è composta dai seguenti componenti:

- N°1 valvola a farfalla di intercettazione di tipo lug con indicatore di posizione, possibilità di blocco e riduttore manuale dove richiesto.
- N°1 valvola di ritegno ispezionabile del tipo a clapet con perdite di carico ridotte
- N°1 Circuito pressostatico doppio composto da (UNI EN 12845 10.7.5.):
 - o N°2 pressostati a doppia scala
 - o N°1 manometro classe 1.6 Diametro 80 EN 12845 8.5.2 TR/11438:2016 6.1.4
 - o N°1 valvola di ritegno
 - o N°1 rubinetto di scarico
- N°1 circuito diaframmato di ricircolo (a flusso continuo d' acqua) per il raffreddamento delle pompe principali durante il funzionamento a portata nulla e prevenire così il surriscaldamento delle pompe stesse. UNI EN 12845 10.5.

12.2.4 Collettore di mandata

In acciaio elettrosaldato e verniciato, biflangiato, completo degli attacchi alle pompe ed alle utenze, con un diametro che consente di mantenere velocità inferiori a quelle previste dalla norma UNI EN 12845 13.2.3

- N°1 attacco per sprinkler a protezione del locale di pompaggio.
- Supporti di sostegno per evitare sollecitazioni meccaniche sulle pompe UNI EN 12845 10.1

12.2.5 Kit pompa pilota (Jockey)

Completa di:

- Elettropompa JET autoadescante
 - o Motore elettrico asincrono trifase di tipo chiuso auto ventilato esternamente con rotore a gabbia IP 55, 2900 giri/min, . kW 2.2, 3+T 400V±10% 50Hz
 - o Corpo e supporto: Ghisa
 - o Albero: Acciaio Inox AISI 420
 - o Girante: Otone
 - o Tenuta meccanica: Grafite/Ceramica
- Circuito di comando composto da:
 - o Pressostato a doppia scala
 - o Manometro classe 1.6
 - o Valvola di ritegno
 - o Valvola di intercettazione
- Serbatoio a membrana da 20 l / 16 bar
- Quadro elettrico, avviamento diretto, IP54, conforme alla norma UNI EN 12845.
Contatti di interfaccia a controller:
 - o Troppo Tempo in moto
 - o Numero eccessivo di avviamenti
 - o Blocco termico

Idonea al mantenimento della pressione nell'impianto compensando eventuali perdite con portate massime compatibili con UNI EN 12845.

12.2.6 Kit aspirazione (sottobattente)

Componente da installare sul lato aspirante delle pompe principali per rispettare i requisiti della norma: "diametro minimo tubazione 65 mm, velocità massima dell'acqua nelle tubazioni di aspirazione 1,5 m/s alla portata di progetto". UNI EN 10.6.2.1.

Composto da:

- Cono eccentrico con la parte superiore orizzontale ed un angolo di apertura inferiore di 20°
UNI EN 10.6.2.1 Il cono è realizzato senza spigoli ed ostruzioni, con sezioni di passaggio che abbattano la turbolenza e minimizzano con ciò le perdite di carico in aspirazione
- Manovuotometro con rubinetto
- Valvola di intercettazione a farfalla, posta sul lato con diametro maggiore (a leva fino DN100, con volantino e rid. man. per DN125 e superiori)

12.2.7 Flussimetro

Flussimetro a lettura rinviata - UNI EN 12845 8.5.2

Misuratore di portata a lettura rinviata, per installazione/orizzontale. Precisione ~ 5% su valore fondo scala. Circuito interno di ricircolo con funzione di auto pulizia

Consente la misura della portata delle pompe principali, durante il collaudo e le verifiche periodiche
UNI EN 12845 20.3.2.5 – 20.3.4.2

12.2.8 Quadro Elettrico

Il quadro elettrico effettua il comando e controllo di gruppi di pompaggio con elettropompe conformi alla norma UNI EN 12845.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Gestisce elettropompe sia con avviamento diretto (Pot.< 22 kW) che stella-triangolo (Pot.≥ 22 kW). Tutti i dati principali, legati agli eventi del gruppo di pompaggio antincendio, sono memorizzati all'interno della centralina in ordine cronologico, scaricabili tramite supporto di memoria USB. Assemblato in cassa di lamiera verniciata con grado di protezione IP54, costruito secondo le norme CEI in vigore e conforme ai requisiti richiesti dalla norma UNI EN 12845. I cablaggi all'interno del gruppo sono realizzati con cavi tipo FG16 OM16-0,6/1 kV, conformi rispetto alla norma aventi un comportamento alla combustione in conformità alla CEI EN 60332-1-2 e un diametro del conduttore pari ad almeno 2.5 mm² di Cu (UNI EN 12845 – 10.8.2).

Prima del collaudo il fornitore dovrà rilasciare un certificato di installazione dell'impianto a norma UNI EN 12845 (per le parti applicabili).

Le prove e le verifiche di collaudo dovranno essere eseguite a cura dell'Appaltatore che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni del "come costruito".

La D.L. controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con l'Appaltatore.

Il collaudo dovrà essere effettuato con le modalità previste dalle norme sopra indicate.

In generale le prove consisteranno in:

- prove a pressione d'acqua e d'aria;
- prove delle alimentazioni;
- prova di funzionamento di ogni quadro elettrico, di ogni singola pompa, dello scambio pompe della strumentazione e degli allarmi.
- prova di intervento simulato.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 33. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	1	54,56	106,94
2	GIULIO CESARE	1	50,90	95,42
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	50,90	95,42
4	CORELLI	1	50,90	95,42
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	53,65	106,94
6	BOLOGNA	1	52,00	105,56
7	NOVARA	1	46,10	101,67
8	VERONA	1	59,50	104,05

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9	MOLE/GIARDINI REALI	1	46,10	101,64
10	CARLO ALBERTO	1	46,92	103,33
11	PORTA NUOVA	1	49,57	104,19
12	PASTRENGO	1	46,10	101,64
13	POLITECNICO	1	53,74	103,94

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.3 Gruppo di pressurizzazione antincendio idranti

Per le caratteristiche costruttive fare riferimento al paragrafo precedente 12.2

Prima del collaudo l'Appaltatore dovrà rilasciare un certificato di installazione dell'impianto a norma UNI EN 12845 (per le parti applicabili).

Le prove e le verifiche di collaudo dovranno essere eseguite a cura dell'Appaltatore che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni del "come costruito".

La D.L. controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con l'Appaltatore.

Il collaudo dovrà essere effettuato con le modalità previste dalle norme sopra indicate.

In generale le prove consisteranno in:

- prove a pressione d'acqua e d'aria;
- prove delle alimentazioni;
- prova di funzionamento di ogni quadro elettrico, di ogni singola pompa, dello scambio pompe della strumentazione e degli allarmi.
- prova di intervento simulato.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 34. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	1	29,58	8,68
2	GIULIO CESARE	1	39,80	8,20
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	39,80	8,20
4	CORELLI	1	39,80	8,20
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	32,43	8,11
6	BOLOGNA	1	34,78	8,20
7	NOVARA	1	36,51	8,21
8	VERONA	1	29,70	8,35
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	36,51	8,21
10	CARLO ALBERTO	1	36,10	8,23
11	PORTA NUOVA	1	36,21	8,28
12	PASTRENGO	1	36,51	8.21
13	POLITECNICO	1	40.60	8.28

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.4 Erogatore Sprinkler

12.4.1 Caratteristiche tecniche

Struttura in ottone pressofuso, tenuta della molla incapsulata in Teflon e bulbo in vetro frangibile (gli ugelli non devono essere dotati di o-ring). Corpo con borchia per chiave esagonale. Tipo a risposta rapida o standard.

Protezioni e rosette: le protezioni e le rosette devono essere certificate, fornite e approvate per l'uso con l'ugello dal produttore dell'ugello.

K factor sprinkler e connessioni: a seconda delle applicazioni lo sprinkler e' caratterizzato da diversi coefficienti di efflusso. In base al k factor cambia anche il diametro delle connessioni degli sprinkler che puo' andare da 1/2" a 1". Gli sprinkler da k 160 connessione 3/4" con versione scanalata con connessione a mezzo di giunto ad installazione rapida. Il giunto prevede collegamenti al piping di diametro fisso 1".

Finitura sprinkler: oltre alla finitura in ottone e cromate vi sono altre finiture anti-corrosione da valutare in base alla tipologia di applicazione. Le principali sono la verniciatura bianca e nera, il rivestimento in cera, il rivestimento in nickel-teflon e rivestimento anticorrosivo.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.5 Erogatore Sprinkler per diluvio via di corsa sopra e sotto banchina

Ugelli di tipo aperto con struttura in ottone pressofuso resistente alla dezincatura.

Boccola separatore e deflettore: boccola separatore e deflettore in ottone devono essere certificate, fornite e approvate per l'uso dal produttore dell'ugello.

K factor ugelli e connessioni: a seconda delle applicazioni l'ugello e' caratterizzato da diversi coefficienti di efflusso. In base al k factor cambia anche il diametro delle connessioni degli sprinkler che puo' andare da 1/2" a 1". Gli sprinkler da k 160 connessione 3/4" con versione scanalata con connessione a mezzo di giunto ad installazione rapida. Il giunto prevede collegamenti al piping di diametro fisso 1".

Finitura ugello: oltre alla finitura in ottone vi sono altre finiture anticorrosione da valutare in base alla tipologia di applicazione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.6 Cassetta idrante UNI 45

12.6.1 Riferimenti normativi

- Norme UNI per i singoli componenti;
- UNI 10779: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 671-1: Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide
- UNI EN 671-2: Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI EN 14540: Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi
- UNI 9487: Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa
- UNI 7422: Apparecchiature per estinzione incendi - Sistemi di fissaggio per tubazioni appiattibili prementati

12.6.2 Caratteristiche tecniche

Idrante antincendio UNI 45 comprendente:

- attacco idrante DN 40 × 1 1/2";
- saracinesca in bronzo e manicotti DN 1 1/2";
- raccordo in 3 pezzi;
- lancia in rame-ottone;
- manichetta in fibra poliestere gommata internamente e rivestita esternamente in resina poliuretana, per pressioni fino a 25 bar, lunghezza 20 m come prescritto dalla norma 671-2.
- armadio per alloggiamento per UNI 45 composto da telaio metallico in profili scatolari in acciaio zincato fissato a parete mediante a angolari e tasselli ad espansione/chimici, rivestito con pannelli in lamiera presso piegata inox AISI 304 (sp. 20/10 mm), verniciati con trattamento ferromicaceo. Le lamiere saranno curvate come da disegni architettonici, munite di eventuali elementi di irrigidimento in lamiera saldati al dorso dei pannelli e dotate di "finestra" trasparente nella parte superiore (idrante e lancia a antincendio) in pannello tipo "safe-crash" per sfondamento anti-infortunio in caso di emergenza incendio. Gli impianti saranno accessibili frontalmente come da disegni architettonici tramite n. 3 sportelli apribili in lamiera con sistema di chiusura a chiave quadra e cerniere a scomparsa, realizzati a regola d'arte in modo da garantire la continuità tra i giunti a vista e la regolarità della superficie frontale.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.7 Idrante per protezione esterna DN 100 (conforme a D.M. 21-10-2015)

12.7.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- UNI 10779: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- Norma UNI 671-1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 1: Naspi antincendio con tubazioni semirigide
- Norma UNI 671-2 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili
- Norma UNI 671-3: Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 3: Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide e idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI 14384: Idranti antincendio a colonna soprasuolo
- Altre Norme UNI per i singoli componenti

12.7.2 Caratteristiche tecniche

Idrante soprasuolo con bocca minima DN100 e portata 500 l/min. (DM 21-10-2015 Capo VI.1.5)
Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.8 Attacco motopompa VV.F UNI 70

12.8.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- UNI 10779: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio

12.8.2 Caratteristiche tecniche

È del tipo ad attacco unico, diametro 4". comprendente:

- attacco motopompa UNI 70;
- saracinesca di intercettazione;
- valvola di scarico e di sicurezza;
- valvola di ritegno;
- manometro a quadrante;
- scritta segnaletica regolamentare di individuazione.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.9 Collettore di distribuzione

12.9.1 Riferimenti normativi

UNI EN 10255: Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura

12.9.2 Caratteristiche tecniche

I collettori in arrivo, partenza e di distribuzione saranno realizzati con tubazione in un solo pezzo in acciaio zincato senza saldatura in accordo alla norma UNI 10255.

Devono essere dimensionati considerando come loro portata la somma delle portate contemporanee in partenza dai collettori stessi per una velocità di 2 m/s ed applicando un aumento del 30% sull'area della tubazione risultante dal calcolo.

Le staffe di sostegno saranno complete di piastre di appoggio da affogare nella struttura muraria, e di bulloni e dado in acciaio inox. Tra le staffe ed i collettori sarà interposto isolante per dispersioni elettriche.

Ogni collettore, oltre agli attacchi previsti dai circuiti idraulici da realizzare, dovrà essere provvisto di valvola di scarico collegata, dopo bicchiere, alla rete prevista.

Nel caso di attacco filettato dovrà essere prevista l'installazione di un giunto a tre pezzi.

Sui collettori dovrà inoltre essere installato il seguente equipaggiamento:

a) collettori di mandata

- misura visiva pressione;
- attacco valvolato e flangiato di riserva;

b) collettori dei ritorni

- attacco con guaina per termometro di prova sulla tubazione principale di ritorno;
- misura visiva di pressione;
- attacco valvolato e flangiato di riserva.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.10 Tubi in ferro Mannesmann zincato

Tubazioni per il convogliamento negli impianti antincendio, conformi alla norma **UNI 10255**, serie **media**.

Le tubazioni dovranno essere in acciaio zincato senza saldatura, tipo gas serie media, con estremità filettabili; complete di relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente.

Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **aperto**, o ancora per la formazione della rete degli scarichi di condensa.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

Tabella 35. Spessore tubi Mannesmann zincati

Ø esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 18	2,3
20 ÷ 28	2,6
30 ÷ 50	3,2
60 ÷ 80	3,6
90 ÷ 100	4,0
100 ÷ 125	4,5
> 130	3,5% Ø est.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella Tabella 2.

Le tubazioni zincate e i relativi pezzi speciali dovranno avere le superfici interne ed esterne protette con zincatura effettuata secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10240. I raccordi e i pezzi speciali filettati saranno eseguiti in ghisa malleabile bianca GMB-40, UNI EN 1562, in esecuzione zincata.

12.10.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante raccordi a vite e manicotto, oppure mediante flange.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, $\varnothing 3/8"$, muniti in alto di tubo di sfiato $\varnothing 3/8"$ e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati; non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio zincato senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

12.10.2 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm^2 e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

12.10.3 Collegamenti flangiati

Nell'eventualità di dovere realizzare dei collegamenti flangiati, le controflange dovranno essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

12.11 Impianto di spegnimento locali tecnici WaterMist

12.11.1 Elettropompe a pistoncini ad alta pressione

12.11.2 Caratteristiche tecniche

Le pompe saranno conformi alle specifiche di costruzione e realizzate con materiali idonei capaci di resistere alla corrosione, le pompe saranno connesse ad un sistema di stoccaggio in grado di garantire le portate richieste per un determinato tempo di scarica e saranno inoltre interfacciate elettricamente alle fonti di energia disponibili e ad una fonte elettrica di emergenza (Generatori di emergenza e/o linee preferenziali). Il gruppo di pompaggio sarà dotato di quadro elettrico di controllo e gestione che permetta la visualizzazione di allarmi, anomalie e stato del gruppo.

Il gruppo di pressurizzazione antincendio ad alta pressione di tipo elettrico sarà previsto per installazione sottobattente, realizzato in pieno accordo alle norme UNI ENTS 14972 e sarà fornito e collaudato, assemblato su supporto meccanico, dotato di manometri per l'indicazione della pressione di esercizio e regolato alla pressione di 120 bar.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

L'unità di pompaggio sarà equipaggiata con i seguenti componenti principali:

- n.1 Sistema di filtraggio dell'acqua (10 µm) con capacità sino a 350 l/min;
- n.1 Collettore di aspirazione e by-pass a bassa pressione;
- n. 4 Elettropompe a pistoncini alta pressione con portata variabile e prevalenza massima H= 130 bar principale e n. 4 secondarie.

Le pompe saranno connesse a motore elettrico con potenza max di 11 kW a 1450 rpm, assemblato su Skid in acciaio. Valvola di sicurezza alta pressione, valvola regolatrice di pressione connessa alla linea di ricircolo in serbatoio di accumulo, valvole di non ritorno alta pressione, manometri, filtri con capacità di captazione di 100 mesh. Quadro elettrico di comando elettropompa principale e per elettropompa di compenso completo di sezionatore generale blocco-porta, lucchettabile, relè termico, contattore, trasformatore con fusibili per circuito ausiliario, Amperometro, Voltmetro, selettore voltmetrico 0-RS-ST-TR, selettore MAN-0-AUT, selettore con chiave estraibile in pos. AUT, Pulsanti di marca/arresto per funzionamento manuale o di prova, segnalatori luminosi indicanti presenza tensione di linea, circuito ausiliario in tensione, pompa pronta al funzionamento, pompa in marcia, tensione al motore, mancanza di tensione e/o fase (doppio LED). Relè di presenza tensione e fasi, con batteria tampone.

L'unità di pressurizzazione dovrà essere ad avviamento automatico e spegnimento manuale tramite interruttore posto sul relativo quadro di comando.

La fornitura del gruppo di pressurizzazione si intenderà completa e finita con tutto il materiale di completamento (mensole, staffe, supporti, fissaggi, tubazioni, coibentazioni, flange, valvole, strumentazione, basamenti, ecc.), e comprensiva di ogni onere ed accessorio per il corretto funzionamento a perfetta regola d'arte.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Tabella 36. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Portata (l/s)	Prevalenza(m)
TRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	2,52	1100
2	GIULIO CESARE	2,56	1160
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2,56	1160
4	CORELLI	2,56	1160
5	CIMAROSA/TABACCHI	2,52	1100
6	BOLOGNA	2,52	1100
7	NOVARA	2,52	1100
8	VERONA	2,56	1160

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9	MOLE/GIARDINI REALI	2,52	1100
10	CARLO ALBERTO	2,52	1100
11	PORTA NUOVA	2,52	1100
12	PASTRENGO	2,52	1100
13	POLITECNICO	2,52	1100

Il fornitore del sistema dovrà verificare la portata e la prevalenza del gruppo in base alla reale distribuzione delle apparecchiature e le prestazioni/caratteristiche degli ugelli utilizzati.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificato di installazione delle apparecchiature in fabbrica;
- disegni di insieme e di dettaglio delle installazioni;
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.

12.12 Erogatori a ugello aperto

12.12.1 Riferimenti normativi

UNI CEN/TS 14816 - Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione

12.12.2 Caratteristiche tecniche

L'impianto sarà costituito dai seguenti di ugelli del tipo aperto, cioè, non dotati di bulbi di vetro sensibili al calore ma interamente realizzati in acciaio inox di alta qualità, ed impiegati per applicazioni specifiche ad elevato rischio incendio, in impianti a diluvio.

Installazione Ambiente

- attacco 3/8"
- fattore k = 0,64
- Pressione di esercizio = 100 bar
- Spaziatura max 3,00 m x 3,00 m
- Portata minima per ogni ugello = 6,4 l/min

Installazione sottopavimento

- attacco 3/8"
- fattore k = 0,06
- Pressione di esercizio = 100 bar
- Spaziatura max 2,744 m

Portata minima per ogni ugello = 0,6 l/min

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Il fornitore del sistema dovrà fornire rapporti di prova e di collaudo, che certifichino le prestazioni dei singoli ugelli.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificato di installazione delle apparecchiature in fabbrica;
- disegni di insieme e di dettaglio delle installazioni;
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.

12.13 Collettore di aspirazione e bypass

I collettori in arrivo, partenza e di distribuzione saranno realizzati con tubazione in un solo pezzo in acciaio inox senza saldatura in accordo alla norma UNI 10255.

Devono essere dimensionati considerando come loro portata la somma delle portate contemporanee in partenza dai collettori stessi per una velocità di 2 m/s ed applicando un aumento del 30% sull'area della tubazione risultante dal calcolo.

Le staffe di sostegno saranno complete di piastre di appoggio da affogare nella struttura muraria, e di bulloni e dado in acciaio inox. Tra le staffe ed i collettori sarà interposto isolante per dispersioni elettriche.

Ogni collettore, oltre agli attacchi previsti dai circuiti idraulici da realizzare, dovrà essere provvisto di valvola di scarico collegata, dopo bicchiere, alla rete prevista.

Nel caso di attacco filettato dovrà essere prevista l'installazione di un giunto a tre pezzi.

Sui collettori dovrà inoltre essere installato il seguente equipaggiamento:

a) collettori di mandata

- misura visiva pressione;
- attacco valvolato e flangiato di riserva;

b) collettori dei ritorni

- attacco con guaina per termometro di prova sulla tubazione principale di ritorno;
- misura visiva di pressione;
- attacco valvolato e flangiato di riserva.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.14 Valvole di controllo e sezionamento

Per ciascuna sezione di impianto, le aree in cui saranno installati erogatori di tipo chiuso saranno vigilate da una valvola di controllo e sezionamento (normalmente aperta), dotata di pressostato d'allarme ed indicatore di flusso, che in caso d'intervento segnalerà, essendo collegata alla centrale di supervisione dell'edificio, lo stato di "Impianto Intervenuto". Sarà previsto un sistema di drenaggio centralizzato per le valvole di prova, in modo da poter effettuare le prove senza dover ricorrere a complessi e spesso irrealizzabili sistemi estemporanei.

Le Valvole dovranno essere in grado di resistere alle pressioni di esercizio dell'impianto Watermist.

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni dell'Appaltatore tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

Implementare maggiori caratteristiche tecniche, le certificazioni necessarie, luogo di installazione (si richiede ai progettisti)

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.15 Tubazioni in acciaio inossidabile

Le linee di distribuzione del sistema water mist realizzate con tubo in acciaio inox **AISI 304**.

Le giunzioni, ridotte all'indispensabile, saranno effettuate con saldature a TIG in atmosfera inerte, lucidate internamente ed esternamente.

Qualora per montare in modo corretto le tubazioni costituenti l'impianto fosse necessario utilizzare anche della raccorderia, si prescrive il tipo a doppia ferula (doppio anello di serraggio).

12.15.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Occorre evitare ogni forma di contaminazione, per esempio ferrosa, che potrebbe verificarsi durante lo stoccaggio o per effetto di utensili precedentemente usati su acciaio al carbonio.

Le giunzioni saldate con materiale di apporto devono essere eseguite con elettrodo compatibile con il metallo di base, mentre le unioni meccaniche devono prevedere che i materiali costituenti l'organo di collegamento, ad esempio i bulloni, siano anch'esse in acciaio inossidabile; si eviteranno in tal modo fenomeni di corrosione dovuta ad accoppiamento galvanico.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Nelle derivazioni nelle quali i tubi vengano giuntati mediante saldatura, non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

12.16 Protezione antigelo

Le tubazioni correnti all'esterno, in corrispondenza di griglie esterne e in prossimità dei pozzi saranno protette dal gelo mediante coibentazione e cavo scaldante.

12.16.1 Cavo

Cavo scaldante autoregolante per mantenimento antigelo tubazioni acqua. Marchiato CE; prodotto in accordo ad ISO 9000; certificato IMQ, VDE, BS, BASEEFA, UL, FM, CSA, SAE, SEIT, NEMKI, PPL e CSTB.

Assorbimento: 10 W/m a +5°C.

Costituito da due conduttori in rame stagnato sez. 1,2 mm² con interposto nucleo semiconduttivo; due guaine in poliolefina reticolata con legame chimico-fisico permanente con interposta calza in rame stagnato per protezione meccanica e messa a terra.

- Tensione di alimentazione: 230V a.c.

- Temperatura massima d'esposizione: 65°C
- Raggio minimo di piegatura: 10 mm
- Lunghezza max circuito: 150 m
- Peso: 0,13 kg/m
- Resistenza d'isolamento: ≥ 20 MW
- Resistenza della calza in rame stagnato: $\leq 0,010$ W al metro massimo

Il cavo dovrà essere protetto con interruttore magnetotermico con caratteristica curva C e differenziale da 30 mA e max 16A.

La connessione all'alimentazione e/o eventuali derivazioni devono essere eseguite con giunti rapidi, "sistema a freddo" IP68. Questi devono essere sigillabili (IP68) solo se le connessioni elettriche sono state eseguite a regola d'arte.

Il lato non alimentato dovrà essere sigillato con un terminale contenente uno speciale gel.

Sia le connessioni che la terminazione devono essere certificate VDE ed IMQ.

12.16.2 Termostato

Termostato per esterni IP65 come da EN 60529 con campo di regolazione da -5°C a 15°C. Con bulbo a contatto tubazione o ambiente.

Portata max: 16A max 250Vac ; Tensione : 230Vac (max 250Vac) con consumo $\leq 1,8$ VA

Controllo visivo : tre led : verde (cavo scaldante in funzione); rosso (rottura del sensore); rosso (corto circuito del sensore)

Certificazione : CE

Sezione max cavi d'alimentazione elettrica : 2,5 mm²

Differenza di temperatura di commutazione : da 0,6 fino a 1K

Precisione : ± 1 K a 5°C punto di taratura

Tipo di contatto: normalmente aperto

Involucro : selezione temperature all'interno ; temperatura d'esposizione : da -20°C a 50°C ; in ABS

Ingressi : 1 x M20 per cavo alimentazione ; 1 x M25 per cavo scaldante ; 1 x M16 per sensore

Sonda : PTC KTY 83-110 ; lunghezza cavo : 3 m ; \varnothing cavo sonda : 5,5 mm ; \varnothing sonda 6,5 mm ; temp. d'esposizione : 160°C.

12.16.3 Prova idraulica

Le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica con aria compressa alla pressione di 6 kg/cm², mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite

12.17 Tubazioni interrate in Polietilene in pressione

Le tubazioni interrate saranno in polietilene ad alta densità PE100 PN16 per condotte in pressione.

Devono essere conformi alla norma UNI EN 12201-2.

Esse avranno i seguenti spessori:

- De = 63 spessore = 5,8 mm
- De = 75 spessore = 6,8 mm
- De = 90 spessore = 8,2 mm
- De = 110 spessore = 10,0 mm

12.17.1 MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata.

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.
- La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 40 cm superiore al diametro del tubo da posare.
- La profondità minima di interrimento deve essere di 100 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore, per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche. In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche. In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore maggiore di $(10 + 0,1 D)$ centimetri, dove D è il diametro esterno del tubo in cm.

Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle con diametro inferiore a 0,08 mm).

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.

Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda di tappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati.

Le tubazioni devono essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione.

I tubi, infine, vengono fissati definitivamente nella loro posizione, rincalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno o pietrame.

Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza H di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposito ordine della Direzione Lavori.

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di sabbia che giunga ad una altezza di almeno 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Il compattamento dello strato fino a $2/3$ del tubo, a partire dal letto di posa, deve essere particolarmente curato, eseguito manualmente e senza spostamenti del tubo stesso.

La sabbia compattata deve presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiando il tubo da ogni lato.

Tenuto conto che il tubo, a causa del suo coefficiente di dilatazione, assume delle tensioni, se bloccato alle estremità prima del riempimento dello scavo, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

È necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30 cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, sono a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri:

- disegni "come costruito" delle tubazioni;
- assistenza per l'esecuzione di tutte le prove di collaudo sia in corso d'opera sia ad impianto ultimato;
- operazioni di lavaggio ed eventuale disinfezione prima della messa in esercizio.

12.18 Valvola di allarme sistema sprinkler a umido

12.18.1 Riferimenti normativi

- Prescrizioni del Ministero degli Interni e del Comando VV.F. in materia di prevenzione incendi;
- UNI 10779: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 12845: Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione
- UNI EN 12259-1; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 1: Sprinklers
- UNI EN 12259-2: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2: Valvole di allarme idraulico
- UNI EN 12259-3: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 3: Valvole d'allarme a secco
- UNI EN 12259-4: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Allarmi a motore ad acqua
- UNI EN 12259-5: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Indicatori di flusso
- Norme del Concordato Italiano Incendi;
- Norme UNI per i singoli componenti;
- Norme CEI per i componenti elettrici.

12.18.2 Caratteristiche tecniche

Valvola di controllo ed allarme per impianti ad umido dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- corpo valvola in ghisa grigia.
- superfici esterne verniciate in rosso;
- piastra frontale in ghisa grigia, con guarnizione in gomma rinforzata in tela, viti di fissaggio in acciaio inossidabile;
- sede ad anello riportato in bronzo;
- clapet in ghisa grigia con guarnizioni in EPDM, disco di tenuta, perno e vite bloccante in acciaio inossidabile;
- attacchi di entrata ed uscita a flangia, completi di controflange, bulloni e guarnizioni;
- by-pass con valvola di ritegno;
- linea di scarico con valvola di scarico principale, valvola di ritegno ed accessori;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- linea allarmi con filtro, valvola di interruzione allarme, valvola di prova allarme, manometro pressione rete di alimentazione con relativo attacco e valvola, attacco per campana idraulica, pressostato di allarme;
- manometro pressione impianto con relativo attacco e valvola.

La valvola dovrà anche essere corredata dei seguenti accessori:

- pressostato di sicurezza;
- indicatori/trasmittitori di pressione di linea di tipo digitale;
- flussostato per segnalazione di impianto intervenuto, a valle delle stazioni di controllo;
- quadro di regolazione e collegamenti agli strumenti in campo;
- sistema di sicurezza sulle valvole consistente in blocco in posizione aperta con cinghia e lucchetto di sicurezza o piombino.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.18.3 Riferimenti normativi

- Prescrizioni del Ministero degli Interni e del Comando VV.F. in materia di prevenzione incendi;
- UNI 10779: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 12845: Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione

- UNI EN 12259-1; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 1: Sprinklers
- UNI EN 12259-2; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2: Valvole di allarme idraulico
- UNI EN 12259-3; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 3: Valvole d'allarme a secco
- UNI EN 12259-4; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Allarmi a motore ad acqua
- UNI EN 12259-5; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Indicatori di flusso
- Norme del Concordato Italiano Incendi;
- Norme UNI per i singoli componenti;
- Norme CEI per i componenti elettrici.

12.18.4 Caratteristiche tecniche

Valvola di controllo ed allarme per impianti a preazione dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- corpo valvola in ghisa grigia.
- superfici esterne verniciate in rosso;
- piastra frontale in ghisa grigia, con guarnizione in gomma rinforzata in tela, viti di fissaggio in acciaio inossidabile;
- sede ad anello riportato in bronzo;
- clapet in ghisa grigia con guarnizioni in EPDM, disco di tenuta, perno e vite bloccante in acciaio inossidabile;
- attacchi di entrata ed uscita a flangia, completi di controflange, bulloni e guarnizioni;
- by-pass con valvola di ritegno;
- linea di scarico con valvola di scarico principale, valvola di ritegno ed accessori;
- linea allarmi con filtro, valvola di interruzione allarme, valvola di prova allarme, manometro pressione rete di alimentazione con relativo attacco e valvola, attacco per campana idraulica, pressostato di allarme;
- manometro pressione impianto con relativo attacco e valvola;
- valvola a solenoide per sblocco valvola di controllo allarme azionata dal sistema di supervisione;
- compressore aria per alimentazione aria nelle tubazioni tra valvola di controllo e tubazione di connessione agli erogatori sprinkler.

La valvola dovrà anche essere corredata dei seguenti accessori:

- pressostato di sicurezza;
- indicatori/trasmittitori di pressione di linea di tipo digitale;
- flussostato per segnalazione di impianto intervenuto, a valle delle stazioni di controllo;
- quadro di regolazione e collegamenti agli strumenti in campo;
- sistema di sicurezza sulle valvole consistente in blocco in posizione aperta con cinghia e lucchetto di sicurezza o piombino.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.19 Valvola di allarme sistema diluvio a secco

12.19.1 Riferimenti normativi

- Prescrizioni del Ministero degli Interni e del Comando VV.F. in materia di prevenzione incendi;
- UNI 10779: Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 12845: Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione
- UNI EN 12259-1; Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 1: Sprinklers

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI EN 12259-2: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2: Valvole di allarme idraulico
- UNI EN 12259-3: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 3: Valvole d'allarme a secco
- UNI EN 12259-4: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Allarmi a motore ad acqua
- UNI EN 12259-5: Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Indicatori di flusso
- Norme del Concordato Italiano Incendi;
- Norme UNI per i singoli componenti;
- Norme CEI per i componenti elettrici.

La valvola di azionamento diluvio è una valvola deluge ad azionamento controllato certificata CE(UL listed, FM Approved) azionata elettricamente in grado di gestire l'apertura della singola sezione di circuito a diluvio come richiesto dallo scenario antincendio di riferimento. L'azionamento dovrà avvenire a seguito dello scambio di segnali tra il sistema di controllo di stazione e il Posto Centrale al fine di assicurare l'eventuale sezionamento della linea elettrica di trazione della via dicorsa del treno.

Caratteristiche principali:

- valvola idraulica primaria in acciaio (flangiata)
- Rivestimento epossidico EPDM (interno ed esterno)
- stato: normalmente chiusa
- valvola elettrica solenoide a tre vie
- Reset remoto
- Finecorsa - Limit switch (aperto/chiuso)
- Pressostato (pressure switch)

dotata di:

- acceleratore
- valvola di ritegno
- filtro
- azionamento manuale di emergenza
- valvola di mandata primaria
- pressione nominale 12 bar

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;

- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- Certificato di installazione come da norma
- schemi di circuiti di comando e regolazione;
- manuali di montaggio esercizio e manutenzione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.20 Valvole a farfalla (ad azionamento manuale)

- Valvola a farfalla tipo wafer (EN 593) idonea per sistemi antincendio, per controllo e sezionamento, installazione tra flange o tubazioni scanalate, certificate UL/FM.
- corpo e disco in ghisa sferoidale
- stelo in acciaio inox
- disco: ghisa sferoidale/acciaio inox
- sede: EPDM
- temperatura utilizzo: -10÷110°C
- volantino: ghisa malleabile
- diametro nominale: DN 50-200
- Pressione nominale: 16 bar

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.21 Valvole a farfalla (ad azionamento elettrico)

Valvola a farfalla tipo wafer (EN 593) idonea per sistemi antincendio, per controllo e sezionamento, installazione tra flange o tubazioni scanalate, certificate UL/FM.
corpo e disco in ghisa sferoidale

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

stelo in acciaio cromato
disco: ghisa sferoidale/acciaio
sede: EPDM
temperatura utilizzo: -10÷110°C
volantino: ghisa malleabile
diametro nominale: DN 50-200
Pressione nominale: 16 bar

Per la parte di azionamento:

Attuatore elettrico 220V-50 Hz
micro switch di supervisione
Attuatore IP 65, riduttore con dado in bronzo alloggiamento in ghisa malleabile

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.22 Valvole a sfera

Valvole a sfera: con approvazione UL/FM Global, 365 psi (2517 kPa), a estremità scanalata o filettata, corpo in bronzo (ASTM B-124), porta standard, sfera in ottone cromato, stelo in acciaio inossidabile, sedi in TFE, trasmissione in ottone con interruttori di controllo precablati.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.23 Valvole a saracinesca approvate UL/FM global

Valvole a saracinesca di dimensioni da 2-1/2"(DN65) a 12" (DN300): 250 psi (1725 kPa), estremità scanalate. Corpo in ghisa sferoidale conforme ad ASTM A-536, morsetto in ghisa e volantino conforme ad ASTM A-126-B; disco in ghisa con rivestimento in EPDM, ASTM A-126-B; stelo che si solleva in ottone ASTM B16; coperchio in ghisa flangiato e rivestito in materiale epossidico; tenute dello stelo o-ring e guarnizione del corpo in EPDM.

Valvole a saracinesca di dimensioni da 2-1/2"(DN65) a 12" (DN300): 250 psi (1375 kPa), estremità scanalate. Corpo in ghisa sferoidale conforme ad ASTM A-536, con montaggio in bronzo; disco in ghisa con rivestimento in EPDM, ASTM A-126-B; stelo che non si solleva in ottone ASTM B-16; coperchio in ghisa flangiato e rivestito in materiale epossidico; tenute dello stelo o-ring e guarnizione del corpo in EPDM.

Indicatore di posizione a parete: indicatore di posizione a parete in ghisa ASTM A-126-B, con stelo operativo in bronzo ASTM B-62 e asta operativa in acciaio al carbonio.

Indicatore di posizione regolabile di tipo verticale: indicatore di posizione regolabile di tipo verticale in ghisa ASTM A-126-B con manicotto di estensione in ghisa ASTM A-126-B, con stelo operativo in bronzo ASTM B-62 e asta operativa in acciaio al carbonio.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.24 Valvole di non ritorno approvate UL/FM global

Dimensioni da 2" (DN50) a 3" (DN80) assistite a molla: corpo in ghisa sferoidale con rivestimento in smalto nero, ASTM A-536, grado 65-45-12, disco di chiusura che non sbatte, disco e molla in acciaio inossidabile, albero in ottone, 365 psi (2517 kPa).

Dimensioni da 4" (DN100) a 8" (DN200) assistite a molla: corpo in ghisa sferoidale con rivestimento in smalto nero, ASTM A-536, grado 65-45-12, disco in ghisa sferoidale incapsulato in materiale elastomerico, adatto al servizio di destinazione, albero e molla in acciaio inossidabile, sede saldata in nichel, 250 psi (1725 kPa). Progettato per accogliere un kit di verifica su montante

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione

12.25 Disconnettore

12.25.1 Riferimenti normativi

Si fa riferimento alla normativa UNI che riguarda specificamente l'apparecchiatura in oggetto, ed alle altre normative correlate.

12.25.2 Caratteristiche tecniche

Disconnettore a zona di pressione ridotta controllabile, con corpo in ghisa a flange, valvola in bronzo, molle in acciaio inox, imbuto incorporato, PN10.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.26 Giunti dielettrici

12.26.1 Riferimenti normativi

- UNI 10285: Giunti isolanti monoblocco
- UNI EN 10204: Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
- Parti metalliche: anelli in acciaio ASTM a 104 INI Fe 510 B o equivalenti
- Tronchetti: tubo API 5L Gr. B-API 5LX-ASTM A 106 – UNI 4491- 68
- Anelli di isolamento: stratificato di vetro e resina epossidica classe G10 – G11 (NEMA LI 1)
R. compr. > 400 N/mm²

12.26.2 Caratteristiche tecniche

I giunti dielettrici saranno del tipo per installazione lungo tubazioni.

In condizioni di emergenza per incendi del treno in stazione o incendio in galleria, i giunti possono essere sottoposti a temperatura elevata pertanto è necessari che ogni giunto sia protetto con intonaco refrattario con caratteristiche REI 120, e successivamente inscatolato.

I giunti saranno posizionati sull'anello di distribuzione sprinkler di stazione installata alla quota via di corsa dei treni, nonché lungo la tubazione antincendio a idranti in galleria.

Materiali

- Guarnizioni di tenuta: butadiene acrilonitrile-fluoropolimero (VITON) per alte temperature di servizio
- Materiale sigillante: resina epossidica indurente a freddo
- Rivestimento interno: resina epossidica in polvere a 220°C
- Pressione nominale: PN 25 (ANSI 150)
- Rivestimento esterno: fondo epossifenolico

Proprietà meccaniche e dielettriche

- Pressione di esercizio: pari a PN (ANSI Rating)
- Pressione di collaudo: pari a 1.5 PN
- Temperatura di esercizio: -10°C / 70°C
- Rigidità dielettrica: 3.000 V (a 50 Hz)
- Resistenza elettrica: 5 Mohm
- Resistenza elettrica con giunto pieno d'acqua:

$$R(\text{Ohm}) = Q(L-2l) / A$$

dove:

R = Resistenza (Ohm)

Q = Resistività media dell'acqua (Ohm x cm)

L = Lunghezza totale del giunto (cm)

l = Lunghezza delle parti interne del giunto non rivestite (cm)

A = Sezione interne del giunto (cm²)

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificati di origine;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei componenti.

12.27 Flussostato

Flussostato per tubazioni da 1" a 8", certificato CE; corpo in ottone, coperchio in policarbonato autoestinguento, asta, soffietto, lamella e molla in acciaio inossidabile, tenute in EPDM; Pmax 10 bar, temperatura d'esercizio -30÷120°C, portata contatti 250V, grado di protezione IP54.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.28 Estintori

12.28.1 Riferimenti normativi

- DM 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- DM 06/03/1992: Norme tecniche e procedurali per la classificazione della capacità estinguente e per l'omologazione degli estintori carrellati d'incendio.
- DM 07/01/2005: Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
- Direttiva 97/23/CE (PED)
- UNI EN 3-7: Estintori d'incendio portatili - Parte 7: Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova

- UNI EN 1866-1: Estintori carrellati d'incendio - Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 9994 Apparecchiature

12.28.2 Caratteristiche tecniche

Estintore a polvere

Estintore a polvere polivalente pressurizzato con azoto deumidificato da kg 6, omologato per classi di fuoco – Capacità estinguente non inferiore a 34A 144B (ovvero 55A 233BC) completo di staffa di sostegno in acciaio, di valvola a pulsante e manometro ed omologazione punzonata sull'involucro.

Estintore a CO₂

Estintore a CO₂ (anidride carbonica) da Kg. 5, omologato con capacità di spegnimento non inferiore a 113BC completo di staffa per fissaggio a parete.

Estintori carrellati

Estintore carrellato A-5B-C, capacità estinguente minima 144B, omologato secondo D.M. del 20/12/82 dal ministero:

- Realizzato secondo D.M. 07/01/2005, conforme alla norma EN3-7:2008,
- Marcato CE in conformità alla direttiva 97/23/CEE (PED).
- Estintore del tipo pressurizzato, con manometro di controllo indicante lo stato di carica; con serbatoio montato su carrello a due ruote gommate per facile trasporto, con manichetta e terminale di erogazione.
- Sabbiatura e verniciatura a polvere poliestere RAL 3000. Completo di libretto di uso e manutenzione.

Estintori carrellati a CO₂

Estintore carrellato a CO₂ capacità estinguente A-8B-C, da 50 kg omologato secondo D.M. del 20/12/82 dal ministero.

Realizzato secondo D.M. 07/01/2005, conforme alla norma EN3-7:2008, Marcato CE in conformità alla direttiva 97/23/CEE (PED).

Estintore del tipo pressurizzato, con manometro di controllo indicante lo stato di carica; con serbatoio montato su carrello a due ruote gommate per facile trasporto, con manichetta e terminale di erogazione.

Sabbiatura e verniciatura a polvere poliestere RAL 3000. Completo di libretto di uso e manutenzione.

Possono essere impiegati nel campo di applicazione disciplinato nel DM21-10-2015 i prodotti regolamentati dalle disposizioni comunitarie applicabili, a queste conformi e rispondenti ai requisiti di prestazione previsti dal presente decreto.

Gli estintori portatili, gli estintori carrellati, i liquidi schiumogeni, i prodotti per i quali è richiesto il requisito di reazione al fuoco, diversi da quelli di cui al punto precedente disciplinati in Italia da apposite disposizioni nazionali, già sottoposte con esito positivo alla procedura di informazione di cui alla direttiva 98/34/CE, come modificata dalla direttiva 98/48/CE, che prevedono apposita omologazione per la commercializzazione sul territorio italiano e, a tale fine, il mutuo riconoscimento, sono impiegabili nel campo di applicazione del DM21-10-2015 se conformi alle suddette disposizioni.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

12.29 Sonde anti-allagamento

La UNI 11292 in merito ai locali di pompaggio richiede: "In caso di locali interrati essi devono essere collegati alla rete fognaria del sito con un collegamento a gravità adeguato allo scarico di una perdita d'acqua di almeno 20 m³/h. Ove ciò non fosse possibile devono essere previste pompe di drenaggio (almeno 2, una di riserva all'altra), e si deve prevedere, per almeno una di esse, un'alimentazione di emergenza pronta a garantirne il funzionamento anche in assenza di alimentazione elettrica di rete per almeno 30 min. Segnalazioni di "anomalia" e/o "funzionamento" di suddette pompe devono essere rimandata ad un luogo presidiato. I locali devono essere dotati di sistema di rivelazione ed allarme per presenza di acqua a pavimento da rinviare in luogo costantemente presidiato".

In accordo alla normativa quindi in tutti i locali di pompaggio sarà previsto un sensore anti-allagamento di tipo puntiforme non resistivo che trasmetta un opportuno allarme in caso di allagamento del locale.

La sonda sarà dotata di interfaccia elettronica per trasmettere l'allarme al sistema di supervisione della stazione.

13. IMPIANTI IDRICO SANITARI, ADDUZIONE ACQUE E SCARICO:

13.1 Descrizione architettura del sistema

13.1.1 Impianti di carico

La rete di carico idrico sarà derivata dal punto di consegna dell'ente cittadino, ipotizzato in prossimità della stazione (la posizione ipotizzata in questa fase dovrà essere opportunamente confermata dall'ente di fornitura idrica in una successiva fase di progetto).

A partire dal punto di consegna mediante una tubazione in acciaio zincato, l'acqua verrà convogliato al sotto banchina dove è posta la centrale idrica.

Ci sono due centrali idriche una al servizio della via 1 e una al servizio della via 2. In ogni centrale sarà presente un collettore di distribuzione da cui partiranno le seguenti alimentazioni:

- Rubinetti di lavaggio galleria Lato via 1
- Rubinetti di lavaggio galleria Lato via 2
- Rubinetti di lavaggio in funzione delle caratteristiche della stazione
- Servizi igienici in funzione delle caratteristiche della stazione

Sono previsti rubinetti di lavaggio in atrio, al mezzanino e in banchina e sfrutteranno le stesse cassette dove sono presenti gli idranti. Inoltre è prevista la presenza di rubinetti di lavaggio subito in uscita dalla stazione e in corrispondenza dei pozzi di metà tratta.

Nei bagni è prevista una distribuzione con le stesse tubazioni in acciaio zincato SS filettato a norma UNI 10255 serie media.

I diametri delle tubazioni devono essere conformi a quanto prescritto nelle norme UNI 9182 ed isolate contro la formazione di condensa e la dispersione termica.

13.1.2 Impianto di raccolta e scarico

Il presente paragrafo si riferisce all'impianto di raccolta e scarico delle acque nere al servizio dei locali servizi igienici presenti nella stazione.

La tubazione ed i pezzi speciali che costituiranno la suddetta rete saranno in polietilene ad alta densità per scarico del tipo a saldare.

L'installazione se realizzata a vista potrà essere orizzontale a soffitto o verticale a parete, le confluenze di altri rami o singole diramazioni avverranno sempre attraverso pezzi speciali con avvio inclinato rispetto al normale deflusso naturale.

Nell'interno dei locali servizi igienici di nuova realizzazione ma concettualmente di struttura classica la schermatura di raccolta e scarico acque nere di collegamento tra il sifone dell'apparecchio sanitario e la colonna verticale discendente, salvo restando l'utilizzo di materiale con caratteristiche analoghe a quelle descritte precedentemente, sarà installata in traccia a parete per i tratti verticali ed inglobata nel massetto d'allettamento del pavimento per i tratti orizzontali.

Per le acque nere è prevista l'installazione di una stazione compatta di sollevamento costituita da:

- serbatoio a tenuta con tubo esalatore riportato fino all'esterno della stazione;

- Pompe di sollevamento sommergibili con girante monocanale in acciaio inox e materiale composito;
- sistema di azionamento a galleggiante per ciascuna pompa;
- quadro elettrico per alimentazione e logica di rotazione ciclica.

13.2 Pompe di rilancio acque nere

13.2.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.2.2 Caratteristiche tecniche

Pompa trituratrice, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Tabella 37. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	24,20/22,78	1,89/1,4
2	GIULIO CESARE	2	9,2	2.5/1.7
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	9,20	2.5/1.7
4	CORELLI	2	9,20	2.5/1.7
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	37,00	2,8
6	BOLOGNA	2	29,9/25,8	4,15/1,3
7	NOVARA	1	38,33	2,92
8	VERONA	2	24,40	2.0/2,7
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	38,33	2,92
10	CARLO ALBERTO	1	37,00	3,03
11	PORTA NUOVA	1	28,04	3,03
12	PASTRENGO	1	38,33	2,92
13	POLITECNICO	2	28,14/28,14	3,02/3,01

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

13.3 Pompe di scarico vasca antincendio

13.3.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.3.2 Caratteristiche tecniche

Pompa centrifuga autoadescante con ottime capacità di aspirazione anche in presenza di bolle d'aria. Idonea all'utilizzo con acqua con piccole impurità sabbiose. Particolarmente impiegata per alimentazione idrica in impianti domestici.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLA POMPA

- Corpo pompa e supporto motore in ghisa.
- Supporto motore in alluminio pressofuso.
- Girante, diffusore, tubo venturi e parasabbia in tecnopolimero.
- Anelli di rasamento in acciaio inossidabile.
- Tenuta meccanica in carbone/ceramica.
- CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL MOTORE
- Di tipo asincrono, chiuso, raffreddato a ventilazione esterna.
- Rotore montato su cuscinetti a sfera ingrassati a vita e sovradimensionati per garantire silenziosità e durata.
- Protezione termo-amperometrica incorporata e condensatore permanentemente inserito nella versione monofase.
- Per la protezione del motore trifase è raccomandabile l'uso di un telesalvamotore in accordo alle norme vigenti. Costruzione secondo normative CEI 2-3 / CEI 61-69 (EN 60335-2-41).

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

13.4 Sistema di sterilizzazione acqua di accumulo antincendio

Gli sterilizzatori a raggi UV-C disinfettano l'acqua per mezzo della radiazione ultravioletta alla lunghezza d'onda di 254nm. In particolare, i raggi UV-C inattivano e/o distruggono il DNA dei virus e batteri rendendoli inefficaci e non dannosi per la salute dell'uomo. Ovviamente, come avviene per gli altri metodi di disinfezione chimica (ad es. cloro, Ozono etc.), non tutti i microorganismi reagiscono allo stesso modo se sottoposti ad irraggiamento; alcuni saranno inattivi con quantità relativamente basse di raggi ultravioletti, altri avranno bisogno di dosi relativamente più alte per ottenere le percentuali di inattivazione volute.

13.4.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.4.2 Caratteristiche tecniche pompa di circolazione

Pompa centrifuga autoadescante con ottime capacità di aspirazione anche in presenza di bolle d'aria. Idonea all'utilizzo con acqua con piccole impurità sabbiose. Particolarmente impiegata per alimentazione idrica in impianti domestici.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLA POMPA

- Corpo pompa e supporto motore in ghisa.
- Supporto motore in alluminio pressofuso.
- Girante, diffusore, tubo venturi e parasabbia in tecnopolimero.
- Anelli di rasamento in acciaio inossidabile.
- Tenuta meccanica in carbone/ceramica.
- CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL MOTORE
- Di tipo asincrono, chiuso, raffreddato a ventilazione esterna.
- Rotore montato su cuscinetti a sfera ingrassati a vita e sovradimensionati per garantire silenziosità e durata.
- Protezione termo-amperometrica incorporata e condensatore permanentemente inserito nella versione monofase.
- Per la protezione del motore trifase è raccomandabile l'uso di un telesalvamotore in accordo alle norme vigenti. Costruzione secondo normative CEI 2-3 / CEI 61-69 (EN 60335-2-41).

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

13.4.3 Caratteristiche tecniche sistema di sterilizzazione UV

Nuovi sterilizzatori UV con scheda a microprocessore idonea a controllare e visualizzare lo stato delle lampade, la durata di vita residua, le ore totali di utilizzo dell'impianto, la percentuale di irraggiamento (se presente la sonda opzionale), la temperatura lampada (se presente la sonda opzionale) ed i relativi allarmi con set point regolabili;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Nella morsettiera sono previste anche 2 uscite a relè per gestire l'allarme da remoto ed una eventuale valvola di blocco erogazione acqua in caso di allarme impianto.

Il prodotto dovrà essere certificato a norma del D.M. 174/04 e con un quadro elettrico a norme UNI, certificato CE.

- Caratteristiche costruttive
- Temperatura di esercizio: 2 - 45°C ambiente; 2 - 75°C acqua
- Pressione max: 8 bar
- Perdita di carico alla portata max: 0,2 bar
- Lampade germicide a bassa pressione ad alta efficienza raggi UVC 254 nm
- Durata lampade: 13.000 h Long Life
- Guaine di quarzo purissimo ad elevata trasmittanza ai raggi UV-C
- Collettore in acciaio inox AISI 304 lucidato e saldato TIG
- Alimentazione elettrica 230V-50Hz
- Grado di protezione quadro elettrico: IP 55
- Ballast elettronico con allarme acustico
- Scheda elettronica a microprocessore con display LCD 16 caratteri per 2 linee

I quadri elettrici di controllo saranno dotati di:

- scheda di controllo a microprocessore con display LCD retroilluminato 16 caratteri x 2 righe;
- interruttore/sezionatore ON/OFF;
- presa di corrente tipo shuco;
- alimentatori/ballast delle lampade separati dalla scheda di controllo (1 ballast per ogni lampada);
- relè per la gestione della e.v. di blocco erogazione acqua grezza;
- relè per la gestione della e.v. di scarico/immissione acqua fredda (per evitare il surriscaldamento del collettore UV con acqua non fluente);
- contatto pulito per la remotizzazione degli allarmi;
- ingresso analogici per il sensore di temperatura ed irraggiamento;
- ingresso per accensione/spengimento lampade da remoto (con possibilità di ritardo nello spegnimento impostabile);
- allarme acustico per anomalia;
- relè ed ingressi per il sistema di pulizia lampade;
- contatore lampade totale ed a decrescere;
- software di gestione allarmi per lampade esaurite, spente, basso irraggiamento, alta temperatura, anomalia ciclo di pulizia;
- modulo per l'inserimento del numero telefonico di assistenza.

13.5 Tubi in ferro Mannesmann zincato

Tubazioni per il convogliamento negli impianti idrico-sanitari, conformi alla norma **UNI 10255**, serie **media**.

Le tubazioni dovranno essere in acciaio zincato senza saldatura, tipo gas serie media, con estremità filettabili; complete di relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente.

Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **aperto**, o ancora per la formazione della rete degli scarichi di condensa.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

Tabella 38. Spessore tubi Mannesmann zincati

Ø esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 18	2,3
20 ÷ 28	2,6
30 ÷ 50	3,2
60 ÷ 80	3,6
90 ÷ 100	4,0
100 ÷ 125	4,5
> 130	3,5% Ø est.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella Tabella 3.

Le tubazioni zincate e i relativi pezzi speciali dovranno avere le superfici interne ed esterne protette con zincatura effettuata secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10240. I raccordi e i pezzi speciali filettati saranno eseguiti in ghisa malleabile bianca GMB-40, UNI EN 1562, in esecuzione zincata.

13.5.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante raccordi a vite e manicotto, oppure mediante flange.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo. Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, $\varnothing 3/8"$, muniti in alto di tubo di sfiato $\varnothing 3/8"$ e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati; non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio zincato senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

13.5.2 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm^2 e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

13.5.3 Collegamenti flangiati

Nell'eventualità di dovere realizzare dei collegamenti flangiati, le controflange dovranno essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

Per la protezione antigelo fare riferimento al paragrafo 12.12

Per i tubi il polietilene in pressione fare riferimento al paragrafo 12.13

13.6 Collettore di distribuzione

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

13.7 Valvole di intercettazione a sfera

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

13.8 Valvole con attacchi filettati

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

13.9 Regolatori di livello

13.9.1 Riferimenti normativi

- CEI EN 61058-1: Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali

13.9.2 Caratteristiche tecniche

Tipo a sonda con sensore piezoresistivo con caratteristiche di resistenza idonee ai liquidi utilizzati con peso specifico compreso tra 0,65-1,5 kg/dm³ (a seconda delle applicazioni) e temperature 0-60°C. Cavo in PVC di lunghezza minima compresa tra 10-20 m (a seconda della tipologia di pompa: aggettamento accessi, vasca principale), grado di protezione IP 68.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

Sono comprese nella fornitura tutte le attrezzature per il calaggio e sollevamento delle pompe costituito da sistema di sospensione a catena e posizionamento.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificato di prova;
- manuali di montaggio, esercizio e manutenzione;
- disegni di insieme e di dettaglio delle installazioni;

14. IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO IN PRESSIONE E DRENAGGIO ACQUE A GRAVITÀ

14.1 Descrizione architettura del sistema

L'impianto di aggotamento delle acque di stazione sarà costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso con accesso dal piano sottobanchina. La vasca sarà corredata di pompe di rilancio che indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata della rete fognaria cittadina mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.

Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, avranno la caratteristica di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flussaggio della girante.

Il sistema è stato dimensionato secondo un grado di ridondanza idoneo ad assicurare l'operatività della stazione in caso di massimo carico. Vasche di accumulo dedicate saranno posizionate in corrispondenza degli accessi per recepire le acque meteoriche provenienti dalle scale mobili e rilanciate per mezzo di pompe trituratrici verso la vasca principale.

L'impianto risponderà anche al contesto emergenziale, ossia all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione quando le acque risultanti in vasca dovranno essere poi smaltite dall'impianto di aggotamento. Il dimensionamento risponde, in prima istanza, al caso relativo al funzionamento normale, consentendo un numero di attivazioni consono alla tipologia di pompe (sarà in ogni caso operata una rotazione delle unità attivate per mezzo di un PLC dedicato), senza compromettere l'azione delle squadre di intervento in stazione in caso di incendio.

All'interno delle vasche di aggotamento è dunque presente un sistema di sollevamento delle portate drenate. Tale sistema sarà composto da un numero opportuno di elettropompe in grado di sollevare le portate raccolte fino al recettore finale individuato.

Sulla base dei dati relativi agli accumuli idrici derivati dalle precipitazioni e dall'attivazione del sistema antincendio (per il cui calcolo si rimanda alla relazione idraulica generale) si prevede l'utilizzo di:

- n° 2 pompe (P1 e P2) per il rilancio della portata di aggotamento;
- n° 1 pompa di rilancio (P3) con funzione trituratrice e capacità di eliminazione delle parti solide che potrebbero accumularsi nella parte più bassa della vasca.

L'obiettivo è quello di:

- Rilanciare le acque di lavaggio provenienti dalla stazione e dalla quota parte di competenza della galleria;
- Rilanciare le acque meteoriche provenienti dagli accessi e dalle griglie di ventilazione;
- Rilanciare gli accumuli idrici relativi all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione e delle acque di lavaggio.

Il calcolo della prevalenza di ogni singola pompa è stato effettuato mediante software specialistico. In allegato sono riportate le modalità di calcolo e i risultati per le singole pompe.

Le pompe saranno corredate di un quadro elettrico di comando e controllo che ne regolerà il funzionamento.

Le pompe si attiveranno in maniera successiva a seconda del livello dell'acqua in vasca misurato mediante sonde di livello e interruttori a galleggiante.

La prima pompa ad attivarsi sarà sempre la P3 che è una pompa trituratrice così da ridurre il rischio di immettere nelle tubazioni di risalita corpi solidi.

14.2 Pompe di rilancio portata di aggettamento

14.2.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

14.2.2 Caratteristiche tecniche

Corpo pompa con passaggio libero uniforme per evitare intasamenti, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Tabella 39. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	28,20	14,00
2	GIULIO CESARE	2	24,00	14,00
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2	24,00	14,00
4	CORELLI	2	24,00	14,00
5	CIMAROSA/TABACCHI	2	41,00	14,00
6	BOLOGNA	2	33,90	14,00
7	NOVARA	2	42,33	14,00
8	VERONA	2	32,40	14,00
9	MOLE/GIARDINI REALI	2	42,33	14,00
10	CARLO ALBERTO	2	41,00	14,00
11	PORTA NUOVA	2	32,04	14,00
12	PASTRENGO	2	42,33	14,00
13	POLITECNICO	2	32,14	14,00

Tabella 40. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	POZZI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	2	32,0	14,00
2	VERONA	2	32,2	14,00
3	MOLE/GIARDINI REALI	2	33,0	14,00
4	PORTA NUOVA	2	35,8	14,00
5	PASTRENGO	2	33,5	14,00
6	POLITECNICO	2	31,8	14,00

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;

- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

14.3 Pompe con funzione trituratrice

14.3.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

14.3.2 Caratteristiche tecniche

Pompa trituratrice, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Tabella 41. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	STAZIONI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	1	28,20	5,5
2	GIULIO CESARE	1	23,20	5,5
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1	23,20	5,5
4	CORELLI	1	23,20	5,5
5	CIMAROSA/TABACCHI	1	41,00	5,5
6	BOLOGNA	1	33,90	5,5
7	NOVARA	1	42,33	5,5
8	VERONA	1	31,30	5,5
9	MOLE/GIARDINI REALI	1	42,33	5,5
10	CARLO ALBERTO	1	41,00	5,5
11	PORTA NUOVA	1	32,04	5,5
12	PASTRENGO	1	42,33	5,5
13	POLITECNICO	1	32,14	5,5

Tabella 42. Tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche

N.	POZZI	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
TRATTA CENTRALE				
1	REBAUDENGO	1	32,2	5,5
2	VERONA	1	32,5	5,5
3	MOLE/GIARDINI REALI	1	33,3	5,5
4	PORTA NUOVA	1	36,0	5,5
5	PASTRENGO	1	33,8	5,5
6	POLITECNICO	1	32,1	5,5

Andrà verificata la modalità di drenaggio relativa al tratto terminale di galleria che riporta al PT1-Pozzo Caboto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

14.4 Tubazioni in acciaio zincato e tubazioni in PEAD

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 12

14.5 Valvole di intercettazione a sfera

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

14.6 Specifica tecnica per valvole con attacchi filettati

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 10

14.7 Regolatori di livello

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 13

15. SOSTEGNI E SUPPORTI

15.1 IMPIANTI TERMICI E IDRAULICI

15.1.1 Riferimenti normativi

Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:

- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.

15.1.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.2 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.
- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.), su binari per sistemi di installazione, dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vite M10 in acciaio classe 8.8 e testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o in acciaio zincato DD11 secondo UNI EN 10111 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), che saranno vincolati ai binari tramite dadi a martello zincati e filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate su profili per sistemi di installazione.

- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:
- Angolare sismico in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025-2 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore pari a minimo 4 mm con, con alette laterali con foro circolare diametro per consentire il fissaggio delle cerniere sismiche per controventature realizzate con binari o barre filettate. L'angolare è asolato con fori "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali per sistemi di installazione; è fornito di una piegatura laterale ed un dente di innesto frontale che consentono di migliorare la tenuta del collegamento con il binario di montaggio a C. L'angolare si completa con una staffa di rinforzo ad U che consente di avvolgere il binario di montaggio longitudinale sottostante e viene fissato all'angolare attraverso doppio collegamento bullonato.
- Cerniera sismica preassemblata in acciaio S275 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Costituita da due parti: la parte superiore, di spessore 4 mm, presenta uno o due fori asolati 35x19 mm "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali; la parte inferiore, di spessore 6mm, presenta un foro circolare (diametro 11,5mm o 13,6mm) ed è collegata alla parte superiore attraverso collegamento bullonato.

15.3 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.4 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "SMACNA" - *Seismic restraint Manual for Mechanical Systems*. Nel caso di impianti termoidraulici si riporta estratto del suddetto manuale:

Table 8-3 Steel and Copper Pipe with Welded, Brazed, Grooved, or Screwed Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	50 (15.2)	80 (24.4)
0.50	40 (12.2)	80 (24.4)
1.0	40 (12.2)	80 (24.4)
2.0	20 (6.1)	40 (12.2)

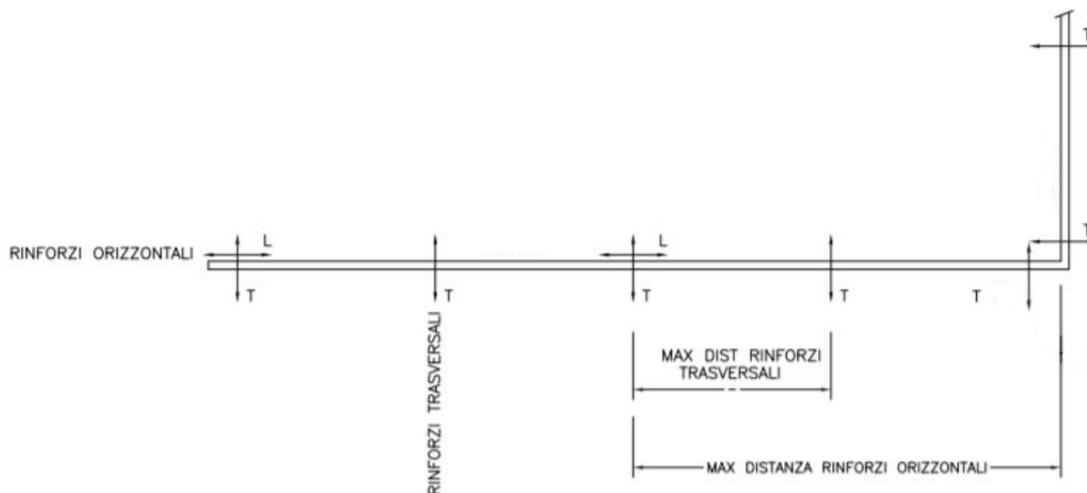
Table 8-4 PVC or PVDF Pipe with Solvent-Welded Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	25 (7.6)	40 (12.2)
0.50	20 (6.1)	40 (12.2)
1.0	20 (6.1)	40 (12.2)
2.0	10 (3.0)	20 (6.1)

Table 8-5 No-Hub Pipe with Shield and Clamp Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	25 (7.6)	40 (12.2)
0.50	20 (6.1)	40 (12.2)
1.0	20 (6.1)	40 (12.2)
2.0	10 (3.0)	20 (6.1)

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si richiede comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. A titolo esemplificativo, si riporta in Figura un esempio di posizionamento dei controventi



15.5 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.6 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE

15.6.1 Riferimenti normativi

- Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:
- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.

15.6.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.7 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore 20 micron.

- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore minimo 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vita e testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.
- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:
- Angolare sismico in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025-2 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore pari a 4 mm con, con alette laterali con foro circolare per consentire il fissaggio delle cerniere sismiche per controventature realizzate con binari o barre filettate. L'angolare è asolato con fori "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali per sistemi di installazione; è fornito di una piegatura laterale ed un dente di innesto frontale che consentono di migliorare la tenuta del collegamento con il binario di montaggio a C. L'angolare si completa con una staffa di rinforzo ad U che consente di avvolgere il binario di montaggio longitudinale sottostante e viene fissato all'angolare attraverso doppio collegamento bullonato.
- Cerniera sismica preassemblata in acciaio S275 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Costituita da due parti: la parte superiore, di spessore minimo 4 mm, presenta uno o due fori asolati "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali; la parte inferiore, di spessore minimo 6mm, presenta un foro circolare ed è collegata alla parte superiore attraverso collegamento bullonato.

15.8 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

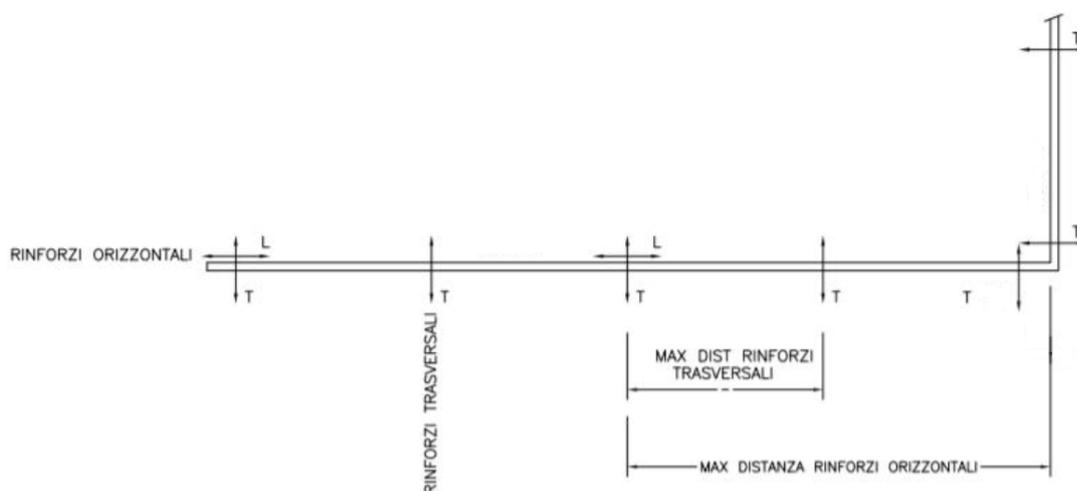
15.9 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "SMACNA" - *Seismic restraint Manual for Mechanical Systems*. Nel caso di impianti di ventilazione si riporta estratto del suddetto manuale:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- II. Transverse bracing shall be provided at 30 ft. maximum spacing for ducts conforming to SMACNA standards.
- III. Longitudinal bracing shall be provided at 60 ft. maximum spacing for ducts conforming to SMACNA standards.
- IV. Fiberglass, Plastic or other duct constructed of non-ductile material, shall have the brace spacing reduced to one-half of the maximum spacing for transverse and longitudinal braces listed above.

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si suggerisce comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. Si riporta in Figura un esempio di posizionamento:



15.10 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione.
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione.
- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.11 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO

15.11.1 Riferimenti normativi

- Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:
 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
 - Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.
 - UNI 1607479 – Sistemi automatici sprinkler
- Studio sovraccarichi di progetto secondo:
 - UNI EN 12045 per rete sprinkler
 - UNI EN 10779 per rete idranti
 - Disposizione controventi secondo Linee Guida per la Riduzione della Vulnerabilità Sismica dell'Impiantistica Antincendio

15.11.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.12 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei ganci per tubazioni (collari a pera) realizzati in lamiera galvanizzata da 1,5 a 2,5 mm di spessore, ad aggancio rapido e con omologazione FM, in acciaio zincato DX51D Z275 secondo DIN EN 10327, o da collari in acciaio zincato S235JRG secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.
- I carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da collari in acciaio zincato S235JRG secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o in acciaio zincato

DD11 secondo UNI EN 10111 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori).

- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante barre filettate e cerniere sismiche in acciaio zincato elettroliticamente S275JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori).
- I binari, se utilizzati, dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326, con sezione a C nervata, con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.
- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore minimo 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale, con vite con testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.

15.13 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.14 Criteri di posizionamento ed installazione

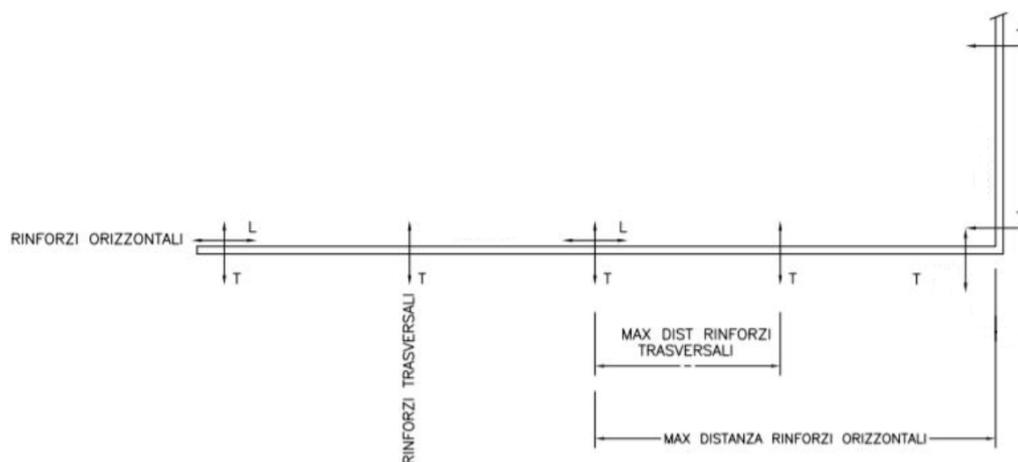
- Interassi staffaggi antisismici secondo "Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio":

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.5
 Linea Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Tabella B2. Distanza tra le controventature (valori consigliati se non diversamente determinati)

Diametro nominale	Distanza massima fra le controventature		
	trasversali		longitudinali
	per tubazioni in acciaio (m)	per tubazioni in rame (m)	qualsiasi materiale (m)
DN 20	-	4.3	12
DN 25	8.5	4.3	
DN 32	9.0	4.5	
DN 40	9.3	4.7	
DN 50	10.8	5.4	
DN 65	12.0	6.0	
DN 80	12.9	6.5	
DN 100	14.7	7.4	
DN 125	15.3		
DN 150	16.8		
DN 200	20.4		
DN 300	22.0		

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidità degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si suggerisce comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. A titolo esemplificativo, si riporta in Figura un esempio di posizionamento:



15.15 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione

- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.16 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER

15.16.1 Riferimenti normativi

- Studio sovraccarichi di progetto e disposizione supporti statici secondo:
 - *FM Global - Data Sheet 2-0*
 - *NFPA 13*
- Studio sollecitazioni sismiche e disposizione controventi secondo linee guida:
 - *FM Global - Data Sheet 2-8*
 - *NFPA 13*

15.16.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.17 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei ganci per tubazioni (collari a pera) realizzati in lamiera galvanizzata da 1,5 a 2,5 mm di spessore, ad aggancio rapido e con omologazione FM, in acciaio zincato DX51D Z275 secondo UNI EN 10346 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.
- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante sistema supporto antisismico per impianto sprinkler omologato FM, opportunamente controventato sia longitudinalmente che trasversalmente: i carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da

collari e da cerniere per i controventi longitudinali e per i controventi trasversali in acciaio S275JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Cerniere e collari saranno in acciaio S275JRJ secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) con zincatura elettrolitica, collegati con binari in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.

- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vite con testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.

15.18 Sistema di fissaggio

Il sistema è costituito da:

- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.19 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi statici secondo quanto riportato nelle linee guida di riferimento:
- FM data sheet 2-0

Table 24. Maximum Distance Between Pipe Hangers

Piping Material	Maximum Horizontal Distance Between Pipe Hangers, ft (m)								
	Nominal Pipe Diameter, in. (mm)								
	1 (25)	1-1/4 (32)	1-1/2 (40)	2 (50)	2-1/2 (65)	3 (80)	3-1/2 (90)	4 (100)	> 4 (> 100)
Steel Pipe ¹	12 (3.6)	12 (3.6)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)
CPVC ²	6 (1.8)	6-1/2 (1.95)	7 (2.1)	8 (2.4)	9 (2.7)	10 (3.0)	N/A	N/A	N/A

- NFPA 13

Table 9.2.2.1(b) Maximum Distance Between Hangers (m)

	Nominal Pipe Size (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Steel pipe except threaded lightwall	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Threaded lightwall steel pipe	NA	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA
Copper tube	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA	NA
Ductile-iron pipe	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	NA	4.6	NA	4.6	4.6

NA: Not applicable.

- Interassi staffaggi antisismici secondo quanto riportato nelle linee guida di riferimento NFPA13, FM data sheet 2-8, indicativamente ogni 12 m per i controventi trasversali e ogni 24 m per i controventi longitudinali.
- A titolo esemplificativo, si riporta in Figura 1 esempio di posizionamento per linea guida NFPA 13:

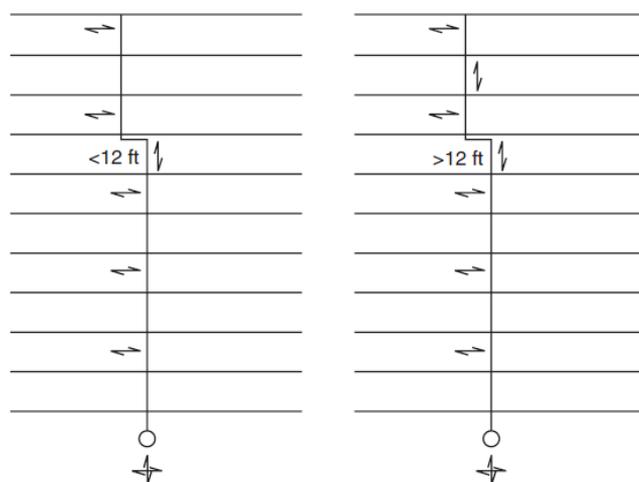


FIGURE A.9.3.5.7.2 Examples of Brace Locations for Change in Direction of Pipe.

15.20 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico idoneo ad applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato, per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Esecuzione di test in situ per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico