



"DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA PORTUALE SICILIANO – PORTO DI SIRACUSA"
CUP: G31B21004600001 – CIG: 95453120A7

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	Ing. Marco Brandaleone	IL PRESIDENTE	On. Renato Schifani
IL DIRIGENTE GENERALE	Ing. Antonio Martini	IL SEGRETARIO GENERALE	Avv. Maria Mattarella
INCARICATO DELLA PROGETTAZIONE	Ing. Nicolò Faggioni	COORDINATORE SICUREZZA PROGETTAZIONE	Arch. Luciano Franchi

Progettista incaricato:



Azienda certificata **ISO 9001:2015**
RINA n.5923/01/S IQNet n.IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel +39.0422.693511

Sede secondaria:
Via Pietro Chiesa, 9
16149 Genova (GE)
tel +39.0422.693511

Raggruppamento temporaneo di imprese

Capogruppo:

Mandataria:





Responsabile di commessa:

Ing. Mario Corace

Responsabile di commessa:



Ing. Giuseppe Vito Moramarco

NOME FILE: 32016019PE0IESREL01R0			SCALA: –		PAGINA: –
TITOLO Capitolato Speciale d'Appalto – Parte seconda				ELABORATO 32016019 PEO IES REL 01 R0	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
0	Lug. 2025	Prima emissione	M. Visentin	A. Sebellin	N. Faggioni



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 1 di 319</div>

INDICE



1	PARTE GENERALE	13
1.1	OGGETTO E FINALITA' DELL'APPALTO	13
1.2	AREE E MODALITA' DI INTERVENTO.....	13
1.3	CONDIZIONI E CARATTERISTICHE AMBIENTALI	14
1.4	TERMINOLOGIA UTILIZZATA NEL PRESENTE DOCUMENTO	14
1.5	LIMITI DI BATTERIA	14
1.6	PRESCRIZIONI QUALITATIVE DEI MATERIALI	15
1.7	FORNITURE E LAVORAZIONI OGGETTO DI CONTRATTO	16
1.8	NOTE CIRCA LE MARCHE DELLE APPARECCHIATURE.....	17
1.9	DOCUMENTAZIONE E DATI TECNICI DA FORNIRE	17
1.10	MODALITA' DI PROVA, CONTROLLO, ACCETTAZIONE E COLLAUDO	18
1.11	CERTIFICATI DI QUALITA' DEI MATERIALI	19
1.12	PRESCRIZIONI IN MATERIA AMBIENTALE.....	19
1.12.1	IMBALLAGGI	20
1.12.2	ULTERIORI PRESCRIZIONI	20
1.12.3	CRITERI AMBIENTALI MINIMI	20
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
2.1	PRESCRIZIONI DI LEGGE	21
2.2	PRESCRIZIONI NORMATIVE	21
3	DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI	24
3.1	STATO DI FATTO	24
3.2	FASI E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE	24
3.3	OPERE CIVILI PREVISTE IN APPALTO	25
3.4	OPERE ELETTRICHE PREVISTE IN APPALTO.....	25
4	PRESCRIZIONI TECNICHE DELLE OPERE CIVILI	26
4.1	PREMESSA	26
4.2	CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE.....	26
4.2.1	CABINA PREFABBRICA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE	26
4.2.2	CABINA ELETTRICA DI BANCHINA CEB	31
4.2.3	PAVIMENTO FLOTTANTE.....	32

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 2 di 319</div>



4.2.4	SERRAMENTI	33
4.3	BASAMENTI DI FONDANZIONE	37
4.3.1	FONDAZIONI DEI LAMPIONI	37
4.3.2	FONDAZIONE DELLA COLONNINA DA DIPORTO P.4.1	38
4.4	RICOVERO CABLE MANAGEMENT SYSTEM	35
4.5	PENSILINE FOTOVOLTAICHE	35
4.6	PRESCRIZIONI PARTICOLARI SUI MATERIALI	40
4.6.1	CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.....	40
4.6.2	ACQUA PER IMPASTO CON LEGANTI IDRAULICI	40
4.6.3	LEGANTI IDRAULICI.....	40
4.6.4	AGGREGATI PER CALCESTRUZZI.....	41
4.6.5	AGGIUNTE	42
4.6.6	ADDITIVI.....	42
4.6.7	GHIAIE – GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI.....	42
4.6.8	AGGREGATI DI RICICLO PER RILEVATI E CASSONETTI	43
4.6.9	TELI DI “GEOTESSILE”	46
4.6.10	CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE	47
4.6.11	MANUFATTI DI CEMENTO.....	47
4.6.12	TUBI IN MATERIALE PLASTICO, IN P.V.C. ED IN POLIETILENE.....	47
4.6.13	PRODOTTI IN MATERIALE PLASTICO P.V.C. E POLIETILENE	48
4.6.14	ANELLI DI GIUNZIONE IN GOMMA SINTETICA	48
4.6.15	ACCIAIO	48
4.6.16	GHISA.....	50
4.6.17	METALLI, PROFILATI, TRAFILATI, TUBI, LAMIERE, LASTRE	51
4.6.18	BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE	52
4.6.19	MATERIALI PER OPERE IN VERDE.....	52
4.6.20	SEGNALETICA ORIZZONTALE	52
4.6.21	SEGNALETICA VERTICALE.....	54
4.7	PROVE SUI MATERIALI	57
4.7.1	CERTIFICATO DI QUALITÀ.....	57

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 3 di 319</div>



4.7.2	ACCERTAMENTI PREVENTIVI	57
4.7.3	PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA.....	58
4.8	MOVIMENTI DI TERRA	65
4.8.1	SCAVI IN GENERE	65
4.8.2	SCAVI DI SBANCAMENTO.....	67
4.8.3	SCAVI DI FONDAZIONE	67
4.8.4	REINTERRI.....	68
4.8.5	RIPRISTINI STRADALI	69
4.8.6	INTERFERENZE CON EDIFICI	69
4.8.7	POZZETTI PREFABBRICATI.....	69
4.9	DEMOLIZIONI.....	70
4.9.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	70
4.9.2	DEMOLIZIONI, TAGLI, RIMOZIONI E SMONTAGGI	70
4.9.3	ESECUZIONE DELLE DEMOLIZIONI.....	71
4.9.4	DEMOLIZIONE DI MANUFATTI IN CALCESTRUZZO E MURATURA.....	71
4.9.5	DEMOLIZIONE DI MANUFATTI METALLICI DI QUALSIASI GENERE	72
4.9.6	DEMOLIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA MEDIANTE METODI TRADIZIONALI.....	72
4.9.7	TRASPORTI, SMALTIMENTI, ONERI PER DISCARICHE.....	72
4.9.8	COMPENSO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE.....	72
4.10	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI	73
4.10.1	GENERALITÀ	73
4.10.2	COMPONENTI.....	73
4.10.3	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	74
4.10.4	CONFEZIONE	76
4.10.5	TRASPORTO.....	77
4.10.6	POSA IN OPERA.....	77
4.10.7	VIBRAZIONE	78
4.10.8	PROTEZIONE DEI GETTI.....	79
4.10.9	REGOLARIZZAZIONE DELLE SUPERFICI DEL GETTO	79
4.10.10	Stagionatura e disarmo.....	80

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 4 di 319</div>



4.10.11	GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	80
4.10.12	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.	81
4.10.13	MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE	81
4.10.14	CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI.....	81
4.10.15	PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI 82	
4.10.16	PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESSI	82
4.11	OPERE E STRUTTURE DI MURATURA.....	83
4.11.1	MALTE PER MURATURE	83
4.11.2	MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER LA COSTRUZIONE.....	83
4.11.3	MURATURE PORTANTI: TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE TECNICHE	85
4.11.4	MURATURA PORTANTE: PARTICOLARI COSTRUTTIVI.....	86
4.11.5	PARAMENTI PER LE MURATURE IN PIETrame	87
4.11.6	MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETrame A SECCO - VESPAI.....	88
4.11.7	VESPAI ED INTERCAPEDINI	88
4.12	ARMATURE METALLICHE.....	88
4.13	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER MANUFATTI STRADALI, ELEMENTI SPECIALI, PARAPETTI ECC.	91
4.14	CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE	92
4.15	IMPERMEABILIZZAZIONI	93
4.15.1	GUAINA BITUMINOSE.....	94
4.15.2	MEMBRANE ELASTICHE	95
4.16	VERNICIATURE	95
4.16.1	GENERALITÀ	95
4.16.2	CICLO “A”	96
4.16.3	CICLO “B”	97
4.16.4	CICLO “C”	99
4.16.5	PREPARAZIONE DEL SUPPORTO	102
4.16.6	CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE.....	102
4.16.7	PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI	103

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 5 di 319</p>



4.17	SOVRASTRUTTURA STRADALE	105
4.17.1	STRATI DI FONDAZIONE	105
4.17.2	STRATI BITUMATI	110
4.18	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE	122
4.18.1	DESCRIZIONE	122
4.18.2	MATERIALI INERTI	122
4.18.3	LEGANTE	122
4.18.4	MISCELA	122
4.18.5	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE	124
4.18.6	POSA IN OPERA DELLE MISCELE	124
4.18.7	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....	124
4.18.8	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE	125
4.19	CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI	125
4.19.1	GENERALITÀ	125
4.19.2	FIBRE	126
4.19.3	GEOTESSILI NON TESSUTO	126
4.20	TERRA STABILIZZATA A CALCE E/O CEMENTO	127
4.20.1	TERRA STABILIZZATA A CALCE	127
4.20.2	TERRA STABILIZZATA A CEMENTO	128
4.20.3	PIANO DI APPOGGIO DELLA SOVRASTRUTTURA (SOTTOFONDO).....	129
4.20.4	MODALITÀ DI LAVORAZIONE	129
4.21	PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE SULL'ESECUZIONE DEI LAVORI	130
4.21.1	MISURE DI MITIGAZIONE E CONTROLLO	130
4.21.2	MAPPATURA DEI SOTTOSERVIZI ESISTENTI	133
4.21.3	DISMISSIONE DEL CANTIERE E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI.....	134
5	PRESCRIZIONI TECNICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI	135
5.1	GENERALITÀ	135
5.1.1	CONTATORI DI ENERGIA.....	135
5.2	PRESCRIZIONI NORMATIVE	136
5.3	CONVERTITORE DI FREQUENZA	138

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 6 di 319</div>



5.4	TRASFORMATORI	141
5.4.1	CONFORMITÀ DELLE APPARECCHIATURE	141
5.4.2	TRASFORMATORI DI INGRESSO E USCITA AL CONVERTITORE - CARATTERISTICHE GENERALI	141
5.4.3	TRASFORMATORE STEP DOWN MT/MT IN INGRESSO AL CONVERTITORE - TR-CI (IN).....	144
5.4.4	TRASFORMATORE STEP UP MT/MT IN USCITA AL CONVERTITORE - TR-CI (OUT) 145	
5.4.5	TRASFORMATORI MT/BT	146
5.5	QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE	150
5.5.1	PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	150
5.5.2	CONFORMITÀ DELLE APPARECCHIATURE	150
5.5.3	CRITERI COSTRUTTIVI	151
5.5.4	MESSA A TERRA.....	151
5.5.5	TRATTAMENTI E VERNICIATURA	152
5.5.6	CIRCUITI AUSILIARI: MORSETTIERE E CABLAGGI.....	152
5.5.7	PROTEZIONE DEI CIRCUITI AUSILIARI	153
5.5.8	COMANDI DI MANOVRA INTERRUTTORE E SEGNALAZIONI LOCALI (CEI 0-16 ART. D.2.4.6)	153
5.5.9	INTERRUTTORI: CIRCUITI DI COMANDO E ALIMENTAZIONE AUSILIARIA	154
5.5.10	ACCESSORI.....	154
5.5.11	SISTEMA DI PROTEZIONE GENERALE (SPG)	154
5.5.12	APPARECCHIATURE AUSILIARIE ED ACCESSORI	155
5.5.13	QUADRO DISPOSITIVO GENERALE Q.DG	155
5.5.14	QUADRO DI MEDIA TENSIONE IN INGRESSO Q.MT-20KV	156
5.5.15	QUADRO DI MEDIA TENSIONE IN USCITA Q.MT-6,6/11KV	158
5.6	QUADRI DI BASSA TENSIONE.....	161
5.6.1	GENERALITÀ	161
5.6.2	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	164
5.6.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	164
5.6.4	COMPONENTI PER I QUADRI IN BASSA TENSIONE.....	165
5.6.5	QUADRO POWER CENTER E SERVIZI AUSILIARI (Q.PC-SA)	169
5.6.6	QUADRO DEI SERVIZI CMS (Q.SCMS)	170

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 7 di 319</p>



5.6.7	QUADRO AUSILIARI PRESA (Q.AUX T.X.Y.).....	171
5.6.8	QUADRO DI PARALLELO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO (Q.FV).....	171
5.6.9	QUANDO ILLUMINAZIONE (Q.ILL)	172
5.6.10	QUADRO DI PORTO (Q.DIP)	172
5.6.11	Q.SFV	173
5.7	RIFASAMENTO	173
5.8	GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' (UPS)	174
5.9	CAVI ELETTRICI.....	176
5.9.1	CAVO TIPO RG26H1M16	177
5.9.2	CAVO TIPO RG16H1R12.....	177
5.9.3	CAVO TIPO FG16R16 / FG16(O)R16	178
5.9.4	CAVO TIPO FG29OHM16.....	179
5.9.5	CAVO TIPO H1Z2Z2-K.....	179
5.9.6	CAVO TIPO FS17	180
5.10	MATERIALI ACCESSORI PER DISTRIBUZIONE DI IMPIANTO	180
5.10.1	TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI.....	180
5.10.2	SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE	185
5.10.3	MORSETTI DI GIUNZIONE.....	186
5.10.4	SCATOLE PER COMANDI E PRESE DI ENERGIA	187
5.10.5	COMANDI E PRESE DI ENERGIA	187
5.10.6	ESECUZIONE DEI CIRCUITI.....	188
5.10.7	GIUNTI A “I” PER CAVI MT	189
5.11	IMPIANTO DI TERRA	189
5.11.1	COMPONENTI DELLA RETE DI TERRA	189
5.12	APPARECCHIATURE IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI.....	190
5.12.1	CENTRALINA DI RIVELAZIONE INCENDI.....	190
5.12.2	RIVELATORE TERMOVELOCIMETRICO INDIRIZZABILE	192
5.12.3	PULSANTE RIVELAZIONE INCENDI INDIRIZZABILE.....	193
5.12.4	TARGHE OTTICO ACUSTICHE	193
5.12.5	MODULI I/O	194
5.13	SISTEMA SCADA	194

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 8 di 319</div>



5.14	SISTEMI DI CONNESSIONE HVSC CON <i>JUNCTION BOX</i>	195
5.14.1	JUNCTION BOX	195
5.14.2	CABLE MANAGEMENT SYSTEM CRUISE	196
5.15	COLONNINE DA DIPORTO	198
5.15.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	198
5.15.2	CARATTERISTICHE GENERALI	199
5.16	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	201
5.16.1	CARATTERISTICHE MODULI FOTOVOLTAICI (IMPIANTO FV SU PENSILINA)	201
5.16.2	CARATTERISTICHE MODULI FOTOVOLTAICI (IMPIANTO FV SU TETTO CEB) 202	
5.16.3	CARATTERISTICHE INVERTER FOTOVOLTAICO IBRIDO E SISTEMA DI ACCUMULO (IMPIANTO FV SU TETTO CEB)	203
5.16.4	CARATTERISTICHE INVERTER (IMPIANTO FV SU PENSILINA)	205
6	PRESCRIZIONI TECNICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	206
6.1	NOTE CIRCA LE MARCHE DELLE APPARECCHIATURE DESCRITTE	206
6.2	GENERALITÀ	206
6.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROIETTORE PER TORRE FARO	206
6.3.1	PROIETTORE TIPO MASTER M04	206
6.3.2	PROIETTORE TIPO MASTER M07	209
6.4	CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE TORRI FARO IDONEE COME SUPPORTO PROIETTORI	211
6.5	CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE MOLO SU PALO 212	
6.6	CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO	216
6.7	CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE PENSILINE	220
6.8	CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE CABINE ELETTRICHE	224
6.9	TELECONTROLLO E REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	227
6.9.1	CONFIGURAZIONE TELECONTROLLO DI PROGETTO PER ARMATURE SU PALO	227
6.9.2	CONFIGURAZIONE TELECONTROLLO DI PROGETTO PER PROIETTORI SU TORRI FARO	228
6.9.3	CONFIGURAZIONE TELECONTROLLO DI PROGETTO PER PLAFONIERE SU PENSILINA.....	228

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 9 di 319</div>



6.9.4	ARCHITETTURA DI SISTEMA E GESTIONE DA REMOTO PREVISTO IN PROGETTO	229
7	PRESCRIZIONI TECNICHE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE	231
7.1	LEGGI, DECRETI, REGOLAMENTI E NORME	231
7.2	DATI E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	235
7.3	PROVE DI COLLAUDO	236
7.3.1	CONDIZIONI CLIMATICHE PER L'ESECUZIONE DELLE PROVE DI COLLAUDO	237
7.3.2	PROVE PRELIMINARI	237
7.3.3	COLLAUDO FINALE	238
7.3.4	MISURE E PROVE STRUMENTALI	240
7.3.5	COLLAUDO DELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO	240
7.3.6	COLLAUDO DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE	240
7.3.7	COLLAUDO DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE	241
7.3.8	PRESCRIZIONI VARIE	241
7.3.9	ONERI PARTICOLARI COMPRESI NEL PREZZO A CORPO DEL LOTTO	242
7.3.10	PROVE E CAMPIONATURE	243
7.3.11	CERTIFICAZIONI – PROVE E VERIFICHE	243
7.4	TUBAZIONI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE	248
7.4.1	TUBAZIONI IN ACCIAIO	248
7.4.2	TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ PEAD A NORMA UNI EN 12201 252	252
7.4.3	TUBAZIONE IN RAME RICOTTO PREISOLATO	253
7.4.4	TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ PER SCARICHI A NORMA UNI EN 1519	255
7.4.5	TUBAZIONI IN PEHD	255
7.4.6	TUBAZIONI IN PVC CONFORME ALLE NORME UNI EN 1401-1	256
7.4.7	STOCCAGGIO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO	257
7.4.8	INSTALLAZIONE	257
7.4.9	ACCATASTAMENTO	257
7.4.10	GIUNZIONI (APPLICABILE ALLE TUBAZIONI IN PVC)	257
7.4.11	POSA IN OPERA (APPLICABILE ALLE TUBAZIONI PLASTICHE CON POSA IN TRINCEA)	258

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 10 di 319</div>



7.4.12	VERNICIATURA (APPLICABILE ALLE TUBAZIONI METALLICHE).....	259
7.4.13	FINITURA	260
7.5	PRESCRIZIONI ACUSTICHE	260
7.5.1	NOTE GENERALI.....	260
7.5.2	ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE TUBAZIONI	262
7.5.3	ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE MACCHINE	262
7.6	ISOLAMENTI TERMICI.....	262
7.6.1	INDICAZIONI GENERALI	262
7.6.2	ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	263
7.6.3	TUBAZIONI INSTALLATE A VISTA NEI LOCALI TECNICI O ALL'ESTERNO	264
7.6.4	TUBAZIONI CON PERCORSO IN SOTTOPAVIMENTO E/O IN LOCALI RISCALDATI	265
7.6.5	ISOLAMENTI PER TUBAZIONI IMPIANTO IDRICO-SANITARIO	266
7.6.6	TUBAZIONI IDRICHE INSTALLATE A VISTA NELLE CENTRALI TECNOLOGICHE.....	266
7.6.7	TUBAZIONI IDRICHE INSTALLATE A VISTA IN LOCALI NON RISCALDATI	266
7.6.8	TUBAZIONI IDRICHE INSTALLATE IN LOCALI RISCALDATI	266
7.7	CRITERI DI PROTEZIONE DAL SISMA	267
7.7.1	PREMESSA	267
7.7.2	CONDIZIONI ESECUTIVE PER LA PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI.....	267
7.7.3	ACCORGIMENTI ANTISISMICI GENERALI.....	267
7.7.4	ACCORGIMENTI ANTISISMICI SPECIFICI PER LE APPARECCHIATURE.....	268
7.7.5	STAFFAGGI (ANTISISMICO).....	268
7.7.6	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE	268
7.7.7	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI TERMOIDRAULICI.....	269
7.7.8	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO.....	270
7.7.9	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER	272
7.7.10	GIUNTI ANTISISMICI E COMPENSATORI	273
7.8	GENERATORI DI FLUIDO TERMOMETTORE	274

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 11 di 319</div>

7.8.1	GRUPPO FRIGORIFERO CONDENSATO AD ARIA	274
7.9	CONDIZIONATORI DI PRECISIONE LOCALE CONVERTITORI	277
7.9.1	DESCRIZIONE GENERALE	277
7.9.2	COMPRESSORE SCROLL	278
7.9.3	VENTILATORI EC FAN	278
7.9.4	QUADRO ELETTRICO	278
7.9.5	TELAIO AUTOPORTANTE	279
7.9.6	UNITÀ CONDENSATORE MICRO CHANNEL (UNITÀ ESTERNA) LOCALE CONVERTITORE DESCRIZIONE GENERALE	280
7.9.7	SISTEMA DI VENTILAZIONE	280
7.9.8	SEZIONE COSTRUTTIVA.....	281
7.10	IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO A DUE SEZIONI AD ALTA EFFICIENZA	282
7.10.1	UNITÀ INTERNA AD ESPANSIONE DIRETTA LOCALI FOTOVOLTAICO, SUPERVISIONE E IMPIANTI ESTERNI.....	282
7.10.2	UNITÀ ESTERNA DI CONDENSAZIONE LOCALI FOTOVOLTAICO, SUPERVISIONE E IMPIANTI ESTERNI.....	284
7.10.3	ELENCO COMPONENTI PRINCIPALI.....	285
7.11	COMPONENTI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA	289
7.11.1	TORRINO DI ESTRAZIONE LOCALI TRASFORMATORI TR-IN, TR-OUT, TR-AUX E TR-FV	289
7.11.2	SERRANDA DI NON RITORNO LOCALI TRASFORMATORI TR-IN, TR-OUT, TR-AUX E TR-FV	292
7.11.3	GRIGLIE DI PRESA ARIA ESTERNA LOCALE CONTAINER TRASFORMATORI TR-SA TR-FV.....	294
7.11.4	GRIGLIE DI MANDATA ARIA CONDIZIONATORI UI.01÷UI.04	296
7.11.5	GRIGLIE DI RIPRESA.....	297
7.11.6	GRIGLIE DI ESPULSIONE/PRESA ARIA ESTERNA.....	298
7.12	ESTRATTORE ATEX LOCALE SUPERVISIONE.....	299
7.12.1	VALVOLA DI ESTRAZIONE ARIA	302
7.12.2	SERRANDA DI SOVRAPRESSIONE.....	303
7.12.3	CASSETTA PORTAFILTRO.....	304
7.12.4	SERRANDA TAGLIAFUOCO CIRCOLARI	305
7.13	VALVOLAME ED ACCESSORI	306

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 12 di 319</div>

7.13.1	VALVOLE A FARFALLA FLANGIATE.....	306
7.13.2	VALVOLE DI TARATURA CON ATTACCHI FLANGIATI.....	306
7.13.3	VALVOLE DI RITEGNO IN PVC	306
7.13.4	VALVOLE DI RITEGNO GAS REFRIGERANTE	306
7.13.5	RUBINETTI DI SCARICO	307
7.13.6	FILTRI A Y CON ATTACCHI FLANGIATI	307
7.13.7	GIUNTO ANTIVIBRANTE.....	307
7.13.8	PUNTI SFOGO ARIA.....	307
7.13.9	VALVOLE DI SICUREZZA	307
7.13.10	TERMOMETRI A QUADRANTE DA POZZETTO	308
7.13.11	MANOMETRI	308
7.14	TRATTAMENTO DELLE ACQUE	308
7.14.1	PRODOTTO CONDIZIONANTE.....	308
7.15	SISTEMA DI SUPERVISIONE	309
7.15.1	NOTE GENERALI.....	309
7.15.2	SONDA DI TEMPERATURA DA TUBAZIONE	309
7.15.3	SONDE DI PRESSIONE	309
7.15.4	FLUSSOSTATO DA CANALE	309
7.16	FLUIDI REFRIGERANTI	310
7.16.1	GAS REFRIGERANTE R-410A.....	310
7.16.2	GAS REFRIGERANTE R-513A.....	311
7.16.3	GAS REFRIGERANTE R-407A.....	311
7.16.4	STOCCAGGIO DEL GAS REFRIGERANTE	312
8	ADEMPIMENTI DI FINE LAVORI	313
8.1	DOCUMENTAZIONE	313
9	PROVE FUNZIONALI E COLLAUDI.....	314
10	MANUTENZIONE E GARANZIA.....	319

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 13 di 319</p>

1 PARTE GENERALE

Il Committente è la Regione Siciliana. Il presente Capitolato Speciale d'Appalto – Parte Seconda riprende l'elaborato facente parte del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) posto a base di gara:

- SFTECSA01 - Capitolato Speciale Appalto (rev. B, data 25/10/2022).

Tale documento, pur mantenendo la propria rilevanza, viene aggiornato mediante il presente elaborato, che esplica le caratteristiche tecniche minime individuate, in aggiunta alle precedenti, nella presente fase di progettazione esecutiva.

1.1 OGGETTO E FINALITA' DELL'APPALTO

Nel suo complesso l'intervento si inserisce in un contesto di iniziative molto ampio promosso dalla Commissione Europea nell'ambito degli interventi tesi ad assicurare “Energia pulita nei trasporti”. Invito raccolto e sviluppato dal Governo italiano che, nell'ambito degli interventi previsti dal PNRR ha riservato importanti risorse su questo tema. Un'attenzione crescente è infatti posta a livello nazionale ed europeo sugli aspetti ambientali connessi all'attività portuale. La riduzione dei consumi energetici delle aree portuali e soprattutto la riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera, sono perseguite grazie a molteplici iniziative che portano ognuna il suo contributo.

Tra queste vi è l'elettrificazione delle banchine, anche nota sotto altri nomi quali: *Cold Ironing*, *shore to ship power*, *Alternative Maritime Power (AMP)*, *High Voltage Shore Connection (HVSC)*, etc.

L'apporto del traffico marittimo all'emissione globale di gas serra è stimato prossimo al 2,8% e quindi presenta una incidenza doppia, ad esempio, rispetto al traffico aereo; il tema acquista ancora maggiore rilevanza considerando che le previsioni di crescita dei volumi di merci spedite via nave stimano un aumento che varia dal 50% al 250% entro il 2050.



Anche il settore crocieristico è interessato ad una ripresa dei volumi, infatti, in base alle analisi della *Cruise Lines International Association (CILA)*, il 2023 ha fatto registrare un incremento del 6% del numero di passeggeri rispetto ai dati pre-pandemia mentre, lato armatori, si prevede una crescita ancora maggiore nei prossimi anni. Sono previsti infatti investimenti sulle flotte, sia per quanto riguarda il *retrofitting* dei sistemi propulsori, sia per quanto riguarda la possibilità di ricevere energia elettrica da terra nonché per la realizzazione di nuove imbarcazioni. Dal 2023 al 2028, tra le compagnie che hanno reso noti i dati a CILA, è prevista la consegna di 44 nuove imbarcazioni da crociera con l'obiettivo di aumentare la capacità di trasporto arrivando a 746.000 posti letto.

Questi dati esplicano il contributo che l'industria dei trasporti marittimi dà all'inquinamento globale e rendono altresì evidente l'interesse degli Enti, che gestiscono queste infrastrutture, nell'introduzione di soluzioni che consentano di ridurre tale contributo inquinante. Rispetto ad altri accorgimenti che vengono utilizzati per raggiungere gli obiettivi di riduzione dei consumi energetici, il *Cold Ironing* consiste nel fornire direttamente energia elettrica alle navi in ormeggio in maniera tale da consentire alle stesse di spegnere i propri generatori diesel che hanno l'effetto di contribuire all'inquinamento locale in modo significativo. Il *Cold Ironing* si pone quindi l'obiettivo di annullare integralmente le emissioni locali durante l'ormeggio ed è particolarmente efficace per i porti prossimi ad aree urbane.

1.2 AREE E MODALITA' DI INTERVENTO

Facendo riferimento agli elaborati grafici del progetto di Appalto ed al presente Capitolato Speciale d'Appalto le principali lavorazioni, ereditate dai contenuti espressi nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica posto a base di gara, sono riepilogabili come segue:

- L'elettrificazione delle banchine del Porto Grande Siracusa per l'alimentazione da terra di navi *Cruise* (di seguito anche *Cold Ironing*);

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 14 di 319</div>

- La realizzazione di un punto presa dedicato a rifornire le imbarcazioni da diporto in banchina 4;
- L'ammodernamento dei punti presa oggi in utilizzo dalle imbarcazioni della guardia di finanza in banchina 1;
- La realizzazione di impianti fotovoltaici;
- L'ottimizzazione dell'illuminazione delle aree a progetto.

1.3 CONDIZIONI E CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Parte delle lavorazioni in Appalto sono previste all'aperto. In Tabella 1 sono riepilogate le principali caratteristiche ambientali della zona interessata dalle opere in Appalto.

DEFINIZIONE	CARATTERISTICHE
Clima	Continente / meridionale
Altitudine	≈ 2,5 m s.l.m.
Ambiente d'installazione	Esterno / in cabina / in shelter
Temperatura minima all'esterno	≈ 0°C (zero °C)
Temperatura massima all'esterno	≈ +45°C (più quarantacinque °C)
Temperatura media annua all'esterno	≈ +19°C (più diciannove °C)
Possibilità di zone allagate	No
Possibilità di zone normalmente non illuminate	Si
Accessibilità alle zone di intervento	L'accesso alle zone e le attività in generale devono essere concordati preventivamente con le figure preposte all'organizzazione dell'operatività della banchina portuale.

Tabella 1: Condizioni e caratteristiche ambientali

1.4 TERMINOLOGIA UTILIZZATA NEL PRESENTE DOCUMENTO



Nel presente documento saranno usate le seguenti parole chiave o espressioni:

- Dovrà / dovranno / si dovrà, per esprimere un requisito obbligatorio da soddisfare;
- Dovrebbe / dovrebbero / si dovrebbe, per indicare una forte raccomandazione;
- Potrà / potrebbe / si potrebbe, per indicare una possibilità.

1.5 LIMITI DI BATTERIA

Quanto sotto riportato è da intendersi come incluso nei limiti di batteria del presente PE:

- Le opere relative alla realizzazione delle vie cavi, compresa la posa e la fornitura dei cavi di alimentazione in MT, dal quadro in media tensione interno alla nuova stazione AT/MT attigua alla cabina elettrica CEB;
- Nuova cabina elettrica CEB;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 15 di 319</p>

- I quadri di media tensione in ingresso;
- I trasformatori abbassatori;
- I convertitori di frequenza;
- I trasformatori elevatori;
- I quadri di media tensione in uscita;
- Il quadro di bassa tensione per alimentazione dei servizi ausiliari ed il relativo trasformatore MT/BT;
- La posa e la fornitura dei cavi dedicati alla distribuzione elettrica dalla cabina CEB alle prese in banchina;
- Le opere civili per la realizzazione delle vie cavi limitatamente all'area di Calata Paita;
- Le *Junction Box* di collegamento;
- I sistemi di erogazione del cavo da terra a nave (*Cable Management System*);
- Il sistema di messa a terra;
- Opere civili interne della cabina CEB, quali illuminazione;
- In generale tutti i componenti di cabina rappresentati negli schemi e planimetrie di progetto.

Sono **esclusi**:

- Qualsiasi opera relativa alla realizzazione del nuovo molo crocieristico, comprese tutte le opere civili funzionali alla realizzazione del sistema di *Cold Ironing* ivi presente;
- Qualsiasi opera relativa alla realizzazione della nuova stazione AT/MT prevista in Calata Paita.

1.6 PRESCRIZIONI QUALITATIVE DEI MATERIALI



Tutti i materiali da impiegare per i lavori compresi nell'Appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia nonché a quanto riportato nel presente Capitolato Speciale d'Appalto; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere campionati, riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche essenziali dei prodotti a marchio CE, rispondere alle normative UNI, EN, CEI e UNEL. Si precisa che le indicazioni normative riportate nel presente CSA si intendono sempre riferite alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione.

Tutte le apparecchiature ed i materiali impiegati, sia che costituiscano parte di un assemblaggio complesso o che siano utilizzate in modo autonomo, dovranno essere dotati, dove applicabile, di Marchio IMQ od altro equivalente del Paese di origine, purché regolato da accordi sulla reciprocità dei marchi di qualità.

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti e i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni indicate nel seguito del presente CSA.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 16 di 319</div>

La Direzione Lavori avrà facoltà di rifiutare in qualunque momento i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto; l'Appaltatore, quando la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

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

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

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni e la successiva prova a laboratori ufficiali autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture secondo la normativa vigente.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio; degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

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

1.7 FORNITURE E LAVORAZIONI OGGETTO DI CONTRATTO

I paragrafi seguenti hanno lo scopo di definire le caratteristiche tecniche e prestazionali di riferimento che dovranno essere intese quali requisiti minimi da garantire da parte dell'Appaltatore nell'approntamento delle forniture e nell'esecuzione delle lavorazioni di propria competenza.


Come previsto al precedente paragrafo PRESCRIZIONI QUALITATIVE DEI MATERIALI, i materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere in Appalto dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e senza difetti di sorta, lavorati secondo le migliori regole d'arte e provenienti dalle più accreditate fabbriche. Dovranno inoltre, essere forniti in tempo debito in modo da assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle nuove opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché rispondano alle caratteristiche/prestazioni previste in progetto e dalle norme in vigore.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza alle norme in vigore può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali forniti dall'Appaltatore devono essere messi in opera solo dietro l'accettazione del Direttore dei Lavori. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali deperiti dopo la introduzione in cantiere e che, per qualsiasi causa, non si presentassero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; l'Appaltatore deve rimuovere immediatamente dal cantiere i materiali non accettati dalla D.L. e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 17 di 319</p>

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato, per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilità, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e fatte salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie e specificamente previsti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico dell'Appaltatore. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale d'Appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

Tutto quanto non eventualmente specificato od omissso e che riguarda particolarità essenziali per il funzionamento o il rispetto delle normative in vigore, dovrà essere considerato dall'Appaltatore, senza alcun onere aggiuntivo, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per tutti i lavori necessari atti a dare l'opera compiuta si intende sempre compreso tutto ciò che pur non essendo specificato, risulta necessario, secondo le buone regole dell'arte, a dare l'opera o la fornitura finita e funzionante. Tutte le opere e le forniture si intendono comprensive di ogni onere materiale, mano d'opera, mezzi d'opera, assistenza, etc. necessari a dare l'opera o le forniture finite, posate e funzionanti.

1.8 NOTE CIRCA LE MARCHE DELLE APPARECCHIATURE

Le indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportati all'interno del presente Capitolato Speciale d'Appalto, degli elaborati grafici e, più in generale, nei vari documenti di progetto, non sono da intendersi come vincolanti.

Le eventuali indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportate nelle specifiche tecniche, disegni, e più in generale nei documenti di progetto, sono da intendersi come dichiarazioni di caratteristiche tecniche.



Sono ammessi tipi e marche alternativi, rispetto a quanto eventualmente indicato a progetto, purché tecnicamente e funzionalmente equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore.

Laddove si renda necessario, per motivi di compatibilità con gli impianti ed i sistemi esistenti, vincolare la fornitura di specifiche parti a determinate marche e modelli, l'Appaltatore dovrà seguire le relative indicazioni fornite dalla documentazione di progetto.

Per garantire la piena compatibilità degli apparati in fornitura e la relativa manutenzione del sistema, l'Appaltatore, ove espressamente indicato, dovrà inoltre provvedere alla realizzazione dell'impianto utilizzando componenti hardware rilasciati da unico venditore.

1.9 DOCUMENTAZIONE E DATI TECNICI DA FORNIRE

Il Costruttore di ciascun componente in fornitura dovrà produrre, unitamente all'offerta, la Certificazione attestante che il prodotto Sistema di Qualità è conforme alla Norma UNI EN ISO 9001:2015.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 18 di 319</div>

Tutto quanto non eventualmente specificato od omesso nei documenti di progetto e che riguarda particolarità essenziali per il rispetto delle normative e della sicurezza dovrà essere comunque incluso nella fornitura in opera.

Nella stesura degli elaborati grafici indicati in elenco dovranno essere rispettate le normative oltre naturalmente i segni grafici a Norme CEI.

Per l'approvazione formale delle singole forniture in carico all'Impresa, da ottenere obbligatoriamente prima dell'installazione, tutti i relativi materiali dovranno essere sottoposti all'attenzione della Direzione Lavori e della Committente.

La documentazione di base che l'Impresa dovrà fornire in fase di approvazione materiali sarà composta da:

- Elaborati grafici di assieme dell'oggetto di fornitura;
- Elaborati grafici d'ingombro con quote e pesi di tutte le parti di fornitura;
- Eventuale manuale d'Istruzione contenente:
 - Caratteristiche tecniche;
 - Istruzioni per il montaggio;
 - Istruzioni per la messa in servizio;
 - Istruzioni per la manutenzione;
- Ogni altro documento utile alla definizione completa della fornitura in oggetto e delle relative caratteristiche tecniche e prestazionali.



La fornitura ed il rilascio della documentazione precedentemente indicata saranno a carico dell'Appaltatore. Sarà onere dell'Appaltatore provvedere all'inserimento della suddetta documentazione all'interno dell'assieme documentale da produrre per la consegna dei lavori.

1.10 MODALITA' DI PROVA, CONTROLLO, ACCETTAZIONE E COLLAUDO

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso i laboratori qualificati ed autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove previste per legge, nel presente Capitolato Speciale d'Appalto o prescritte in corso d'opera dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale.

Il prelievo, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto sia dalle Raccomandazioni NorMal che dalle norme vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

Le tolleranze di tutti gli elementi costruttivi costituenti le opere oggetto dell'Appalto dovranno in generale rispettare quanto prescritto nella norma UNI 10462:1995 “Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione”, che: << [...] definisce le differenti forme di tolleranza applicabili quando si tratta di presentare la qualità geometrico dimensionale propria e di elementi ed opere, nonché quando si tratti di specificare i livelli di accuratezza geometrico-dimensionale per la realizzazione dei componenti e delle opere in genere. In particolare la progettazione definisce le specificazioni riguardanti operazioni di fabbricazione degli elementi, di tracciamento in cantiere e di montaggio. Si applica agli elementi edilizi sia prefabbricati che realizzati in situ, e conseguentemente a tutte le opere e a tutti gli spazi che si configurano nelle costruzioni [...]>>.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 19 di 319</div>

L'Appaltatore è inoltre tenuto a informarsi sempre, prima dell'inizio dei lavori, delle tolleranze richieste dai costruttori, fornitori, per gli elementi non strutturali quali serramenti e rivestimenti ed altre opere di finitura.

1.11 CERTIFICATI DI QUALITA' DEI MATERIALI

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, terre, cementi, acciai, ecc.) prescritti dalle Norme Tecniche e dagli elaborati di progetto, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla Direzione dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalle norme vigenti.

Tutti i materiali previsti nel presente Capitolato devono essere forniti con marcatura CE qualora previsto dalle normative vigenti anche in assenza di specifica richiesta nei paragrafi seguenti.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

Inoltre, ai sensi della Circolare del Ministero dei LL.PP. 16 maggio 1996 n° 2357 e s.m.i., i seguenti prodotti:

- apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti;
- barriere di sicurezza;
- impianti elettrici;
- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale;
- impianti di telecomunicazioni;
- segnaletica verticale;

dovranno aver conseguito la certificazione di qualità rilasciata da Enti certificatori accreditati ai sensi delle norme della serie EN 45000.



Per i materiali per cui è previsto dalla normativa UE, dovranno essere utilizzati materiali avente Etichetta ambientale di tipo I (Ecolabel) conforme alla norma UNI EN ISO 14024.

Prima dell'inizio dei lavori la Direzione dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difforni rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

1.12 PRESCRIZIONI IN MATERIA AMBIENTALE

Tutti gli oneri connessi alla gestione degli aspetti ambientali relativi al cantiere (quali a titoli indicativo acque, aria, rifiuti, rumore) – e in particolare tutti gli oneri connessi alla gestione dei rifiuti prodotti nel cantiere –

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 20 di 319</div>

nel rispetto delle condizioni di legge e delle prescrizioni usualmente richieste dalle autorità e degli ulteriori patti contrattuali, sono a carico dell'impresa e si intendono compensati nei prezzi offerti.

L'impresa ha l'obbligo di fornire alla Committente tutti i documenti necessari a dare dimostrazione della conformità delle attività svolte alla legge e alle prescrizioni applicabili in materia ambientale, incluse quelle derivanti dal contratto.

In particolare, dovrà essere rispettato quanto previsto in termini di CAM, ai sensi del DM 11/10/2017.

1.12.1 IMBALLAGGI

L'Impresa è responsabile della corretta gestione ambientale degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio generati dal consumo dei prodotti utilizzati all'interno del cantiere; è fatto assoluto divieto di bruciare in cantiere qualsiasi tipo di imballaggio qualunque ne sia la natura.

Gli imballaggi devono essere necessariamente conferiti, dopo la selezione, ad un soggetto autorizzato alla raccolta dei rifiuti di imballaggio (gestore del servizio comunale o altro soggetto autorizzato alla raccolta dalle aziende).

1.12.2 ULTERIORI PRESCRIZIONI



È fatto assoluto divieto di eseguire operazioni di pulizia o di manutenzione dei mezzi che possano comportare lo sversamento sul terreno o sul piano stradale di oli, gasolio, benzina, solventi o altre sostanze pericolose. In caso di sversamenti accidentali l'impresa dovrà provvedere, a effettuare a propria cura e spese tutto quanto previsto dalla normativa vigente in materia di bonifica di siti inquinati (comprese le analisi sul terreno per caratterizzare la contaminazione e per dimostrare l'avvenuta bonifica) o comunque ordinato dall'autorità competente.

Sarà pure onere dell'impresa appaltatrice fornire alla Committente la documentazione comprovante la regolarità e la completezza, rispetto alla normativa vigente e alle prescrizioni dell'autorità, delle attività intraprese per bonificare il sito oggetto di sversamento, tenendo in ogni caso indenne la Committente stessa da richieste dell'autorità e da pretese di terzi.

1.12.3 CRITERI AMBIENTALI MINIMI

In ottemperanza alle prescrizioni normative D.lgs 50/2016 e sue s.m.i.i. nell'esecuzione dei lavori e nel reperimento dei materiali, dovranno essere rispettati gli obblighi di legge relativi all'applicazione delle normative in termini di Criteri Ambientali Minimi.

Si prescrive inoltre il rispetto di quanto previsto nella “Relazione sulla sostenibilità dell'opera - DNSH” (elaborato 32016019PE0GENREL12), facente parte integrante del presente PE.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 21 di 319</div>

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Normative, leggi di riferimento e documenti guida sono da intendersi sempre applicabili nei relativi ultimi aggiornamenti e/o edizioni.

L'emanazione di una nuova norma o l'aggiornamento della documentazione di riferimento (attinente al progetto) che intervenisse nel corso delle lavorazioni dovrà essere recepita, previo accordo ed assenso da parte della Direzione Tecnica di Cantiere e della Committente ed applicata alle lavorazioni stesse, intervenendo, ove opportuno, alle necessarie modifiche di progetto.

2.1 PRESCRIZIONI DI LEGGE

Gli impianti relativi al presente Appalto dovranno essere realizzati osservando le prescrizioni di Legge vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori stessi ed in particolare quelle di seguito indicate e testi correlati (l'elenco non ha carattere esaustivo).



- D.Lgs. n.81 del 2008 “Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” (c.d. "Testo Unico sulla Sicurezza");
- 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 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”.
- D.Lgs n.50 del 2016.

2.2 PRESCRIZIONI NORMATIVE



Gli impianti relativi al presente Appalto dovranno essere realizzati osservando le norme vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori stessi ed in particolare quelle di seguito indicate e testi correlati (l'elenco non ha carattere esaustivo).

Eventuali ulteriori normative e direttive non comprese nel presente elenco potranno essere richiamate nel documento per specifiche forniture e lavorazioni.

- Norme comuni:
 - Normative ISPESL;
 - Normative d'unificazione UNI - CIG – UNEL;
 - Prescrizioni e raccomandazioni delle A.S.L.;
 - Prescrizioni e raccomandazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
 - Marchio IMQ o di corrispondenti organismi per tutti i materiali elettrici.
- Norme CEI (comitati tecnici):
 - CT 0: Applicazione delle Norme e testi di carattere generale (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT0, attinenti alle opere da eseguire);
 - CT 1/25: Terminologia, grandezze e unità (ex CT1/24/25) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT1/25, attinenti alle opere da eseguire);

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 22 di 319</p>


- CT 3: Strutture delle informazioni, documentazioni e segni grafici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT3, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 7: Materiali conduttori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT7, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 8/28: Tensioni, correnti e frequenze normali / Coordinamento degli isolamenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT8/28, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 15/98: Materiali isolanti - Sistemi di isolamento (ex CT15/63) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT15/98, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 16: Contrassegni dei terminali e altre identificazioni (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT16, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 20: Cavi per energia (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT20, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 23: Apparecchiatura a bassa tensione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT23, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 32: Fusibili (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT32, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 34: Lampade e relative apparecchiature (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT34, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 64: Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT64, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 70: Involucri di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT70, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 89: Prove relative ai rischi da fuoco (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT89, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 94: Relè elettrici a tutto o niente (ex CT94/95, ex CT41) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT94, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 95: Relè di misura e dispositivi di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT95, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 96: Trasformatori di sicurezza ed isolamento (ex SC14D) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT96, attinenti alle opere da eseguire);
- CT 104: Condizioni ambientali. Classificazioni e metodi di prova (ex CT50, CT75) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT104, attinenti alle opere da eseguire);

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 23 di 319</p>

- CT 109: Coordinamento degli isolamenti per apparecchiature a bassa tensione (ex SC28A) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT109, attinenti alle opere da eseguire);
 - CT 210: Compatibilità elettromagnetica (ex CT110) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT210, attinenti alle opere da eseguire);
 - CT 304: Interferenze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT304, attinenti alle opere da eseguire);
 - CT 307: Aspetti ambientali degli impianti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT307, attinenti alle opere da eseguire);
 - CT 308: Impatto ambientale di materiali e prodotti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT308, attinenti alle opere da eseguire);
 - CT 316: Connessione alle reti elettriche di distribuzione Alta, Media e Bassa Tensione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT316, attinenti alle opere da eseguire).
- Norme internazionali (in caso di mancanza o incompletezza delle norme nazionali si dovrà fare riferimento alle seguenti norme internazionali):
 - D.I.N. (Deutsche Industrie Normen) – Germany;
 - I.S.O. (International Standards Organization) – England;
 - B.S.I. (British Standards Institution) – England;
 - A.S.A. (Acoustical Society of America) - U.S.A.;
 - A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials) - U.S.A.

Norma specifica di settore rimane la IEC 80005-1 “Utility connections in port –Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems – General requirements”.

Eventuali riferimenti normativi particolari per forniture e/o lavorazioni potranno essere richiamati all'interno del presente documento.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 24 di 319</div>

3 DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

3.1 STATO DI FATTO

La presente progettazione si inserisce principalmente nel contesto attuale del Molo Sant'Antonio e del Piazzale IV Novembre.

Nella fase di progettazione si è posta particolare attenzione alle aree che saranno interessate dalla realizzazione della cabina elettrica a servizio dei nuovi impianti, dal posizionamento dei punti presa dedicati a rifornire energia elettrica alle navi da crociera e alle imbarcazioni da diporto, dall'installazione di pensiline fotovoltaiche ed infine dagli scavi necessari alla realizzazione delle vie cavi di collegamento tra la cabina e le utenze sopra descritte.

La banchina n. 3 sarà interessata dalla realizzazione di vie cavi, dall'installazione dell'impianto di illuminazione lungo i camminamenti adibiti ai passeggeri, dall'installazione di punti presa per l'alimentazione di navi da crociera e dalla predisposizione di un ricovero per il mezzo operativo adibito alla connessione nave-terra

La banchina n. 2 del Molo Sant'Antonio riceverà gli stessi impianti previsti in banchina n.3; infatti, anche questo ormeggio sarà dedicato alle imbarcazioni da crociera visitanti il Porto Grande di Siracusa.

In banchina n. 4 sarà invece installata una colonnina trifase per alimentazione elettrica d'imbarcazioni da diporto.

Lungo la banchina n. 5 verrà invece realizzata una via cavi dedicata all'illuminazione del Piazzale IV Novembre.

L'area centrale del Molo Sant'Antonio, oggi prevalentemente non utilizzata, sarà interessata dall'installazione di pensiline fotovoltaiche; mentre l'area di Piazzale IV Novembre rimarrà destinata a parcheggio autoveicoli, venendo interessata solamente da un adeguamento degli apparecchi



In definitiva il presente progetto esecutivo considera lo stato di fatto delle aree operative e delle banchine precedentemente menzionate.

I lavori previsti consistono nel realizzare punti presa a 6,6 / 11 kV. Tali prese saranno alimentate alla frequenza di 50 Hz o 60 Hz, a seconda della richiesta dell'imbarcazione, rispetteranno lo standard normativo IEC 80005-1 nella declinazione specifica prevista per queste tipologie di natanti. Alle prese verrà interconnesso un sistema di gestione dei cavi di collegamento nave-terra (Cable Management System) che, dotato di un'opportuna riserva di cavo, sarà utilizzato per compensare il disallineamento tra i punti in cui le prese lato terra sono posizionate ed i punti di accesso dei cavi sullo scafo delle imbarcazioni (*hatch* di bordo). Tutte le apparecchiature elettromeccaniche necessarie ad adattare i livelli di tensione e frequenza forniti dalla rete elettrica a quanto richiesto lato nave, sono contenuti all'interno della Cabina Elettrica di Banchina CEB di nuova realizzazione.

3.2 FASI E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

Stante la necessità di garantire per quanto possibile la normale fruizione del piazzale portuale durante tutto lo svolgimento delle opere in Appalto, si rende necessario individuare una corretta sequenza di fasi di lavoro tale da minimizzare l'impatto del cantiere sul normale funzionamento dell'infrastruttura viaria.

Preliminarmente all'avvio delle attività in cantiere, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori ed al Committente per approvazione, un programma lavori di dettaglio in cui siano chiaramente indicate tutte le fasi di lavorazione e relative tempistiche di esecuzione (turnazione/tempi di lavoro/risorse impiegate) nonché evidenziate le criticità in termini di riflessi delle singole attività in corso sul livello di operatività del *terminal*. Su richiesta del Committente e dell'eventuale Ente concessionario dell'area interessata dalle lavorazioni, stante le esigenze del *terminal*, il programma lavori dovrà essere rivisto per consentire la pianificazione e programmazione delle lavorazioni sulla base della reale disponibilità temporale delle aree.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 25 di 319</p>

Laddove si rendesse necessaria la modifica temporanea della viabilità interna del *terminal*, rimane a carico dell'Appaltatore l'eventuale apposizione di opportuna segnaletica temporanea di tipo orizzontale e/o verticale; in tal caso ogni modifica alla viabilità sarà valutata in accordo con il Committente e con il responsabile della sicurezza indicato ed incaricato in fase di esecuzione.

Per quelle lavorazioni che comportino l'occupazione della banchina lato terra o lato mare, a seconda dei mezzi utilizzati, deve essere considerato che le operazioni suddette siano interdette, pertanto, tali fasi potranno essere non continuative e subordinate alle disponibilità concesse dal Committente.

Il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione dovrà provvedere a gestire, di concerto con l'Impresa, tutte le fasi di lavorazione.

3.3 OPERE CIVILI PREVISTE IN APPALTO

Le opere civili necessarie per la posa in opera del sistema oggetto del presente PE riguardano principalmente la realizzazione di tre cabine elettriche prefabbricate, del ricovero del *Cable Management System* (CMS), delle vie cavi necessarie al corretto funzionamento degli impianti e dei basamenti per le quattro *Junction Box* (JB), per i corpi illuminanti e per la colonnina di ricarica in banchina 4.

Il cavidotto che collega la Cabina Elettrica di Banchina CEB alle varie opere in progetto avrà quota pari a 1 m dal piano del piazzale e consentirà il passaggio dei cavi di media e bassa tensione, nonché i cavi di segnale. Le sezioni del cavidotto sono visibili nelle tavole di progetto.

3.4 OPERE ELETTRICHE PREVISTE IN APPALTO



Le opere elettriche previste nel presente progetto sono principalmente finalizzate alla realizzazione dell'impianto di *Cold Ironing*, che consentirà l'alimentazione elettrica delle navi attraccate, riducendo l'utilizzo dei generatori di bordo e le relative emissioni inquinanti.

Il sistema prevede l'installazione di un convertitore di frequenza e di trasformatori dedicati per l'adeguamento dei parametri elettrici richiesti dalle unità navali, oltre che alle linee in bassa tensione che permetteranno l'alimentazione degli ausiliari di sistema.

L'energia verrà distribuita alle prese in banchina (*Junction Box*) tramite linee dedicate in media tensione.

Oltre all'impianto di *Cold Ironing* il presente Progetto Esecutivo prevede il rifacimento dell'illuminazione dell'area di piazzale, mediante l'installazione di torri faro e lampioni dedicati, nonché la posa di una nuova colonnina di ricarica per il diporto in banchina 4 e la sostituzione di quelle esistenti in banchina 1.

Infine, è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di circa 330 kWp, installato sulla copertura della cabina CEB e su pensiline dedicate.

	"Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa" CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 26 di 319</div>

4 PRESCRIZIONI TECNICHE DELLE OPERE CIVILI

4.1 PREMESSA

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere in Appalto dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e senza difetti di sorta, lavorati secondo le migliori regole d'arte e provenienti dalle più accreditate fabbriche. Dovranno inoltre, essere forniti in tempo debito in modo da assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

L'Appaltatore è tenuto a sottoporre i campioni di materiali all'esame della Direzione dei Lavori che giudicherà sulla loro accettabilità o meno determinando, se del caso, il modello a cui dovrà uniformarsi l'intera provvista.

4.2 CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE

Le cabine elettriche previste a progetto saranno caratterizzate da una struttura a pannelli prefabbricati in c.a. Nel seguito del presente paragrafo verranno dettagliate le principali caratteristiche che dovranno avere i materiali realizzativi di tali edifici.

La struttura a pannelli prefabbricati marcata CE e conforme alla normativa ISO 9001:2015 predisposta con copertura piana in cemento armato vibrato con adeguate pendenze per assicurare il dislivello delle acque meteoriche.

Il trasporto ed il montaggio della stessa saranno eseguiti con attrezzature e mano d'opera specializzata.



La predisposizione dei vani porta e dei vani griglie di aerazione saranno corredati di inserti, per i successivi fissaggi dei serramenti stessi. Si prevede l'utilizzo di porte aventi dimensioni pari a quelle riportate negli elaborati grafici di progetto.

4.2.1 CABINA PREFABBRICA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE

La cabina prefabbricata e-distribuzione dovrà rispettare le specifiche di e-distribuzione per il Box Cliente secondo quanto previsto dallo standard DG2061 Ed. 9 del settembre 2021, mentre la cabina utente dovrà essere conforme allo standard DG2062 come riportato dagli elaborati progettuali.

LEGGI E D.M. DI RIFERIMENTO

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"1;
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- D.M. 17 gennaio 2018: NTC 2018 "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 22 gennaio 2008, n.37: "Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici";
- D.M. 19 maggio 2010: modifica degli allegati al D.M. 22 gennaio 2008, n.37;
- Regolamento Europeo UE 305/2011 - Regolamento prodotti da costruzione – CPR;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 27 di 319</div>



- Norma UNI ISO 1461: "Intonacatura a caldo";
- Norma CEI EN 60529: "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma UNI EN 12504-2:2001: "Prove non distruttive su cls";
- Norma EN 10088-1: 2005: "Lista degli acciai inossidabili";
- Norma CEI EN 50522:2011-07: "Messa a terra di impianti con tensione superiore a 1 kV";
- Scala RAL-F2: "Comitato del Reich per le condizioni di fornitura" - Scala dei colori.

SPECIFICHE TECNICHE

- Specifiche tecniche DS918 - DS919 - Porte metalliche/VTR;
- Specifiche tecniche DS926 - DS927 - Finestre metalliche/VTR;
- Specifica tecnica DS988 - Serratura porta;
- Specifica tecnica GSCL001 - Quadro Servizi Ausiliari;
- Specifica tecnica DY3021 – Lampade;
- Specifica tecnica GSCL003 - Interruttori automatici BT;
- Specifica tecnica GST001 – Trasformatori;
- Specifica tecnica GSM001 - Quadri MT con IMS;
- Specifica tecnica GSCM004 - Quadri MT con ICS;
- Specifica tecnica GSCL002 - Quadri BT;
- Specifica tecnica DS3055 - Telaio supporto Quadri BT;
- Specifica tecnica DY3005/1 – Rack;
- Specifica tecnica DS920 – Passacavi;
- Specifiche tecniche DC1003 - Conduttore a corda di rame;
- Specifiche tecniche DM915 - Morsetto portante per conduttore di terra;
- Specifiche tecniche DM1203 - Morsetto bifilare a compressione;
- Specifiche tecniche DM1204 - Capocorda a compressione;
- Specifiche tecniche DR1015 - Paletto in ferro in profilato d'acciaio;
- Specifiche tecniche DR1020 - Capocorda a compressione diritto;
- Specifiche tecniche DR1040 - Dispersori di terra componibili di profondità;
- Documento GSCG002 - Valutazione della conformità tecnica – TCA.

CARATTERISTICHE TECNICHE ED ELEMENTI COSTRUTTIVI

I manufatti prefabbricati devono essere costruiti secondo quanto prescritto dalla Legge 5 Novembre 1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", dalla Legge n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", dal D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Norme tecniche per le Costruzioni".

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 28 di 319</div>

I manufatti prefabbricati devono essere realizzati da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato o a struttura monoblocco, tali da garantire pareti interne lisce senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti i box deve essere additivato con fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

I manufatti realizzati devono assicurare verso l'esterno un grado di protezione IP 33 Norme CEI EN 60529. A tale scopo le porte e le finestre utilizzate devono essere del tipo omologato e-distribuzione.

Tutte le cabine, indipendentemente dalla tipologia costruttiva, devono poter essere sollevate complete di apparecchiature ad eccezione del trasformatore.

Per completare il montaggio del manufatto DG2061 e per l'ingresso cavi, deve essere realizzato un basamento prefabbricato (basamento raccolta olio) da interrare in opera. Gli elementi metallici, come serramenti, porte e finestre accessibili dall'esterno, non devono essere collegati all'impianto di terra in applicazione del provvedimento M1.1. della norma CEI EN 50522.

CARATTERISTICHE TECNICHE ED ELEMENTI COSTRUTTIVI

Di seguito la definizione delle azioni sulla costruzione da considerare nel progetto in merito ai carichi di neve e vento ed all'azione sismica e le caratteristiche dei materiali (calcestruzzo e acciaio d'armatura) da impiegare.

I carichi da considerare nel progetto della struttura sono:

- pressione del vento pari a $p=190 \text{ daN/m}^2$, corrispondente ai seguenti parametri: altitudine 1000 m s.l.m.m.; macrozonazione: zona 4; periodo di ritorno: $TR=50$ anni.
- carico neve sulla copertura pari a $q_{sd}=480 \text{ daN/m}^2$ (carico neve $q_{sk} = 320 \text{ daN/mq}$) corrispondente ai seguenti parametri: altitudine 1000 m s.l.m.m.; macrozonazione: zona I; periodo di ritorno: $TR=50$ anni; coefficiente di esposizione: $CE=1,0$ (topografia normale); coefficiente di forma: $\mu_i=0,8$ (copertura piana).
- azione sismica; per quanto concerne la valutazione dell'azione sismica, a seconda delle modalità costruttive adottate, si possono impiegare diverse metodologie di calcolo.



Nel caso di metodo di analisi lineare, gli spettri di progetto elastici di base, da utilizzare per la definizione delle azioni sismiche, saranno quelli derivanti dai parametri riportati in Figura 1.

Vita Nominale(Anni)	50 anni
Classe d'uso	II
Categoria sottosuolo	D
Coefficiente amplificazione topografica	1,4
Lat. (ED50)	37,11972° N
Long. (ED50)	14,93992° E

Figura 1: Parametri per la verifica delle azioni sismiche

Per la definizione dello spettro di progetto allo SLV, è possibile assumere uno dei seguenti comportamenti strutturali ai sensi del par. 7.2.2 del DM 17 gennaio 2018:

- Comportamento non dissipativo.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 29 di 319</div>

Il fattore di comportamento q non potrà essere superiore a 1,5 e comunque dovrà rispettare quanto riportato nell'espressione [7.3.2] del DM 17 gennaio 2018. In accordo al par. 7.4.1 del DM 17 gennaio 2018, le verifiche devono essere condotte secondo il capitolo 4.1 dello stesso, senza alcun requisito aggiuntivo, a condizione che in nessuna sezione si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico, come definito al par. 4.1.2.3.4.2 del DM. Devono inoltre essere applicate le regole generali contenute nel paragrafo 7.4.5 del DM 17 gennaio 2018.

○ Comportamento strutturale dissipativo.



La struttura dovrà essere progettata considerando la classe di duttilità Bassa. Il fattore di comportamento dovrà essere definito dal progettista in accordo al par. 7.3.1 del DM 17 gennaio 2018. In accordo al par. 7.4.1 del DM 17 gennaio 2018 la struttura dovrà essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo SLV, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile fino allo SLC, nel quale la dissipazione sia limitata alle zone a tal fine previste. La capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole dei paragrafi. dal 7.1 al 7.3 del DM 17 gennaio 2018, integrate dalle regole di progettazione e di dettaglio descritte dai paragrafi. dal 7.4.4 al 7.4.6 del DM.

○ In accordo al par. 7.4.5 del DM 17 gennaio 2018, vale inoltre in ogni caso che:

per la trasmissione di forze orizzontali tra parti della struttura non è mai consentito confidare sull'attrito conseguente ai carichi gravitazionali, salvo in presenza di dispositivi espressamente progettati per tale scopo.

I dispositivi meccanici di collegamento tra gli elementi strutturali (nonché quelli impiegati per il sollevamento del box) dovranno essere qualificati secondo le procedure di cui al par. 11.8 del DM 17 gennaio 2018. In particolare, come disposto al par. C11.8.6 della Circolare n.7 del 21 gennaio 2019, devono essere dotati di Marcatura CE nel caso esista una norma europea armonizzata o di un "Certificato di Valutazione Tecnica". Per i dispositivi meccanici di collegamento, dove non esiste una norma europea armonizzata e nelle more dell'emanazione di apposita Linea Guida per il rilascio del Certificato di Valutazione Tecnica da parte del CSLPP, è possibile far realizzare tali elementi da appositi centri di trasformazione dotati di certificato CE ai sensi delle norme armonizzate UNI EN 1090-1 ovvero di apposita denuncia di attività rilasciata dal STC.

- sollecitazioni dovute al sollevamento ed al trasporto del box completo di apparecchiature (escluso il trasformatore).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 30 di 319</div>

- carichi mobili e permanenti sul pavimento della cabina.

Per quanto concerne la valutazione del copriferro occorre considerare un ambiente aggressivo e quindi determinarlo seguendo i criteri di cui al prospetto in Figura 2.

		Barre da c.a.		Barre da c.a.		Cavi da c.a.p.		Cavi da c.a.p.	
		Elementi a piastra		Altri elementi		Elementi a piastra		Altri elementi	
C_{min}	C_0	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C \leq C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C \leq C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C \leq C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C \leq C_0$
C28/35	C40/50	25	30	30	35	35	40	40	45

Figura 2: Criteri Circolare 21 Gennaio 2019, n 7

Le verifiche strutturali saranno eseguite secondo le prescrizioni delle vigenti Norme per le costruzioni in calcestruzzo armato in zona sismica, nelle condizioni più conservative. In caso di richiesta di installazione dei manufatti in particolari siti, con azione del vento e composizione geologica al di fuori dei parametri sopra descritti, verrà richiesto un calcolo ad hoc secondo le Norme vigenti.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il calcestruzzo utilizzato deve essere conforme alla Norma Europea UNI-EN 206-1 con i requisiti sottoelencati:

- classe di resistenza a compressione C32/40;
- classe di esposizione (UNI11104) XC4;
- diametro massimo aggregato 20 mm;
- classe di contenuto in cloruri CI 0,40;
- rapporto acqua/cemento max 0.60.



Le armature devono avere i requisiti sottoelencati:

- barre ad aderenza migliorata B450C saldabile;
- rete e tralicci elettrosaldati B450A o B450C.

Nel caso di struttura a pannelli la realizzazione dell'unione ed i collegamenti fra elementi prefabbricati deve essere conforme al p.to 4.1.10.5.2 del D.M. 17 Gennaio 2018.

Nel caso di impiego di calcestruzzo fibrorinforzato (FRC), come stabilito dal §11.2.12 del D.M. 17 Gennaio 2018 e successivamente come da precisazione del S.T.C del Consiglio Superiore dei LL.PP., è possibile impiegare per uso non strutturale un quantitativo di fibre al di sotto della soglia indicata (0.3% in volume) al fine di migliorare le fasi di scasso e di limitare la formazione delle microfessurazioni.

L'impiego delle fibre comporta comunque l'obbligo del rispetto della vigente normativa del settore, ed in presenza di norme armonizzate, il possesso della marcatura CE per le fibre stesse. A tal fine è inoltre necessario che la produzione di tale calcestruzzo fibrorinforzato ad uso non strutturale avvenga all'interno di un sistema opportunamente calibrato con un processo industrializzato dotato di idonei impianti.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 31 di 319</div>

4.2.2 CABINA ELETTRICA DI BANCHINA CEB

La nuova cabina elettrica prefabbricata CEB sarà strutturata su un piano come riportato negli elaborati grafici progettuali. La cabina CEB, come meglio descritto nella Relazione Tecnica Generale (elaborato: 32016019PE0GENREL02), sarà formata da otto ambienti distinti; in particolare:

- Locale Quadri MT e Convertitore;
- Locale TR-CI (IN);
- Locale TR-CI (OUT);
- Locale TR-SA;
- Locale TR-FV;
- Locale Fotovoltaico;
- Locale Impianti esterni;
- Locale Supervisione.



La copertura della cabina vedrà l'installazione di parte dell'impianto fotovoltaico previsto a progetto e dei torrini d'aspirazione per il raffreddamento dei locali trasformatori; tali dettagli saranno meglio approfonditi nel proseguo del presente elaborato.



Figura 3: Render 3-D della Cabina Elettrica di Banchina CEB

CARATTERISTICHE GENERALI

- Pannelli verticali autoportanti prefabbricati in c.a.v. spessore cm 35, armati con rete elettrosaldata ed armatura aggiuntiva B450C, costituiti da due solette (interna ed esterna) dello spessore non inferiore a cm 5.5 con interposto strato di polistirolo, collegate mediante nervature. La parte inferiore dell'elemento (scarpa) risulta dotata di ferri sporgenti a cui sovrapporre armatura aggiuntiva in opera e ammarrare nel getto della platea di fondo. Finitura esterna liscia fondo cassero interna staggiata a mano, colore grigio cemento.
- Solaio di copertura a lastra prefabbricata in c.a.v. sp.30 cm, alleggerito con polistirolo e gettata in stabilimento su casseri metallici e armata con ferro ad aderenza migliorata B450C;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 32 di 319</div>

- Tinteggiatura interna ed esterna della struttura, con idonea vernice al quarzo;
- Impermeabilizzazione della copertura mediante guaina bituminosa saldata a caldo con finitura in graniglia microardesiata protettiva e sigillante;
- Scossalina contenitiva in lamiera preverniciata con discendenti e accessori di fissaggio a tono;
- Sigillatura tra le giunzioni delle pareti con idoneo sigillante acrilico;
- Porte metalliche delle dimensioni indicate nel disegno di progetto;
- Linea vita in copertura certificata.

Tale cabina dovrà essere realizzata in conformità alle leggi e alla normativa vigente e dovrà altresì rispettare gli elaborati progettuali dedicati facenti parte integrante del presente progetto esecutivo.

4.2.3 PAVIMENTO FLOTTANTE



Tale pavimento deve essere idoneo a sopportare il carico distribuito e concentrato proprio dei dispositivi elettromeccanici inseriti all'interno della cabina, oltre a garantire la luce netta sotto pavimento come da elaborati grafici progettuali.

Esso dovrà essere completo di certificazione UNI EN 12825, prodotto nel rispetto delle certificazioni del sistema qualità ISO EN 9001 e ISO 14001.

Nel seguito vengono riportate le caratteristiche del prodotto individuato nella presente fase progettuale, ma esse non sono vincolanti, prodotti analoghi che garantiscano il medesimo livello prestazionale saranno accettati come alternative in fase realizzativa.

Il pavimento flottante previsto è composto da:

- **Pannello**
Pannello con anima in solfato di calcio ad altissima densità spessore 30 mm, rivestito superiormente con laminato plastico antistatico LAMINATO ABET dec 577 spessore 0,9 mm e inferiormente con alluminio spessore 0,05 mm. Bordo laterale in ABS spessore 0,5 mm ad alta resistenza meccanica e termica, anti scricchiolio.
- **Struttura TR**
Struttura TR con testa piatta realizzata completamente in acciaio con trattamento superficie zincatura elettrolitica (passivazione bianca) composta dai seguenti elementi:
Piedino di supporto costituito da base circolare diametro 98mm, spessore 2,5mm, munita di nervature di irrigidimento e fori per l'eventuale fissaggio meccanico a terra; tubo di lunghezza variabile con l'altezza del pavimento, saldamente fissato alla base, disponibile nelle versioni:
 - diametro esterno 24mm, spessore 2mm per altezze fino a 925mm;
 - diametro esterno 26mm, spessore 3mm per altezze da 975 a 1175mm.
 Regolazione +/-40mm- barra filettata M20, saldata alla testa e portante un dado per il bloccaggio dell'altezza finale;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 33 di 319</div>

Traversi di collegamento costituiti da profilo aperto a “C” con piegature nella parte inferiore per incrementare le prestazioni alla flessione. Disponibili nelle versioni: profilo per modulo 600x600mm, di sezione 40x40mm e spessore 2mm, nelle lunghezze 558mm e 2400mm usato per modulo struttura standard 600x600mm.

Guarnizione di incrocio conduttiva in polietilene nero (PE), dimensioni 49x49mm, spessore 1.5mm, con funzione antirombo e denti di innesto per il centraggio e aggancio da collocare in corrispondenza degli incroci tra traversi. Superiormente fornita di n.4 denti a coltello per il posizionamento e centraggio dei pannelli Guarnizione per traversi in materiale plastico estruso nero, dimensioni 547x40mm, spessore 1,5mm, con funzione antirombo, adesiva su un lato, da collocare sulle mezzerie dei lati.

Il fissaggio dei traversi alle teste dei piedini avviene tramite bullone con vite a martello per facilitare l'inserimento in posizione.

Altezza nominale 1015 mm con regolazione -40 / +40 mm.

4.2.4 SERRAMENTI

Tutti i componenti delle porte (telai metallici, accessori, specchiature, guarnizioni, sigillanti, ecc.) dovranno essere costituiti con materiali che non rilascino sostanze pericolose oltre il livello massimo ammissibile stabilito dalle normative europee sui materiali o dalle normative nazionali di pertinenza.

I serramenti dovranno essere completi di coprifili interni ed eventuali raccordi.

Per la realizzazione dei telai dei serramenti è consigliato l'impiego profili estrusi in alluminio lega 6060 conformi alla norma UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio – Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati – Composizione chimica con le tolleranze previste dalla norma EN 12020 Alluminio e leghe di alluminio – Profili estrusi di precisione in lega EN AW-6060 e EN AW-6063 – Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma.

Possono essere accettate anche altre leghe di alluminio da lavorazione plastica purché possiedano le medesime proprietà della lega 6060.



La finitura avrà caratteristiche visive superficiali (uniformità d'aspetto, tonalità della colorazione, ecc.) approvate dal Committente e/o dalla Direzione Lavori a mezzo di due campioni corrispondenti ai limiti di tolleranza delle caratteristiche stesse. Minimi scostamenti nel lotto di fornitura saranno considerati accettabili.

I manufatti dovranno essere esenti da difetti (graffi, rigonfiamenti, colature, ondulazioni ed altre imperfezioni) visibili ad occhio nudo alle distanze non inferiori a 5 metri per applicazioni esterne e 3 metri per applicazioni interne.

Saranno preferiti prodotti con finiture superficiali a marchio di qualità (il marchio Qualianod per l'ossidazione anodica dell'alluminio, il marchio Qualicoat per la verniciatura, il marchio RAL).

Le finiture superficiali dei telai metallici non devono subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto. Pertanto, devono essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il contatto degli elementi metallici con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi.

La verniciatura, se prevista, deve possedere le proprietà previste dalla norma UNI 9983 Rivestimenti dell'alluminio e sue leghe. Verniciatura. Requisiti e metodi di prova. Lo spessore del film di vernice deve essere idoneo al tipo di prodotto verniciante scelto (liquido, in polvere) e alla tecnologia di applicazione (in

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 34 di 319</div>

continuo su nastro, a spruzzo) in accordo con quanto previsto al punto 4.2.2 della norma UNI 3952 Alluminio e leghe di alluminio - Serramenti di alluminio e sue leghe per edilizia - Norme per la scelta, l'impiego e il collaudo dei materiali.

Per questo tipo di finitura superficiale può essere anche specificata la classe di brillantezza tra quelle definite dalla norma UNI 3952 Alluminio e leghe di alluminio - Serramenti di alluminio e sue leghe per edilizia - Norme per la scelta, l'impiego e il collaudo dei materiali.

L'ossidazione anodica deve possedere le proprietà previste dalla norma UNI 10681 Alluminio e leghe di alluminio - Caratteristiche generali degli strati di ossido anodico per uso decorativo e protettivo. Per questo tipo di finitura superficiale deve essere anche specificata, in funzione dell'impiego, la classe di strato tra quelle previste dalla UNI 3952 Alluminio e leghe di alluminio - Serramenti di alluminio e sue leghe per edilizia - Norme per la scelta, l'impiego e il collaudo dei materiali.

Gli accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione atmosferica e devono avere caratteristiche tali da conferire alla porta la resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni di uso e sollecitazione a cui è destinato. I materiali costituenti gli accessori devono essere compatibili con quelli delle superfici con cui vengono posti a contatto. La finitura degli accessori sarà coordinata a quella dei telai secondo campionatura approvata dal Committente.

Saranno preferiti prodotti con finiture superficiali a marchio di qualità.

Le guarnizioni inserite nei serramenti devono garantire alla porta le prestazioni (isolamento acustico, ecc.) previste, essere compatibili con i materiali con cui vengono a contatto e conformi alle normative di riferimento per lo specifico materiale costituente. Le guarnizioni dei giunti apribili devono poter essere facilmente sostituibili.

I sigillanti utilizzati devono garantire alla porta le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione di continuità elastica durevole nel tempo tra due supporti in movimento, essere compatibili con i materiali con cui vengono in contatto e conformi alle norme di riferimento per lo specifico materiale utilizzato.

Al fine di non causare danni fisici o lesioni agli utenti i serramenti devono essere concepiti in modo che non vi siano parti taglienti e superfici abrasive che possano ferire gli utenti nelle normali condizioni di utilizzo e di sollecitazione o anche gli addetti delle operazioni di manutenzione.

Devono inoltre resistere a false manovre ma possibili senza rottura di parti vetrate, fuoriuscita di materiali dalla loro sede, rottura di organi di manovra e di bloccaggio o altri danneggiamenti che inficino il funzionamento o provochino il decadimento delle prestazioni inizialmente possedute.

I manufatti dovranno essere consegnati in cantiere con le lavorazioni prescritte per l'esecuzione in officina.

I manufatti dovranno essere corredati dai previsti accessori, di tipo pesante e robusto, maniglie, serrature, chiavi, maniglioni antipánico e meccanismi di autochiusura.

La costruzione deve essere eseguita con le migliori regole dell'arte e con la massima accuratezza.



Non sono accettabili elementi con spigolature, rotture o altre irregolarità di lavorazione. I manufatti devono presentare uniformità di colore e venatura, di dimensione e spessori di contorni, sagome e coprifili.

Collanti impiegati per lastronature e tamburature dovranno essere di tipo e qualità tali da garantire la perfetta e completa adesione e la durata nel tempo.

Particolare attenzione durante le operazioni di movimentazione in cantiere sarà posta ad evitare rotture, scheggiature, graffi e danni alle finiture superficiali dei manufatti mediante opportuna protezione dei manufatti con idonei materiali.

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori i campioni della ferramenta ed il campione di ogni tipo di porta previsto, completo di ogni accessorio di manovra; avrà inoltre l'obbligo di controllare in cantiere le misure dei vani dove dovranno essere collocati i serramenti, in modo da garantire l'esatta corrispondenza tra le misure del manufatto e quelle della struttura di sostegno.

Soluzioni alternative perseguibili in fase realizzativa saranno considerate equivalenti solamente se garantiranno pari prestazioni.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 35 di 319</div>

4.3 RICOVERO CABLE MANAGEMENT SYSTEM

La struttura dedicata a rimessaggio del CMS dev'essere idonea ad ospitare l'apparato e il relativo punto di ricarica, come da elaborati grafici progettuali.

Esso dovrà essere verificato secondo quanto prescritto dagli Eurocodici e dalla normativa UNI EN 13782:2015 "Strutture temporanee - Tende - Sicurezza".

Nel seguito vengono riportate le caratteristiche del prodotto individuato nella presente fase progettuale, ma esse non sono vincolanti, prodotti analoghi che garantiscano il medesimo livello prestazionale saranno accettati come alternative in fase realizzativa.

Tale struttura è composta da:

- Tunnel estensibile con sistema a pantografi in alluminio, avente:
 - Dimensione in pianta 600 cm (lato timpano) x 1200 cm (lato guide di impacchettamento);
 - Altezza utile sotto trave 400 cm, altezza massima al colmo 470 cm;
 - Struttura in profili in alluminio anodizzato;
- Chiusura scorrevole in PVC, avente:
 - teli singoli in tessuto Pvc Poly RS ignifugo in classe 2.

4.4 PENSILINE FOTOVOLTAICHE

Le pensiline dedicate all'alloggio dei moduli fotovoltaici devono essere idonee ad ospitare i moduli selezionati e rispettare per dimensioni le prescrizioni degli enti, come da elaborati grafici progettuali.

Esso dovranno rispettare le normative e leggi vigenti.

Nel seguito vengono riportate le caratteristiche del prodotto individuato nella presente fase progettuale, ma esse non sono vincolanti, prodotti analoghi che garantiscano il medesimo livello prestazionale saranno accettati come alternative in fase realizzativa.

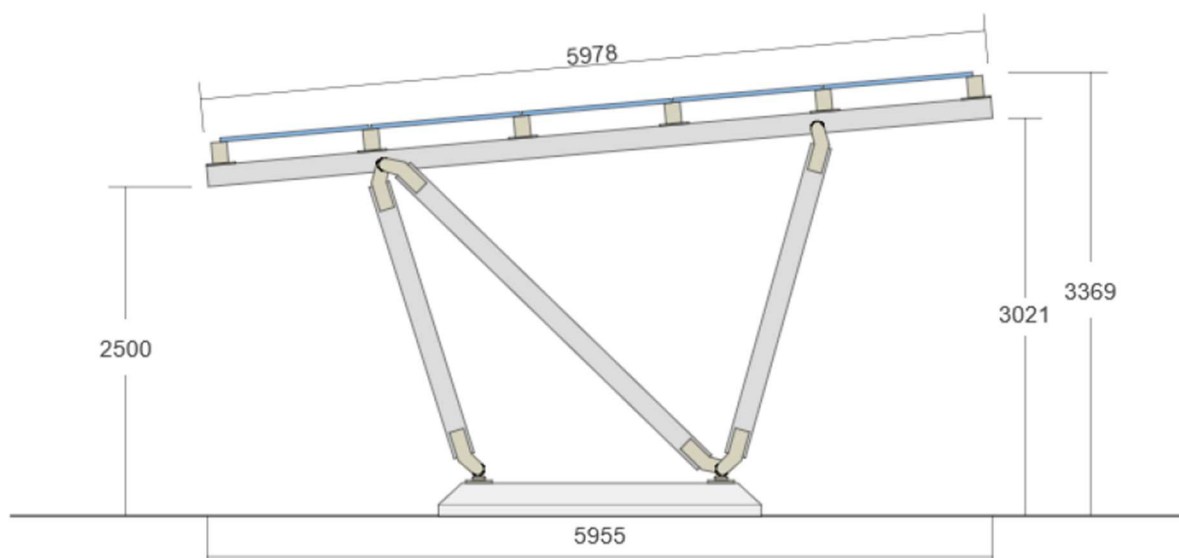




Figura 4: Dimensioni laterali pensiline fotovoltaiche

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 36 di 319</p>

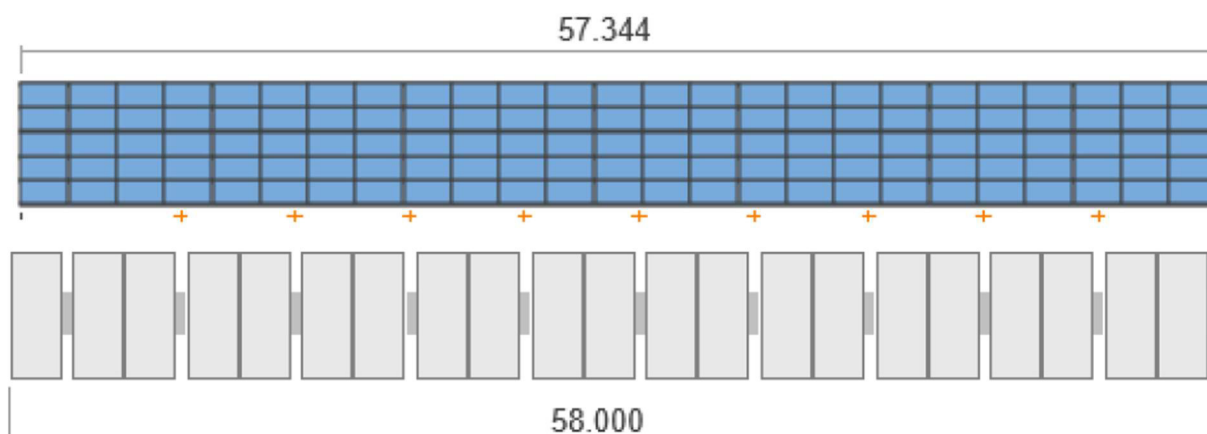


Figura 5: Dimensioni in pianta pensiline fotovoltaiche

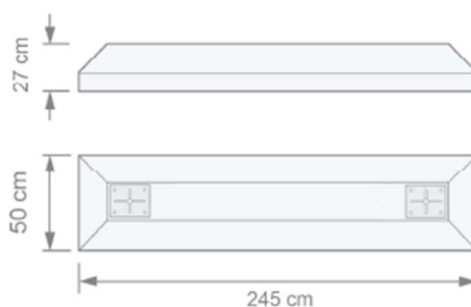


Figura 6: Dimensioni zavorra in cemento armato per il fissaggio

Altezza pannello (mm)	2278 mm
Larghezza pannello (mm)	1134 mm
Spessore pannello (mm)	30 mm
Nr colonne pannelli	25
Nr righe pannelli	5
Disposizione pannelli	ORIZZONTALE
Lung. arcareccio	57344 mm
Numero arcarecci	6
Colore struttura	ANODIZZATO ARGENTO
Bulloneria	BULL. ZINCATA

Figura 7: Copertura pensiline

Lung. montante 1	2161 mm
Lung. montante 2	3190 mm
Lung. montante 3	2437 mm
Lung. traversa	5978 mm
Numero arcarecci	6
Fissaggio a terra	COPPIA STAFFE 2+6 PICC.
Colore struttura	ANODIZZATO ARGENTO
Bulloneria	BULL. ZINCATA



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 37 di 319</div>

Figura 8: Base pensiline

Inoltre, le pensiline individuate avranno:

- Altezza utile: 2.50m - Inclinazione: 5.0°;
- Fissaggio con zavorre in cemento da kg. 660 cad, come riportato in Figura 6;
- Colore struttura: anodizzato argento;
- Numero posti auto a pensiline 21 (larghezza 2500mm ciascuno).

4.5 BASAMENTI DI FONDANZIONE

4.5.1 FONDAZIONI DEI LAMPIONI

Le fondazioni dei lampioni dovranno essere realizzate mediante plinti porta palo in cls vibrato conformi alla normativa vigente, in particolare alla CE UNI EN 1917.

Esse dovranno avere le caratteristiche riportate in Figura 10 e le geometrie riportate in Figura 4, in accordo con gli elaborati grafici facenti parte del presente progetto esecutivo.

ACCIAIO	CALCESTRUZZO PREFABBRICATO	
Reti, barre e rotoli B450C	RCK (SCASSERO) > 150 daN/cm ^q	RAPPORTO ACQ/CEM MAX = 0.35 + 0.02
Copriferro nominale ≥ 3 cm	RCK (AL TRASP.) > 150 daN/cm ^q	Classe di esposizione garantita cls = XC2-XC3
	RCK (28 GIORNI) > 300 daN/cm ^q	LAVORABILITA' SLUMP S3
	DIAMETRO MAX. INERTE MAX. < 16 mm	Tolleranze dimensionali: + - 2 cm

Figura 9: Caratteristiche materiali adottati per plinti porta palo in cls vibrato

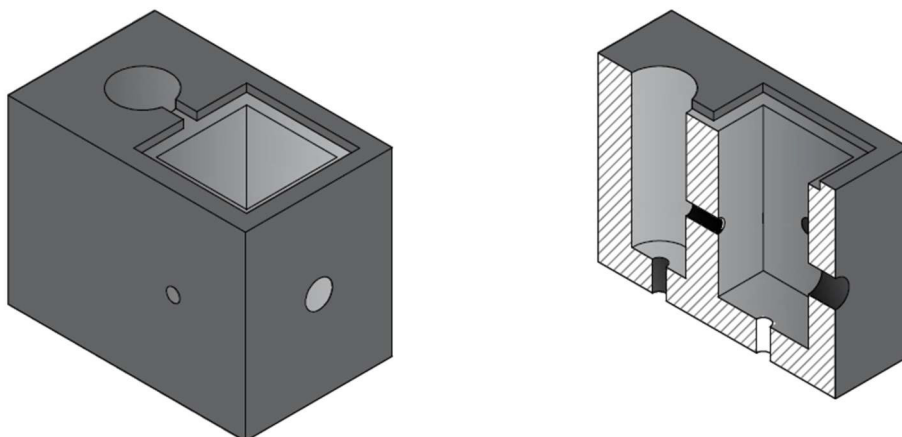




Figura 10: Vista assonometrica dei plinti porta palo in cls vibrato

Gli elementi prefabbricati dovranno quindi essere realizzati in cls semiasciutto vibrato, con dosaggio non inferiore Rck 25.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 38 di 319</div>

Durante la fase di realizzazione dovranno essere aggiunte delle staffe in ferro con diametri variabili, in relazione alle dimensioni del pozzetto. Dopo la fase di realizzazione, il prodotto dovrà rimanere in essiccazione per circa 48ore, successivamente alla completa maturazione potrà essere stoccato nel piazzale per essere messo in commercio.

4.5.2 FONDAZIONE DELLA COLONNINA DA DIPORTO P.4.1

Per realizzare la fondazione della colonnina P.4.1 si dovrà attuare un basamento avente dimensione in pianta pari a quella della colonnina stessa, maggiorata di 5 cm per lato.

Inoltre, si è prevista un'altezza totale pari a 55 cm, di cui 5 fuori terra. Tale plinto sarà armato con staffe a C rovesciata, fi 8 mm con passo 20 mm.

Soluzioni alternative potranno essere perseguite in fase realizzata solamente se tecnicamente equivalenti. La struttura aperta in pianta ha dimensioni 6x12 metri.

4.5.3 FONDAZIONE RICOVERO CMS

A progetto, come riportato anche negli elaborati grafici, si è previsto di utilizzare due travi di fondazione per ogni rotaia. Ognuna delle due avrà lunghezza complessiva di 13 metri, corrispondenti ad una maggiorazione delle dimensioni della parte in elevazione di 50 cm per lato.

Esse saranno inoltre larghe 60 cm, secondo particolare cordolo in c.a., e profonde 50 cm.

Si è previsto l'utilizzo di calcestruzzo Rck 35, classe di esposizione XS1. Ogni trave dovrà essere armata sul lato lungo con ferri fi 12 ogni 20 cm, mentre il lato corto presenterà ferri a C fi 8 /20 cm, sia verso alto che verso il basso.

4.5.4 FONDAZIONE TORRI FARO

Si è previsto che le fondazioni delle torri faro a progetto vengano realizzate con micropali profondi. Tali fondazioni dovranno rispettare quanto riportato negli elaborati dedicati e riassunto in Figura 11, in Figura 12 e in Figura 13. Inoltre, si dovrà utilizzare un copriferro da 0,04 m.

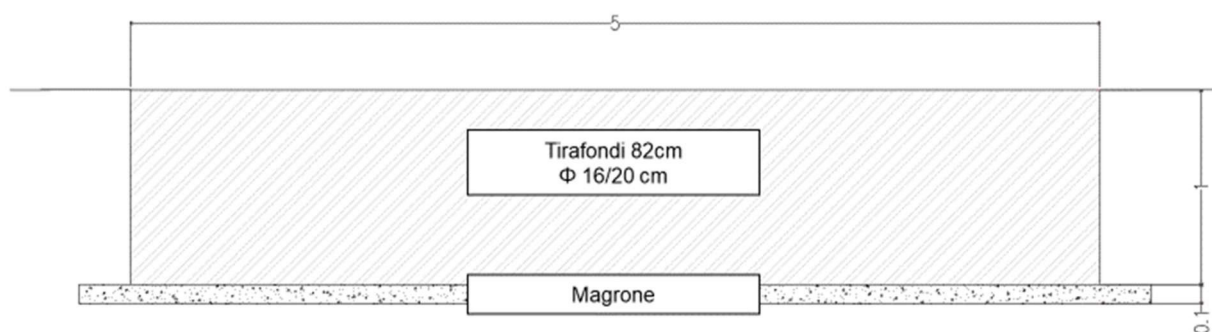




Figura 11: Vista laterale fondazioni torri faro

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 39 di 319</p>

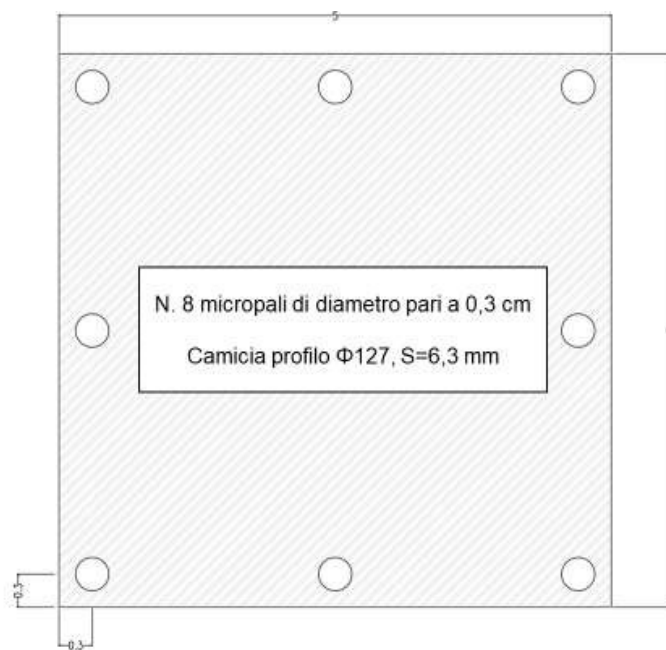


Figura 12: Vista in pianta fondazioni torri faro

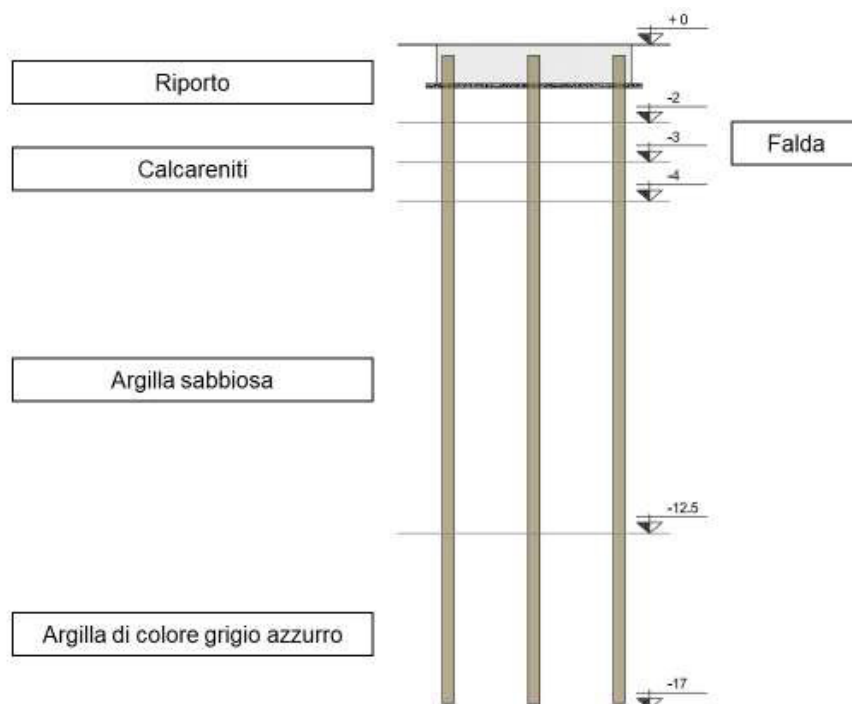




Figura 13: Vista laterale micropali di fondazione torri faro

Per un maggior grado di dettaglio inerentemente le fondazioni delle torri faro, i micropali e le caratteristiche del cls si rimanda alla “Relazione Tecnica - Parte Strutture Geotecnica E Sismica Fondazioni Torre Faro” (elaborato: 32016019PE0STRREL03), facente parte integrante del presente progetto esecutivo.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 40 di 319</div>

4.6 PRESCRIZIONI PARTICOLARI SUI MATERIALI

4.6.1 CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti fissati dal presente CSA, dovranno essere forniti di una idonea certificazione d'origine che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme. In particolare, si fa esplicito riferimento Regolamento UE n° 305/2011 del 9/03/2011 di recepimento della Norma Armonizzata EN 1090-1, relativa ai prodotti da costruzione e al D.P.R. 10.12.1997 n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE.

Nell'ambito di tale direttiva, il CEN ha elaborato le seguenti norme:

- EN 12620 Aggregati per il calcestruzzo;
- EN 13043 Aggregati per miscele bituminose;
- EN 13055-1 Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte;
- EN 13055-2 Aggregati leggeri per miscele bituminose;
- EN 13139 Aggregati per malta;
- EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile;
- EN 13383 Aggregati per opere di protezione.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.


4.6.2 ACQUA PER IMPASTO CON LEGANTI IDRAULICI

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003 e dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

4.6.3 LEGANTI IDRAULICI

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971. Nelle opere oggetto del presente capitolato devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595. È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta. Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 41 di 319

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive. Quando i leganti vengono approvvigionati in sacchi, questi debbono essere conservati in locali coperti asciutti e ben aerati, al riparo dal vento e dalla pioggia; essi saranno disposti su tavolati isolati dal suolo, in cataste di forma regolare, non addossate alle pareti, che verranno inoltre ricoperte con teli impermeabili o fogli in materiale plastico. I cementi che vengono conservati secondo le modalità prescritte, i cui contenitori risultino manomessi, o che comunque all'atto dell'impiego presentino grumi o altre alterazioni, dovranno essere senz'altro allontanati tempestivamente ad esclusiva cura e spese dell'Appaltatore. Qualora i leganti vengano approvvigionati alla rinfusa, per il trasporto si impiegheranno appositi automezzi. Ferma la necessità dei documenti di accompagnamento secondo la UNI EN 197-1 attestino la marcatura CE del prodotto, i contenitori impiegati per il trasporto dovranno avere ogni loro apertura chiusa con legame munito di sigillo recante un cartellino distintivo del prodotto, il tutto conformemente a quanto prescritto dalla legge stessa, al medesimo articolo, per le forniture in sacchi. L'impiego di cementi alla rinfusa non potrà essere consentito qualora il cantiere non sia dotato di idonea attrezzatura per lo svuotamento dei contenitori di trasporto, di silos per lo stoccaggio e di bilancia per la pesatura all'atto dell'impiego.

4.6.4 AGGREGATI PER CALCESTRUZZI

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

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

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella tabella del D.M. 17 gennaio 2018, ripresa in Tabella 2.

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

Tabella 2: Tabella 11.2.II delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 01/2008

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo il DM 17/01/2018, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

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



	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 42 di 319</p>

Tabella 3: Tabella 11.2.III delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 01/2008

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

4.6.5 AGGIUNTE

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004. I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

4.6.6 ADDITIVI

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971. Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

4.6.7 GHIAIE – GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI

Le ghiaie e i ghiaietti per pavimentazioni dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella “Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945” ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.



I pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi da impiegare per pavimentazioni, dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R. (Fascicolo n. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente, o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari più durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marmose.

I materiali silicei che hanno in generale scarso potere legante dovranno impiegarsi per le massicciate da trattare successivamente con bitumi, catrame o loro composti, mentre per i semplici macadam all'acqua occorreranno materiali duri, ma con forte potere legante.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 43 di 319</div>

campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione secondo le disposizioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti dal crivello 25 UNI i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti dal crivello 10 UNI le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- Pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- Pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- Pietrischetto da 15 a 25 mm per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- Pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semi-penetrazioni, e pietrischetti bituminati;
- Graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bituminati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- Graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione i Lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.



Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

Le graniglie dovranno provenire dalla spezzettatura di rocce silicee-basaltiche, porfiriche, granitiche o calcaree che presentino, in generale, i requisiti prescritti per le pietre naturali. Per le graniglie da impiegare nelle costruzioni stradali dovranno essere osservate tutte le norme contenute nel fascicolo n.4/1953 edito dal C.N.R. Commissione di studio dei materiali stradali.

4.6.8 AGGREGATI DI RICICLO PER RILEVATI E CASSONETTI

Gli aggregati provenienti da riciclo per la costruzione di cassonetti e rilevati stradali dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 14688-1, UNI EN 13242 e UNI EN 13285 nonché seguire le disposizioni della circolare 15.07.2005 n° 5205.

I materiali di riciclo, a secondo del loro impiego, dovranno rispettare i limiti riportati in Tabella 4, in Tabella 5 e in Tabella 6.





	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 44 di 319

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi	Separazione visiva	Sul trattenuto al setaccio da 8 mm. > 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva	15% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva	25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva	15% in totale 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica ecc.	Separazione visiva	0,1% in massa
Altri materiali (gesso, matalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, ecc.)	Separazione visiva	0,6% in massa
Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933-1	85-100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933-1	60%
Passante al setaccio	UNI EN 933-1	(0,063 mm) 15%
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 20
Dimensione massima D _{MAX}	UNI EN 933-1	125 m

Tabella 4: Limiti per il corpo dei rilevati



Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi	Separazione visiva	Sul trattenuto al setaccio da 8 mm. > 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva	10% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva	15% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva	15% in totale 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche	Separazione visiva	0,1% in massa

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 45 di 319</div>

eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica ecc.		
Altri materiali (gesso, matalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, ecc.)	Separazione visiva	0,4% in massa
Rapporto tra il passante al setaccio da 0,5 mm ed il passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	> 3/2
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	15%
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita di peso per abrasione con apparecchio “Los Angeles”	UNI EN 1097-2	45
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-4	40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-3	35

Tabella 5: Limiti per sottofondi stradali

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi	Separazione visiva	Sul trattenuto al setaccio da 8 mm. > 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva	5% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva	5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva	5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica ecc.	Separazione visiva	0,1% in massa
Altri materiali (gesso, matalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, ecc.)	Separazione visiva	0,4% in massa
Passante al setaccio da 40 mm	UNI EN 933-1	100%
Passante al setaccio da 20 mm	UNI EN 933-1	61% < x < 79%
Passante al setaccio da 10 mm	UNI EN 933-1	41% < x < 64%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933-1	31% < x < 49%
Passante al setaccio da 2 mm	UNI EN 933-1	22% < x < 36%
Passante al setaccio da 1 mm	UNI EN 933-1	13% < x < 30%
Passante al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933-1	10% < x < 20%

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 46 di 319

Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	10%
Rapporto tra il passante al setaccio da 0,5 mm ed il passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	> 3/2
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita di peso per abrasione con apparecchio “Los Angeles”	UNI EN 1097-2	30
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-4	40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-3	35

Tabella 6: Per strati di fondazione

Tutti i materiali saranno comunque sottoposti all'accettazione formale della Direzione lavori prima del loro impiego.

4.6.9 TELI DI “GEOTESSILE”



Il telo “geotessile”, se presente, sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- con fibre a filo continuo;
- con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a “trama ed ordito”;
- con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo “geotessile”, qualora non diversamente specificato nelle voci di elenco prezzi, dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10^{-3} e 10^{-1} cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazioni analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5 cm, con allungamento a rottura compreso fra i 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5 cm o a 1500 N/5 cm, fermi restando gli altri requisiti. Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e su B.U. n. 111 del 24.12.1985.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 47 di 319</p>

4.6.10 CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle “Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945”.

4.6.11 MANUFATTI DI CEMENTO

Dovranno essere costituiti da un conglomerato cementizio vibrato, con cemento CLASSE DI RESISTENZA 42.5 per metro cubo di inerti secchi (sabbia e ghiaietto, vagliati e lavati in apposita composizione granulometrica) nelle proporzioni sottoelencate:

- 300 Kg per pozzetti a sifone, cassette di raccordo, botole e caditoie da giardino;
- 400 Kg per tubi, botole stradali, paracarri e barriere "tipo A.N.A.S.";
- 500 Kg per caditoie da carreggiate.

Le armature in ferro tondo-acciaioso qualora previste, nei vari diametri ed in qualsiasi modo disposte, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 17/01/2018. I tubi in cemento dovranno essere forniti in pezzi della lunghezza di ml.1 con gargame profilato ed a perfetta tenuta con semplice stuccatura in cemento. L'impasto dovrà essere eseguito nelle seguenti proporzioni:

- 400 Kg di cemento Portland CLASSE DI RESISTENZA 32.5;
- 0,700 m³ di ghiaietto ben lavato con diametro da 8 -15 mm (in base alle dimensioni delle tubazioni);
- 0,500 m³ di sabbia granita, accuratamente lavata e scevra da materie terrose.

L'impasto verrà gettato, nelle apposite forme ed accuratamente pressato e vibrato, dopo le operazioni di disarmo le tubazioni non dovranno avere ghiaietto affiorante sia nella parte interna che in quella esterna.

I gargami dovranno venire eseguiti con appositi impasti di sola sabbia e cemento nelle seguenti proporzioni:

- 500 Kg cemento Portland CLASSE DI RESISTENZA 32.5;
- 1.00 m³ di sabbia.



I tubi dovranno avere una stagionatura di almeno 30 giorni, dovranno essere perfettamente calibrati, con pareti perfettamente lisce ed esenti da scabrosità, sbavature e fessurazioni ed avere i gargami ben profilati. L'impiego di manufatti in cemento- amianto (tubi, lastre, ecc.) va escluso.

4.6.12 TUBI IN MATERIALE PLASTICO, IN P.V.C. ED IN POLIETILENE

I tubi in PVC rigido, per il convogliamento di acqua potabile dovranno essere del "tipo UNI 313", rispondente alle prescrizioni igienico-sanitarie del ministero della sanità (circolare n.102 del 2.12.1978).

I tubi in PVC rigido, di color grigio, per condotte di scarico nei fabbricati civili ed industriali dovranno essere del "tipo UNI 301". I tubi del PVC rigido, di color arancio, per condotte di scarico discontinue dovranno essere del " tipo UNI EN 1401-1 ad alta densità con giunto ed anello elastico per fognature civili ed industriali, Classi SN4 UD (SDR41) o SN8 UD (SDR34).

I tubi in polietilene ad alta densità per condotte di scarico di fluidi all'interno di fabbricati dovranno essere del "tipo UNI 302".

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 48 di 319

4.6.13 PRODOTTI IN MATERIALE PLASTICO P.V.C. E POLIETILENE

I manufatti di cui sopra dovranno avere i marchi di conformità dell'Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.) e dovranno essere corrispondenti alle norme UNI. Il materiale dovrà presentare superfici lisce, integre e non deformate; la massima cautela dovrà essere osservata durante le operazioni di trasporto, carico, scarico e accatastamento.

4.6.14 ANELLI DI GIUNZIONE IN GOMMA SINTETICA

La gomma dovrà prendere elevata resistenza agli agenti aggressivi e conservarsi elastica anche a basse temperature. La lunghezza degli anelli, la forma e gli spessori della relativa sezione debbono essere tali da garantire una perfetta tenuta del giunto, anche con elementi leggermente tra loro angolati.

4.6.15 ACCIAIO

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai valori riportati in Tabella 7 e in Tabella 8.



$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

Tabella 7: Valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 01/2008

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5,0
Tensione caratteristica di snervamento f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5,0
$(f_t / f_y)_k$	$1,15 \leq x < 1,35$	10,0
$(f_y / f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\Phi < 12 \text{ mm}$	4 Φ	
$12 \text{ mm} \leq \Phi \leq 16 \text{ mm}$	5 Φ	
$16 \text{ mm} < \Phi \leq 25 \text{ mm}$	8 Φ	
$25 \text{ mm} \leq \Phi \leq 40 \text{ mm}$	10 Φ	

Tabella 8: Requisiti della tabella 11.3.Ib delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 01/2008

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450A

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 49 di 319</div>

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai valori riportati in Tabella 9 e in Tabella 10 Tabella 7 Tabella 8.

$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

Tabella 9: Valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di snervamento f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y / f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 1,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\Phi < 10\ mm$	4 Φ	



Tabella 10: Requisiti della tabella 11.3.Ic delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 01/2008

RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio, di cui al § 11.3.2.1 del D.M. 01/2008, gli elementi base devono avere diametro D_n che rispetta la limitazione: 6 mm = D_n = 16 mm. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio, di cui al § 11.3.2.2, gli elementi base devono avere diametro D_n che rispetta la limitazione: 5 mm = D_n = 10 mm. Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: $D_n\ min / D_n\ Max \geq 0,6$. (11.3.11). I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili. La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti:

- da acciai provvisti di specifica qualificazione;
- da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Ogni

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 50 di 319</div>

pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso. La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo. Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

ACCIAI INOSSIDABILI

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austenoferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al § 11.3.2.1 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della Tab. 11.3.1a delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, il termine $f_{7\%}$, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt}=7\%$. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore. Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

ACCIAI ZINCATI

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

4.6.16 GHISA

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce tenace leggermente malleabile escluse assolutamente le ghise fosforose.



Essa dovrà subire poco ritiro durante il raffreddamento presentare una frattura grigia a grana fina perfettamente omogenea e compatta senza presenza alcuna di gocce fredde screpolature vene bolle sbavature asperità ed altri difetti specie se suscettibili di diminuire la resistenza; dovrà inoltre potersi facilmente lavorare con la lima o con lo scalpello.

Verranno senz'altro rifiutati i materiali che presentassero difetti di fusione siano o no mascherati con piombo stucco od altri mezzi.

La ghisa dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche.

- Resistenza all'urto

Una sbarra di saggio lunga 200 mm a sezione trasversale quadrata di 40 mm di lato fusa in sabbia molto secca collocata orizzontalmente su due appoggi a coltello distanti fra di loro 16 cm e fissata all'incudine di ghisa regolamentare deve sopportare senza rompersi l'urto di una palla di 12 kg cadente da un'altezza di 60 cm sulla metà dell'intervallo compreso tra i due appoggi. L'incudine

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 51 di 319</p>

dovrà avere la lunghezza di 250 mm la larghezza di 100 mm ed essere appoggiata su un letto di sabbia di 40 cm di spessore.

- Resistenza alla flessione

Una sbarra di saggio delle dimensioni e posta su due appoggi come fissati al precedente paragrafo dovrà sopportare nel mezzo un carico di 6.000 kg.

- Resistenza alla trazione

Una sbarra di saggio a sezione circolare di circa 30 mm di diametro assoggettata ad una trazione crescente per gradi non dovrà rompersi che ad uno sforzo superiore ai 120 N/mm² di sezione trasversale. Per questa prova le sbarre saranno staccate da un pezzo e lavorate a freddo per mezzo di fresatrice tornio e lima. Le teste delle sbarre in prova saranno sagomate secondo le forme e le dimensioni che saranno prescritte.

4.6.17 METALLI, PROFILATI, TRAFILATI, TUBI, LAMIERE, LASTRE

METALLI FERROSI

In genere i materiali ferrosi da impiegarsi nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nei Decreti Ministeriali vigenti in materia.

FERRO COMUNE

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità di natura fibrosa a grana fine omogenea, senza slegamenti, sfogliature e ruggine, di vena diritta e continua, di colore bianco azzurrognolo e dovrà resistere senza rompersi ad una trazione di 4 N/mm² di sezione. Dovrà essere malleabile tanto a freddo che a caldo, senza pagliette, sfaldature od altri difetti non visibili, dovrà saldarsi bene, non fendersi o spezzarsi sotto la percossa del martello, non sfaldarsi attorcigliandolo, non guastarsi agli orli perforandolo.

ACCIAIO FUSO IN GETTI



L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

GHISA

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà inoltre essere perfettamente modellata.

ACCIAIO INOSSIDABILE

Sulle superfici non dovranno essere visibili difetti di origine meccanica ed inclusioni, queste ultime dannose perché funzionano da innesco per la corrosione.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 52 di 319</div>

4.6.18 BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali -Caratteristi- che per l'accettazione”, “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”, Fascicolo n. 3, Ed. 1958; “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)”, Ed. 1980.

4.6.19 MATERIALI PER OPERE IN VERDE

TERRA

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevare fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

CONCIMI

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

MATERIALE VIVAISTICO

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

SEMI

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo di semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie. La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna “buona semente” e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.



4.6.20 SEGNALETICA ORIZZONTALE

ASPETTO

La pittura deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole. Tale aspetto deve avere anche dopo sei mesi d'immagazzinamento alla temperatura di $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

COLORE

Il colore della pittura deve corrispondere a quello indicato dalla Direzione Lavori: bianco o giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccamento, si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza accentuate

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 53 di 319</p>

sfumature di colore grigio o giallo. La pittura di colore giallo, dopo l'essiccazione, dovrà avere il tono del colore giallo cromo medio.

PESO SPECIFICO

La pittura bianca da 1,550 a 1,750 kg/l; la pittura gialla da 1,600 a 1,750 kg/l;

VISCOSITA'

La viscosità viene misurata a 25°C con viscosimetro Stormer-Krebs. I colori bianco e giallo avranno da 80 a 90 KU (unità Krebs).

COMPOSIZIONE

La pittura catarifrangente deve essere del tipo con perline di vetro premiscelate e presentare le seguenti caratteristiche:

- Bianco:
 - Contenuto in biossido di titanio minimo 17%;
 - non deve contenere assolutamente cloro-caucciù e gomme sintetiche;
 - residuo non volatile dal 77 all'84%.
- Giallo:
 - contenuti in cromato di piombo minimo 13%;
 - residuo non volatile dal 77 all'84%;
 - non deve contenere assolutamente cloro-caucciù o gomme sintetiche.

Il veicolo deve essere del tipo oleo-resinoso, in entrambi i suddetti colori, con un rapporto olio-resina di 1,4. La resina deve essere del tipo fenoli modificato.

IL 50% dell'olio deve essere costituito da olio di legno della Cina.

PERLINE DI VETRO

Il contenuto di perline di vetro deve essere del 33% minimo nella pittura di colore bianco e 30% minimo nella pittura di colore giallo.



La granulometria delle perline di vetro, determinata con setaccio della serie ASTM, deve essere la seguente:

- perline passanti attraverso il setaccio n.70: 100%;
- perline passanti attraverso il setaccio n.80: 85÷100%;
- perline passanti attraverso il setaccio n.140: 15÷55%;
- perline passanti attraverso il setaccio n.230: 10% max.

Si precisa che la prova si effettua secondo la norma ASTM D 1214.

ESSICCAZIONE

La prova deve essere verificata secondo le norme ASTM D 711-55 e deve dare un "no-PICK-UP time" (fuori polvere di 60 minuti massimo).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 54 di 319</div>

RESA MEDIA

La resa media dev'essere pari a $1,3 \pm 1,6 \text{ kg/m}^2$.

STRISCE DI MARGINE CON ELEMENTI IN RILIEVO

Nel rispetto di quanto previsto al punto 5 dell'art.141 del D.P.R. n.° 495 del 16/12/1992, sia i materiali da utilizzare per la costruzione degli elementi in rilievo, che il profilo degli stessi, sono soggetti ad approvazione da parte del Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Sarà premura della Ditta fornitrice, disporre su specifica richiesta della Direzione Lavori, dell'autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici.

4.6.21 SEGNALETICA VERTICALE

DISPOSIZIONI GENERALI

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal vigente Regolamento n° 610 del 16.09.1996 recante modifiche al Nuovo Codice della Strada, ed al DPR n° 495 del 16.12.92.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio.

A norma della Legge n.113 del 30.03.1981, art.13, lettere b-d-e, del D.L. n. 358/92 art.14 lettere b,d,e del DPR n. 573/94, dovranno essere presentati presso gli uffici della Stazione Appaltante, i campioni rappresentativi dei prodotti che si impiegheranno per la fornitura di segnaletica.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di eseguire, a spese dell'Appaltatore, prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti a compensi per questo titolo. L'Appaltatore è tenuto ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Direzione Lavori, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

Qualora la Direzione Lavori rifiutasse qualche provvista ritenuta, a suo insindacabile giudizio non idonea, la medesima dovrà essere sostituita immediatamente con altra che risponda ai requisiti richiesti; i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente rimossi a cura e spese della Ditta fornitrice.

PARTI METALLICHE



I segnali devono essere costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm o in lamiera di acciaio di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola.

Se le dimensioni dei segnali superano la superficie di $1,25 \text{ m}^2$, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali.

Le frecce di direzione, i pannelli VISUAL e di ostacolo, dovranno essere rinforzati mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento completamente scanalate adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati.

	"Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa" CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 55 di 319</div>

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulla superficie della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi ed ancoranti per la successiva verniciatura.

Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo *wash primer*, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140°C.

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante, l'anno di fabbricazione del cartello, il numero di autorizzazione rilasciata dal Ministero dei LL.PP. ai sensi della Circolare n. 2584 del 9/06/ 95 nonché l'Ente o l'Amministrazione proprietaria della strada.

Per i segnali di prescrizione devono inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di apposizione. L'insieme di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm², in conformità di quanto disposto al punto dell'art. 77 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992.



Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolare Ø 60) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di 3 mm con due fori, nonché da bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati da 7,5 cm. A scelta della Direzione Lavori potranno essere impiegati per i segnali di Direzione urbani, elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili, senza forature, con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di 12 kg /m².

Detti segnali dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione (UNI 6060 nello stato T5) con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola catarifrangente. I supporti aventi, a secondo della richiesta, un'altezza di 25 cm o 30 cm (rispondenti alle altezze prescritte cui al D.P.R. n. 495 del 16/12/1992) dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Spessori
 - per le altezze da 25÷30 cm non inferiore a 25/10 di mm su tutto lo sviluppo del profilo.
 - per le targhe bifacciali, la distanza tra le due facce dovrà essere compresa tra 15 ÷ 25 mm.
- Rinforzi
 - ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe, che in questo modo potranno essere fissate, senza problemi di interasse, anche sostegni esistenti. Per i profili da 25 cm e 30 cm, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".
 - le targhe bifacciali dovranno essere complete anche di staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso per il fissaggio a sostegni tubolari di diam.60 o 90 mm.
 - qualora non fossero richieste le staffe a cerniera aperta su entrambi i lati chiusi, quello mancante dovrà essere opportunamente chiuso con tappo pure in alluminio estruso.

GIUNZIONI

Ogni profilo avrà ricavate, lungo i bordi superiori ed inferiori, due sagome ad incastro che consentano la

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 56 di 319</div>

sovrapponibilità e la congiunzione dei profili medesimi. Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto come previsto per le targhe tradizionali, dalle norme AISCAT. Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria non dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

BORDI LATERALI

I bordi laterali saranno rifiniti da un ulteriore profilo a "C" che sulla faccia anteriore del segnale si sovrapponga alla pellicola e che posteriormente consenta il fissaggio, a mezzo di idonee staffe in lega di alluminio, al supporto modulare.

FINITURE

Le targhe realizzate con i profili descritti dovranno consentire l'applicazione sulla faccia anteriore dei vari tipi di pellicola con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore, non viene richiesto alcun trattamento particolare date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione.

TARGHE

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale.



I sostegni saranno in ferro tubolare e previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123, che per il diametro di 60 mm il rapporto è di 2,95 kg/m di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica e dovranno avere un peso minimo di 4,11 kg/m.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio saranno in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123) con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di 140 kg/m² ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio UNI 6060 nello stato T5 dell'altezza di 40 mm.

FACCIA ANTERIORE

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza classe 1 o ad elevata efficienza classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.1995, in conformità di quanto prescritto per ciascun tipo di segnale al punto 12 dell'art. 79 del D.P.R. n°. 495 del 16/12/1992. Le certificazioni di conformità, relative alle pellicole retroriflettenti proposte, dovranno contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare Tecnico e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tabella 1 del Disciplinare Tecnico summenzionato. Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti di classe 1 e classe 2 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, di divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, con nome convenzionale a "Pezzo unico"; con questa denominazione si vuole definire un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti, per le parti colorate e nere opache per i simboli.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 57 di 319</div>

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata delle pellicole retroriflettenti. Per i segnali di indicazione il codice dei colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni, devono rispondere a quanto prescritto ai punti dall'1 al 10 dell'art. 125 del D.P.R.n.495 del 16/12/92. I segnali nuova figura 36-37-40 48 e 52, nonché tutti i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione, dovranno essere obbligatoriamente realizzati in pellicola ad elevata efficienza Classe II in conformità di quanto previsto al punto 12 dell'art. 79 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992.

Tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola ad elevata efficienza classe 2, su richiesta della Direzione Lavori; varranno in ogni caso le modalità di esecuzione già sopra descritte e relative ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

Qualora i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano di tipo perfettamente identico, la Direzione Lavori potrà richiederne la realizzazione interamente o parzialmente con metodo serigrafico, se il quantitativo giustifichi le spese per l'attrezzatura di stampa.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste all'art.194 comma I del D.P.R. n.° 495 del 16/12/92.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni delle Ditte produttrici delle pellicole.

4.7 PROVE SUI MATERIALI

4.7.1 CERTIFICATO DI QUALITÀ

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc..) prescritti dalle Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale. Tutti i materiali da utilizzarsi dovranno avere il marchio CE.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali e loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.



I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

4.7.2 ACCERTAMENTI PREVENTIVI

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego dei materiali in quantità superiori a:

- 1.000 m³ per i materiali lapidei, rilevati e conglomerati bituminosi, 100 m³ per i conglomerati cementizi;
- 10 t per i cementi e le calci;
- 1.000 m per le barriere;

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 58 di 319</div>

Se i risultati di tali accertamenti fossero difforni rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

4.7.3 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

L'Impresa sarà obbligata a presentarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa presso laboratori ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.



I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti.

CALCESTRUZZO

Le Norme contenute nel presente paragrafo si applicano al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso. La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206- 1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere. La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico. Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure. Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza
 Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- Controllo di produzione
 Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- Controllo di accettazione

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 59 di 319</div>

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.

- Prove complementari



Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione. Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 11.2.5. delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Un prelievo dei campioni consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002. Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2;

delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tabella 11.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (n° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (n° prelievi: ≥ 15)
Ove: R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R_1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²);	

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 60 di 319</div>

s = scarto quadratico medio

Tabella 11: Tabella 11.2.I delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 01/2008

- Controllo di tipo A



Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

- Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³. Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R1 dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s / R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.6 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

- Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la


	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 61 di 319</div>

determinazione della resistenza caratteristica del materiale. Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003. I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui alle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nelle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa. I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione. Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 62 di 319</div>

progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove complementari sono prove che eventualmente si eseguono al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.). Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione. Tali prove non possono però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni precedenti. I risultati di tali prove potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera qualora non sia rispettato il "controllo di accettazione".

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate al confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.



Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156. I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al § 11.2.5 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo. Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato nelle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

ACCIAIO

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	
		Pag. 63 di 319

accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati in Tabella 12.

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 x (1,25 + 0,022)] N/mm ²
A_{gt}	≥ 6,0%	Per acciai B450C
A_{gt}	≥ 2,0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti



Tabella 12: Valori di accettazione

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove. La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 64 di 319</div>

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005. Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$T_m > 0,098 (80 - 1,2 F)$$

$$T_r > 0,098 (130 - 1,9 F)$$


Dove:

- F il diametro della barra in mm;
- T_m il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01, 0,1 ed 1 mm;
- T_r la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno tre diametri, come segue:

- uno nell'intervallo $5 < F < 10$ mm;
- uno nell'intervallo $12 < F < 18$ mm;
- uno pari al diametro massimo.

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 65 di 319</div>

delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004.

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero dentellature.

MATERIALI ARIDI E BITUMI

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi nonché a quello dei campioni di lavori eseguiti da prelevare in opera sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

4.8 MOVIMENTI DI TERRA

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Scavi;
- Rinterri.

4.8.1 SCAVI IN GENERE

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi e compensati nei prezzi contrattuali.


Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada. Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisicomeccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso i laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. - U.N.I. 10006/1963.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 66 di 319</div>

dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli “geotessili” aventi le caratteristiche indicate.

Qualora i lavori si sviluppino lungo le strade affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sua cura e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare. Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione Lavori, faranno carico alla Stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'Elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere), saranno a carico della Stazione Appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che, a giudizio della Direzione Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.



Di norma, il deposito sarà effettuato a lato di queste ultime, in modo, tuttavia da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico e l'attività delle maestranze, adottando inoltre gli accorgimenti atti ad impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Quando il deposito a lato delle trincee non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato sui mezzi di trasporto direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e sarà quindi avviato, senza deposito intermedio, ai reinterri.

Solo qualora, per qualsiasi motivo, non sia possibile né il deposito a lato degli scavi, né l'immediato reimpiego, sarà ammesso il provvisorio accumulo dei materiali da impiegarsi nei reinterri nelle località che saranno prescritte, o comunque accettate, dalla Direzione Lavori.

In tutti i casi i materiali eccedenti e quelli che non siano impiegabili nei reinterri, dovranno essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto all'atto dello scavo ed avviati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore, escluso l'onere della discarica.

I materiali provenienti da scavi dovranno venire trattati secondo i disposti della D.G.R.V. 2424 del 08.08.2008 “Procedure operative per la gestione delle terre da scavo ai sensi dell'art.186 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n°152” e s.m.i. con le procedure operative di cui all'allegato A del medesimo decreto ai sensi dell'articolo sopracitato come modificato dall'art. 2 comma 23 del D.Lgs. 4/2008.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 67 di 319</div>

4.8.2 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piante di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazione di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta.

4.8.3 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra. Gli scavi di fondazione comunque eseguiti, anche se in presenza d'acqua sia di falda che di precipitazione meteorica, saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature, escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.



In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua negli scavi in misura superiore a quella consentita per la lavorazione, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fuggatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno negli scavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'01.06.1988).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 68 di 319</div>

4.8.4 REINTERRI

Il reinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento non abbiano a formarsi in prosieguo di tempo cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e in particolare quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati non vengano provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento così che in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Non potranno in alcun caso essere impiegati materiali quali scorie o terreni gessosi che possano aggredire chimicamente le opere né voluminosi quali terreni gelati o erbosi o di natura organica quali legno torba e simili che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Quando il materiale di risulta non possiede le necessarie caratteristiche dovrà essere allontanato e - qualora la Stazione Appaltante non intenda provvedere direttamente - la Direzione Lavori potrà prescrivere all'Appaltatore la fornitura di terreno idoneo che verrà compensata come l'allontanamento, con gli appositi prezzi d'Elenco.

Il reinterro con i materiali di risulta degli scavi comprende invece la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i reinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Nell'eseguire i reinterri si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.



Il rinalzo si estende dal fondo della fossa fino ad una altezza di 30 cm sopra il vertice del tubo; esso deve essere realizzato con terreno privo di ogni materiale estraneo ciottoli compresi, suscettibile di costipamento in strati di altezza non superiore a 30 cm. La compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione, ad evitare il determinarsi di spinte trasversali o di galleggiamento e in particolare, lo spostamento dei condotti, quando questi siano realizzati con elementi prefabbricati. Subito dopo il rinalzo della canalizzazione, seguirà il riempimento della fossa, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso, un sufficiente costipamento, senza che la tubazione sia danneggiata.

Lo strato superficiale degli scavi dovrà essere riempito con modalità diverse, a seconda che gli scavi siano stati eseguiti in campagna o lungo strade trafficate. Si impiegheranno, all'occorrenza i materiali idonei ricavati dalla rimozione degli strati superficiali stessi effettuata all'atto degli scavi, materiali che saranno stati depositati in cumuli o località distinte da quelle del restante terreno.

Gli scavi eseguiti in campagna saranno riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnarsi in rapporto al successivo prevedibile assestamento; lo strato superiore degli scavi eseguiti lungo strade trafficate dovrà invece essere sistemato in modo idoneo a consentire una agevole e sicura circolazione.

Qualora peraltro la Direzione Lavori abbia autorizzato espressamente l'impiego, per le sistemazioni superficiali, di materiali non di risulta dagli scavi, quali inerti, catrame, asfalto, emulsioni e conglomerati bituminosi ed altri materiali per pavimentazioni stradali, per la loro fornitura sarà riconosciuto a parte lo specifico compenso stabilito dall'Elenco Prezzi.

Il materiale di scavo che in questo caso non potrà trovare impiego per il reinterro dovrà essere portato a discarica e l'onere resterà a carico dell'Appaltatore.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 69 di 319</div>

L'osservanza delle prescrizioni impartite in ordine alle modalità di esecuzione dei reinterri e di sistemazione e manutenzione degli strati superficiali, con speciale riguardo a quelli eseguiti lungo strade trafficate, non solleva l'Appaltatore da nessuna responsabilità relativa alla sicurezza della circolazione.

4.8.5 RIPRISTINI STRADALI

Ai ripristini stradali si dovrà, di norma, dar corso una volta acquisita sufficientemente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei reinterri. In relazione a particolari esigenze della circolazione è in facoltà della Direzione Lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i reinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito. In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del reinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massiciata stradale.

La Direzione Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stessa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, vengano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei reinterri e degli strati sottostanti della massiciata e sia quindi possibile assegnare alla strada la sagoma prevista.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli articoli 1667 e 1669 del C.C.

4.8.6 INTERFERENZE CON EDIFICI

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade o aree affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati.



Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

4.8.7 POZZETTI PREFABBRICATI

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- Fornitura e posa di chiusino;
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata;
- Trasporto del materiale scavato eccedente;
- Ripristino del suolo pubblico originario.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 70 di 319</div>

Tutti i pozzetti saranno con fondo e con adeguati fori.

4.9 DEMOLIZIONI

Le demolizioni di calcestruzzi, armati o non, sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro. Tutti i materiali riutilizzabili (bitte, parabordi, blocchi di coronamento in pietra lavica etc.), a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito ubicati all'interno dell'area portuale che verranno indicati dal Direttore dei lavori sentita la Stazione Appaltante, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

4.9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008, in attuazione dell'Art. 1 della Legge n. 123 del 03.08.2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro; aggiornato dai seguenti provvedimenti:
 - D.Lgs. 3 agosto 2009, n.106;
 - Legge del 27 febbraio 2009, n.14;
 - Legge del 7 luglio 2009, n.88;
 - Legge del 2 agosto 2008, n.129;
 - Legge del 6 agosto 2008, n.133.
- D.LGS.4 agosto 1999 n.359: Attuazione della direttiva 95/63/CE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori.

4.9.2 DEMOLIZIONI, TAGLI, RIMOZIONI E SMONTAGGI

I prezzi fissati in elenco per la demolizione di calcestruzzi si applicheranno al volume effettivo demolito, valutato con metodi geometrici.

Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nel prezzo di elenco in particolare la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.


I materiali demoliti resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti utilizzabili dalla Direzione Lavori con l'obbligo di trasportare alla discarica, fuori delle pertinenze stradali, a sua cura e spese, i materiali di rifiuto.

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare i materiali in genere e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni o rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 71 di 319</div>

pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arrestamento e per evitare la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli (in toto od in parte) nei lavori appaltati, ai sensi del Capitolato Speciale d'Appalto.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'impresa nei punti indicati nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed alle pubbliche discariche, oneri ricompreso nelle voci di elenco prezzi.

4.9.3 ESECUZIONE DELLE DEMOLIZIONI

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione. Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc. devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo.

La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione degli ispettori del lavoro.

È assolutamente vietato gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta. È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Le attrezzature da impiegare nelle opere di demolizione devono essere preventivamente concordate con la Direzione Lavori che ha facoltà di prescrivere o vietare l'uso di determinate attrezzature o macchinari, in relazione alle condizioni di impiego, allo scopo di limitare la formazione ed emissione di polveri e rumori e di garantire la sicurezza degli operatori e dei terzi nonché di garantire l'integrità di manufatti adiacenti o ubicati nelle vicinanze.

La Direzione Lavori potrà emettere prescrizione di demolizione manuale di manufatti in prossimità di opere da conservare.

È facoltà del Committente di richiedere l'esecuzione di qualsiasi prova di accertamento della stabilità e l'integrità delle opere adiacenti a quelle demolite o rimosse.



4.9.4 DEMOLIZIONE DI MANUFATTI IN CALCESTRUZZO E MURATURA

Le demolizioni di strutture e manufatti di qualsiasi genere delle partizioni verticali e orizzontali (in calcestruzzo armato e non, in precompresso, in muratura di laterizio, etc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, con adeguata protezione delle parti da non demolire o rimuovere e a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e dal Coordinatore in fase di Esecuzione.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare il propagarsi delle polveri, puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le necessarie cautele al fine di non danneggiare le persone, le strutture vicine e le proprietà di terzi. L'Impresa sarà pertanto

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 72 di 319</div>

responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

4.9.5 DEMOLIZIONE DI MANUFATTI METALLICI DI QUALSIASI GENERE

Le demolizioni di manufatti metallici di qualsiasi genere (serbatoi, segnaletica, pali di illuminazione, tubazioni, cartellonistica, box, etc.), potranno essere integrali o in porzioni, eseguite in qualsiasi dimensione entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e dal Coordinatore in fase di Esecuzione.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali, i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre, l'appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le persone e le strutture sottostanti. L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

4.9.6 DEMOLIZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA MEDIANTE METODI TRADIZIONALI

La demolizione della sovrastruttura, sia per la parte della pavimentazione sia per la fondazione, può essere effettuata mediante l'impiego di attrezzature meccaniche come escavatori, pale meccaniche caricatori, martelli demolitori ecc. Tale modalità di intervento sarà disposta dalla Direzione Lavori per specifiche esigenze esecutive quali le dimensioni o le tipologie di scavo.

Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

L'Impresa dovrà ripristinare eventuali danni causati alla pavimentazione non soggetta a demolizione durante l'attività di scavo. Il piano di posa della pavimentazione demolita dovrà essere regolarizzato e compattato.

4.9.7 TRASPORTI, SMALTIMENTI, ONERI PER DISCARICHE



Oggetto di carico e/o trasporto, possono essere materiali provenienti da demolizioni o scavi destinati a essere movimentati all'interno del cantiere o essere conferiti a discariche autorizzate. Il carico potrà avvenire a mano o con mezzi meccanici. Sono compresi il carico, il viaggio di andata, lo scarico e il viaggio di ritorno con esclusione degli oneri di discarica (valutati a parte).

Il collaudatore potrà chiedere le bollette rilasciate dalla discarica comprovanti la quantità e il tipo di materiale conferito.

4.9.8 COMPENSO ALLE DISCARICHE AUTORIZZATE

Si tratta degli oneri da versare alle discariche autorizzate per il conferimento dei materiali provenienti da scavi, demolizioni, ecc. Tali oneri sono variabili sul territorio nazionale.

Il collaudatore potrà chiedere le bollette rilasciate dalla discarica comprovanti la quantità e il tipo di materiale conferito.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 73 di 319</div>

4.10 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI

4.10.1 GENERALITÀ

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'Appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare, l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della legge 5 novembre 1971, n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 11.2.5 delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).



4.10.2 COMPONENTI

CEMENTO

Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto, all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 74 di 319</div>

requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

INERTI

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate; inoltre non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del *bleeding* (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

ACQUA

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate.



L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

ADDITIVI

La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

4.10.3 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 75 di 319</div>

relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (Rck) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge. Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla Rck la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;
- quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).


In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre, l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72. Il rapporto acqua cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 76 di 319</div>

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati. La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

1. nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m²; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
2. si determinerà la media aritmetica di tali valori;
3. verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;
4. tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
5. se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132-72).

4.10.4 CONFEZIONE

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.



Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e gli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silii del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 77 di 319</div>

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità.

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

4.10.5 TRASPORTO

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo e, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata.

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slamp test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovranno essere maggiori di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.



È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

4.10.6 POSA IN OPERA

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 78 di 319</div>

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego di vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.



La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

4.10.7 VIBRAZIONE

La vibrazione superficiale sarà ammessa solo per le solette dei manufatti con spessore fino a 20 cm; quando si attui la vibrazione dei casseri, questi dovranno essere adeguatamente rinforzati e sarà opportuno fissare rigidamente ai medesimi gli apparecchi.

Per la compattazione interna del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo:

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 – 30
S2	20 – 25
S3	15 – 20
S4	15 – 15
S5	5 – 10
F6	0 – 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 79 di 319</div>

4.10.8 PROTEZIONE DEI GETTI

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione), senza che l'Appaltatore possa reclamare compensi di sorta, in aggiunta a quelli stabiliti dall'Elenco per i conglomerati. Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di *curing*). Si ricorda che tali prodotti non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali;
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.



Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'Appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate. In ogni caso, se la Direzione Lavori riterrà che le protezioni adottate siano state insufficienti, potrà ordinare il prelievo di campioni delle opere, da sottoporre alle prove del caso.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di Rck 50N/mm² la maturazione deve essere curata in modo particolare.

4.10.9 REGOLARIZZAZIONE DELLE SUPERFICI DEL GETTO

Non appena effettuato il disarmo, le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 80 di 319</div>

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

4.10.10 Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

4.10.11 GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).


I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose silconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 81 di 319</div>

È tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

4.10.12 PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

4.10.13 MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.



Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli. Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei Lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

4.10.14 CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 82 di 319</div>

non in contrasto con le prescrizioni delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia, queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostituti ve delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

4.10.15 PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni previste delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.).

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi

da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.



4.10.16 PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESSI

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

In particolare, nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 83 di 319</div>

1. la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata e all'uscita di ogni guaina. L'apparecchio per la prova dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere un ugello intercambiabile di diametro d variabile da mm 8 a mm 11. La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm³ di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm³, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm³ di malta sarà compreso tra 13 e 25. L'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;
2. prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm 2 di lato;
3. l'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume;
4. l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000 ÷ 5.000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). È proibito l'impasto a mano;
5. il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
6. è tassativamente prescritta la disposizione dei tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Egualemente dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

4.11 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

4.11.1 MALTE PER MURATURE

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli relativi agli inerti.



L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

4.11.2 MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER LA COSTRUZIONE

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 84 di 319</div>

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte: gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse. Il nucleo della muratura in calcestruzzo dovrà essere gettato sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca e riempia tutte le connesure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connesure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.



All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani e di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 85 di 319</p>

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

4.11.3 MURATURE PORTANTI: TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE TECNICHE

Si dovrà fare riferimento alle «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura» contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., n. 30787 del 4 gennaio 1989. In particolare vanno tenuti presenti le prescrizioni che seguono.

La muratura costituita da elementi resistenti artificiali avrà generalmente forma parallelepipeda, posta in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.

Gli elementi resistenti possono essere di:

- laterizio normale;
- laterizio alleggerito in pasta;
- calcestruzzo normale;
- calcestruzzo alleggerito.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale) per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

La muratura è costituita da elementi resistenti naturali di pietra legati tra di loro tramite malta e avrà le caratteristiche di seguito elencate.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici.



Le pietre devono presentarsi monde di cappellaccio e di parti alterate o facilmente rimovibili; devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'allegato 1 del citato D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

- muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari;
- muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro;
- muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipeda poste in opera in strati regolari.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 86 di 319</p>

4.11.4 MURATURA PORTANTE: PARTICOLARI COSTRUTTIVI

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali e orizzontali.

A tal fine si deve considerare quanto segue:

a) Collegamenti

I tre sistemi di elementi piani sopradetti devono essere opportunamente collegati tra loro. Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammostamenti lungo le intersezioni verticali. Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.


b) Cordoli

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno 2/3 della muratura sottostante, e comunque non inferiore a 12 cm, e di altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro. Per i primi tre orizzontamenti, a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm² con diametro non inferiore a 12 mm. In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di 2 cm² a piano. La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione.

In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6 % dell'area del cordolo. Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm.

c) Incatenamenti orizzontali interni

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche. Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli. Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm² per ogni campo di solaio.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 87 di 319</div>

4.11.5 PARAMENTI PER LE MURATURE IN PIETrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti lavorazioni speciali:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore. La faccia a vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 20 cm e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a «mosaico grezzo» la faccia a vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali.



La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm.

In entrambi i parametri a corsi, lo sfaldamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento, dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 88 di 319</p>

prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del parametro, a lavori finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

In quanto alle connessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

4.11.6 MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAMA A SECCO - VESPAI

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra. La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della Direzione dei Lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

4.11.7 VESPAI ED INTERCAPEDINI

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai di pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.



Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggiati su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

4.12 ARMATURE METALLICHE

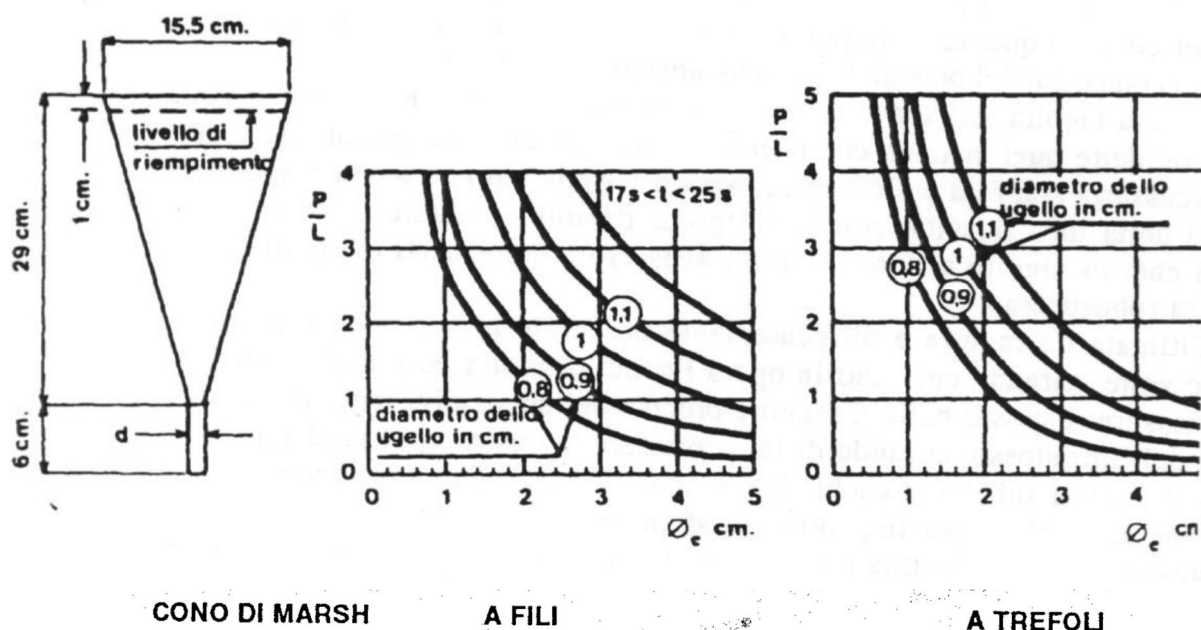
L'acciaio da cemento armato ordinario è distinguibile tra le seguenti tipologie:

- Cono di Marsh;
- A Fili;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 89 di 319</p>

- A Trefori.

In Figura 14: Acciaio per cemento armato ordinario Figura 14 è riportata tale divisione.



Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm²)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi G^2 - n \cdot \phi f^2}$ [diametro equivalente in funzione della guaina (ϕG), del diametro dei fili (ϕf) e del loro numero (n.)].



Figura 14: Acciaio per cemento armato ordinario

Si specifica che:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 50 mm), rotoli tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;

dovranno rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 90 di 319</div>

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e controllati con le modalità riportate nel citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli “Attestati di Qualificazione” dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nelle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovranno essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.



Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...). Il controllo del materiale riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 91 di 319</div>

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100x100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 “Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate”; in particolare si ha quanto riportato in Tabella 13.

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
Diametro \leq 16 mm	4 diametri
Diametro $>$ 16 mm	7 diametri



Tabella 13: Diametri minimi da adottare secondo l'Eurocodice 2

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

Si definisce copriferro minimo il valore della distanza tra la tangente del ferro più esterno e la superficie del conglomerato (quantità netta di calcestruzzo priva di armatura). Il copriferro dovrà essere fissato in accordo con Eurocodice 2 – UNI 1992-1-1 Novembre 2005 al punto 4.4.1 in funzione delle classi di esposizione ambientale determinate da UNI EN 206-1. Tale valore non potrà mai essere inferiore a quello prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Nella posa in opera delle armature si dovranno rispettare tutte le prescrizioni, anche se più restrittive di quelle di legge, che il progetto statico detterà in ordine all'ancoraggio dei ferri ed alle giunzioni. I sostegni provvisori installati per assicurare il corretto distanziamento delle armature dovranno essere tolti con il procedere dei getti, evitando che abbiano a rimanervi inglobati.

4.13 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER MANUFATTI STRADALI, ELEMENTI SPECIALI, PARAPETTI ECC.

Per la esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 92 di 319</div>

posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratori, un conglomerato cementizio avente un Rck 30 N/mm².

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

4.14 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere nelle strade;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme e le dime potranno essere metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.



Nel caso di eventuale utilizzo di legno, si dovrà curare che le stesche siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di cassatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

I casseri e le dime non potranno tuttavia essere reimpiegati quando risultino deformati, ammaccati, sbriciati o comunque lesionati, ovvero quando le loro superfici, anche dopo pulizia, si presentino incrostate o la loro struttura si sia indebolita in modo da temere deformazioni o cedimenti durante il getto.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 93 di 319</div>

Nel collocare in opera, o nel realizzarvi, i casseri e le dime, si dovrà avere cura di rispettare in tutto le dimensioni previste per le opere; verificato che il posizionamento risulta corretto, si procederà quindi al bloccaggio ed ancoraggio, contrastando adeguatamente le parti che debbono sopportare le spinte maggiori durante il getto, così da evitare spostamenti.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Nel caso di getti facciavista, i casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.



4.15 IMPERMEABILIZZAZIONI

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso dei volti dei manufatti, compresi ponti, viadotti, sottovia, etc., mediante:

- guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati;
- con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

Per i ponti ed opere similari quali viadotti, sottovia, cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, etc., i materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno la stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione. In particolare, dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 94 di 319</div>

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità e adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:



- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10° e +60° C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

4.15.1 GUAINE BITUMINOSE

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- Pulizia delle superfici
Sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'asportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- Primer
Sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa 0,5 kg/m² di massa bituminosa analoga a quella della guaina, da applicare a freddo (in emulsione acquosa o con solvente);
- Tipo di guaina
Sarà preformata, di spessore complessivo pari a 3 ÷ 4 mm, di cui almeno 2 mm di massa bituminosa; l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m², i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di al meno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con fiamma e spatola metallica;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 95 di 319</div>

- Resistenza e punzonamento della guaina o armatura (modalità A1 o Ga): non inferiore a 10Kg;
- Resistenza a trazione (modalità G2L e G2T): 60 Kg/8 cm.

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni di acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia di almeno 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta. Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

4.15.2 MEMBRANE ELASTICHE

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori. Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con gli appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione Lavori. Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto. Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura. I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m²;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/cm²;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m² senza formazione di microfessure o altre alterazioni.



4.16 VERNICIATURE

4.16.1 GENERALITÀ

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente paragrafo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono riportati nel seguito del presente paragrafo.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 96 di 319</div>

4.16.2 CICLO “A”

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere pari a quelle di seguito riportate.

1° STRATO

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco ($ZnCrO_4$), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Tipo di legante	Clorocaucciù
PVC % (Concentrazione volumetrica del pigmento)	≥ 36%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82%
Tipo di pigmento	minio - $ZnCrO_4$
Legante secco %	25%
Spessore del film	80 ÷ 100 μ
Metodo di applicazione	Pennello

Tabella 14: Caratteristiche formulative della mano di fondo

2° STRATO

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con: rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.



Tipo di legante	Clorocaucciù
PVC %	≥ 41%
% pigmenti sul prodotto finito	≥ 14%
Tipo di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
Legante secco %	28%
Spessore del film	80 ÷ 100 μ
Metodo di applicazione	Pennello

Tabella 15: Caratteristiche formulative della mano intermedia

3° STRATO

Mano di finitura: clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici di attacco alla mano sottostante.

Tipo di legante	Clorocaucciù acrilica
PVC %	≥ 26%
% pigmenti sul prodotto finito	≥ 26%

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 97 di 319</div>

Tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂)
Legante secco %	33%
Spessore del film	40 µ
Metodo di applicazione	Pennello o rullo

Tabella 16: Caratteristiche formulative della mano di finitura

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	colorocaucciù	clorocaucciù	colorocaucciù acrilica
PVC %	≥ 36%	≥ 41%	≥ 26%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82%	-----	-----
% pigmento sul prodotto finito	-----	≥ 14%	≥ 26%
Tipi di pigmento	minio, cromato di zinco (ZnCrO ₄)	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido di titanio (TiO ₂)
Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film	80 ÷ 100 µ	80 ÷ 100 µ	40 µ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

Tabella 17: Tabella riassuntiva ciclo di verniciatura "A"

4.16.3 CICLO “B”

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere pari a quelle di seguito riportate.

1° STRATO

Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO₄ (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Tipo di legante	Epossidico
PVC %	≥ 36%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 25%
Tipo di pigmento	Cromato di zinco ZnCrO ₄
Legante secco %	26%
Spessore del film	30 ÷ 40 µ
Metodo di applicazione	Pennello


	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 98 di 319</div>

Tabella 18: Caratteristiche formulative della mano di fondo

2° STRATO

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO₂), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Tipo di legante	Epossidico
PVC %	≥ 40%
% pigmenti sul prodotto finito	≥ 11%
Tipo di pigmento	Biossido di titanio (TiO ₂)
Legante secco %	26%
Spessore del film	80 ÷ 100 μ
Metodo di applicazione	Pennello


Tabella 19: Caratteristiche formulative della mano intermedia

3° STRATO

Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T).

Tipo di legante	Poliuretanico
PVC %	≥ 16%
% pigmenti sul prodotto finito	≥ 26%
Tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂)
Legante secco %	39%
Spessore del film	30 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	Pennello o rullo

Tabella 20: Caratteristiche formulative della mano di finitura

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 99 di 319</div>

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	epossidico	poliuretanica
PVC %	≥ 36%	≥ 40%	≥ 16%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 25%	-----	-----
% pigmento sul prodotto finito	-----	≥ 11%	≥ 26%
Tipi di pigmento	cromato di zinco (ZnCrO ₄)	biossido di titanio (TiO ₂)	biossido di titanio (TiO ₂)
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film	30 ÷ 40 μ	80 ÷ 100 μ	30 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

Tabella 21: Tabella riassuntiva ciclo di verniciatura "B"

4.16.4 CICLO “C”

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere pari a quelle di seguito riportate.

1° STRATO


Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di bario (BaSO₄) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Tipo di legante	Oleofenolico
% pigmenti sul totale polveri	≥ 55%
Tipi di pigmento	Ossido di piombo, cromati di zinco, cromati di piombo, silicio – cromatici di piombo
Legante secco (resina) %	≥ 18%
Tipo di olio nel legante	Olio di lino e/o legno
% olio nella resina secca	≥ 60%
Spessore del film	30 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	Pennello

Tabella 22: Caratteristiche formulative della mano di fondo

2° STRATO

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 100 di 319</div>

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla prima mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Tipo di legante	Oleofenolico
% pigmenti sul totale polveri	≥ 55%
Tipi di pigmento	ossido di piombo, cromati di zinco, cromati di piombo, silicio – cromatici di piombo, ossido di ferro
Legante secco (resina) %	≥ 18%
Tipo di olio nel legante	Olio di lino e/o legno
% olio nella resina secca	≥ 60%
Spessore del film	35 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	Pennello, rullo, airless

Tabella 23: Caratteristiche formulative della seconda mano

3° STRATO



Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Tipo di legante	Alchidico-clorocaucciù
% pigmenti sul totale polveri	≥ 55%
Tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂), ftalocianina bleu
% di TiO ₂ sul totale pigmenti	≥ 30%
Legante secco (resina) %	≥ 40%
Tipo di olio nel legante	Olio vegetale
% olio nella resina secca	≥ 60%
Spessore del film secco	35 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	Pennello, rullo, airless

Tabella 24: Caratteristiche formulative della terza mano

4° STRATO

Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 101 di 319</div>



Tipo di legante	Alchidico-clorocaucciù
% pigmenti sul totale polveri	≥ 55%
Tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂), ftalocianina bleu
% di TiO ₂ sul totale pigmenti	≥ 30%
Legante secco (resina) %	≥ 40%
Tipo di olio nel legante	Olio vegetale
% olio nella resina secca	≥ 60%
Spessore del film secco	35 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	Pennello, rullo, airless

Tabella 25: Caratteristiche formulative della quarta mano

	1 strato	2 strato	3 strato	4 strato
Tipo di legante	oleofenolico	oleofenolico	alchidico clorocaucciù	alchidico clorocaucciù
% di pigmenti sul totale polveri	≥ 55%	≥ 55%	≥ 55%	≥ 55%
Tipo di pigmento	ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro	biossido di titanio, ftalocianina bleu	biossido di titanio, ftalocianina bleu
% di TiO ₂ sul totale pigmenti	----	----	≥ 30%	≥ 30%
Legante secco (resina) %	≥ 18%	≥ 18%	≥ 40%	≥ 40%
Tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
%olio nella resina secca	≥ 60%	≥ 60%	≥ 60%	≥ 60%
Spessore del film secco	35 ÷ 40 μ	35 ÷ 40 μ	35 ÷ 40 μ	35 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	pennello, rullo	pennello, rullo - airless	pennello, rullo - airless	pennello, rullo - airless

Tabella 26: Tabella riassuntiva ciclo di verniciatura "C"

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relative ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 102 di 319</p>

4.16.5 PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

4.16.6 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI3351, sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo pari a quello riportato in Tabella 27.



Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	6 h	60°C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261-66)	12 h	35°C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I. 5687-73)	12 h	35°C
Radiazione ultravioletta	6 h	60°C
Immersione in soluzione saturata di CaCl ₂	12 h	35°C

Tabella 27: Ciclo per invecchiamento artificiale

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

Si precisa che il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato). L'Ingiallimento viene regolamentato dalla norma DIN 53230.

RUGGINE E BLISTERING (ASTM D 714-56) (DIN 53210)

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 103 di 319</div>

Ciclo “A”	Blistering:	1° strato = 9 F 2° strato = 9 M 3° strato = 9 F
	Ruggine	RO (ruggine assente)
Ciclo “B”	Blistering:	1° strato = 9 M 2° strato = 9 M 3° strato = 9 F
	Ruggine	RO (ruggine assente)
Ciclo “C”	Blistering:	1° strato = 9 F 2° strato = 9 F 3° strato = 9 M 4° strato = 9 F
	Ruggine	RO (ruggine assente)

ADESIONE (DIN 53151)

Ciclo “A”	$G_{to} \div G_{ti}$	(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo “B”	G_{to}	(stacco nullo)
Ciclo “C”	$G_{to} \div G_{ti}$	(stacco nullo al massimo del 5%)

SPESSORE FILMS SECCHI



Ciclo “A”	1° strato = 90 μ
	2° strato = 80 μ
	3° strato = 40 μ
Ciclo “B”	1° strato = 30 μ
	2° strato = 90 μ
	3° strato = 35 μ
Ciclo “C”	1° strato = 35 μ
	2° strato = 35 μ
	3° strato = 35 μ
	4° strato = 35 μ

Si precisa che la resistenza all'abrasione si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 kg. Il valore espresso come perdita di peso deve essere inferiore a 10 milligrammi. Mentre, la brillantezza dev'essere controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60° e deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

La prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino Φ 4 mm. Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

4.16.7 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 104 di 319</div>

- a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilante in tutte le loro voci e fogli per le:
- i. caratteristiche di composizione: foglio A;
 - ii. caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fase accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IP su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

N.	Prova ciclo “A”	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9M	9F
2	Ruggine	RO	RO	RO
3	Adesione	$G_{t0} \div G_{t1}$	$G_{t0} \div G_{t1}$	$G_{t0} \div G_{t1}$
4	Spessore films secchi	90 μ	80 μ	40 μ
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

Tabella 28: Prove caratteristiche di resistenza (chimico – fisiche) _ Ciclo “A”

N.	Prova ciclo “B”	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine	RO	RO	RO
3	Adesione	G_{t0}	G_{t0}	G_{t0}
4	Spessore films secchi	30 μ	90 μ	35 μ
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

Tabella 29: Prove caratteristiche di resistenza (chimico – fisiche) _ Ciclo “B”

N.	Prova ciclo “C”	Fondo	Intermedia	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9F	9M	9F
2	Ruggine	RO	RO	RO	RO
3	Adesione	$G_{t0} \div G_{t1}$	$G_{t0} \div G_{t1}$	$G_{t0} \div G_{t1}$	$G_{t0} \div G_{t1}$
4	Spessore films secchi	35 μ	35 μ	35 μ	35 μ
5	Abrasione				< 10 mg
6	Brillantezza iniziale				$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale				$\geq 80\%$



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 105 di 319</div>

Tabella 30: Prove caratteristiche di resistenza (chimico – fisiche) _ Ciclo “C”

4.17 SOVRASTRUTTURA STRADALE

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare per strato, in conformità degli articoli che seguono. La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori Ufficiali. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 350, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

4.17.1 STRATI DI FONDAZIONE



FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere; materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 106 di 319</div>



1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % totale sul peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 ÷ 100
Crivello 25	60 ÷ 87
Crivello 10	35 ÷ 67
Crivello 5	25 ÷ 55
Setaccio 2	15 ÷ 40
Setaccio 0,4	7 ÷ 22
Setaccio 0,075	2 ÷ 10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
4. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
5. equivalente in sabbia (N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6.;
6. indice di portanza CBR (ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1., 2., 4., 5., salvo nel caso citato al comma 5. in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 107 di 319</p>

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio ¾". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta).

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.



Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito all'esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici;

nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Come inerti saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 108 di 319</div>

1. l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % totale sul peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	72 ÷ 90
Crivello 15	53 ÷ 70
Crivello 10	40 ÷ 55
Crivello 5	28 ÷ 40
Setaccio 2	18 ÷ 30
Setaccio 0,4	8 ÷ 18
Setaccio 0,18	6 ÷ 14
Setaccio 0,075	5 ÷ 10

3. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore o uguale al 30%;
4. equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
5. indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).



L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di + 5% fino al passante al crivello 5 e di + 2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

L'acqua dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro +2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, sarà stabilita in relazione alle prove di resistenza indicate. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. -U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 109 di 319</div>

previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque, prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida. Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso di casi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova “brasiliana” (prova a trazione mediante compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa) non inferiore a 0,25 N/mm². Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo. Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).


La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine, le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C + 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 110 di 319</div>

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm. Ciò potrà essere ottenuto attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con $15 \div 20$ giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice. La densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a $105 \div 110^\circ\text{C}$ fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate nel presente paragrafo.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m^3 di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre + 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a $2,5 \text{ N/mm}^2$, per la compressione e $0,25 \text{ N/mm}^2$ per la trazione.



La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

4.17.2 STRATI BITUMATI

STRATO DI BASE

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 111 di 319</div>

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R.n. 34 (28.3.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie, i cui gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei; inoltre, non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti;

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90. La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 ÷ 70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle “Norme per l'accettazione dei bitumi” del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60 ÷ 80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971; B.U. C.N.R. n. 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione calcolato con la formula di seguito riportata, compreso fra - 1,0 e +1,0:



$$\text{Indice di penetrazione} = 20 u - 500 v$$

Dove:

- u = temperatura di rammollimento alla prova “pallo-anello” in °C (a 25° C);
- v = log. 800 - log. Penetrazione bitume in dmm (a 25° C).

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 112 di 319</div>

Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Tabella 31: Serie crivelli e setacci U.N.I. per strati bituminosi

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg; inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà superare quest'ultima di oltre 10°C.

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.



La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a + 5% e di sabbia superiore a + 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di + 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di + 0,3%.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Si dovranno effettuare quando necessarie:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 113 di 319</div>

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23.3.1973), media di due prove, ossia stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre, con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.



Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 114 di 319</div>

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.


La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in

numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marstall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata a ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 115 di 319</div>

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

La parte superiore della sovrastruttura stradale potrà essere costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art. 1 delle “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.



Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- Per strati di collegamento (binder):
 - perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
 - indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
 - coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
 - materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.
 - Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.
- Per strati di usura:
 - perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
 - almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 116 di 319</div>

compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;

- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.



Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 117 di 319</div>

Crivello 5	30 ÷ 60
Crivello 2	20 ÷ 45
Crivello 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Tabella 32: Serie crivelli e setacci U.N.I. per strati di collegamento

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 kg. Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.
- Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 ÷ 100
Crivello 5	43 ÷ 67
Crivello 2	25 ÷ 45
Crivello 0,4	12 ÷ 24
Crivello 0,18	7 ÷ 15
Setaccio 0,075	6 ÷ 11


	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 118 di 319</div>

Tabella 33: Serie crivelli e setacci U.N.I. per strati di usura

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza riportata.

Il conglomerato dovrà avere resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 kg]. Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati, oltre che presentare un'elevatissima resistenza all'usura superficiale, sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa e grande compattezza, ossia il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-6 cm/sec.



Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Si precisa che valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume aggregato (“dopes” di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori:

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 119 di 319</div>

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.



- **Trattamento con emulsione a freddo**

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di kg 3 per metro quadrato. Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi. In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi kg 2 di emulsione bituminosa e dm³ 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato. In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di kg 1 di emulsione bituminosa e dm³ 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato. Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massiciata. Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massiciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme. Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

- **Trattamento con bitume a caldo**

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m² di bitume, dopo un'accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente. Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari saranno eseguiti, con la stessa tecnica, a cura e spese dell'Impresa. L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco. Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere. Il bitume

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 120 di 319</div>

sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto. Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m³ 1,20 per 100 m², dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massiciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.



Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte. Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzuole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

- **Trattamento a caldo con bitume liquido**

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame. I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo VII delle norme del 1957 del C.N.R. Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300. In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C. Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'A.N.A.S. di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 121 di 319</div>

raschietti. Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 kg/m² previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa. La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto. Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.



Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati. I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura. Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà alla sparsa della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto della sparsa, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal Sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300. A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico. L'Appaltatore provvederà all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate. Il pietrischetto che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada. Infine, l'Appaltatore provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 122 di 319</div>

compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di corpi imbrattati durante l'esecuzione dei lavori.

4.18 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

4.18.1 DESCRIZIONE

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti. La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato “materiale da riciclare” proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo). Per i materiali descritti nel presente paragrafo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

4.18.2 MATERIALI INERTI

Le percentuali minime del materiale da riutilizzare non dovranno essere inferiori al 50%. Il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali. Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

4.18.3 LEGANTE

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

4.18.4 MISCELA



La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate secondo la formula:

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

Dove:

- Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato, indicante la percentuale totale di bitume della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi);
- a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm);
- b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074);
- c = % di aggregato passante al N. 200;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 123 di 319</p>

- $d=0.15$ per un passante al n. 200 compreso tra 11 e 15;
- $d=0.18$ per un passante al n. 200 compreso tra 6 e 10;
- $d=0.20$ per un passante al n. 200 minore o uguale a 5;
- f = parametro compreso normalmente fra 0.7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (P_n) sarà pari a:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

Dove:

- P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti);
- P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5). La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:
 - la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto;
 - è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica riportato in Figura 15.

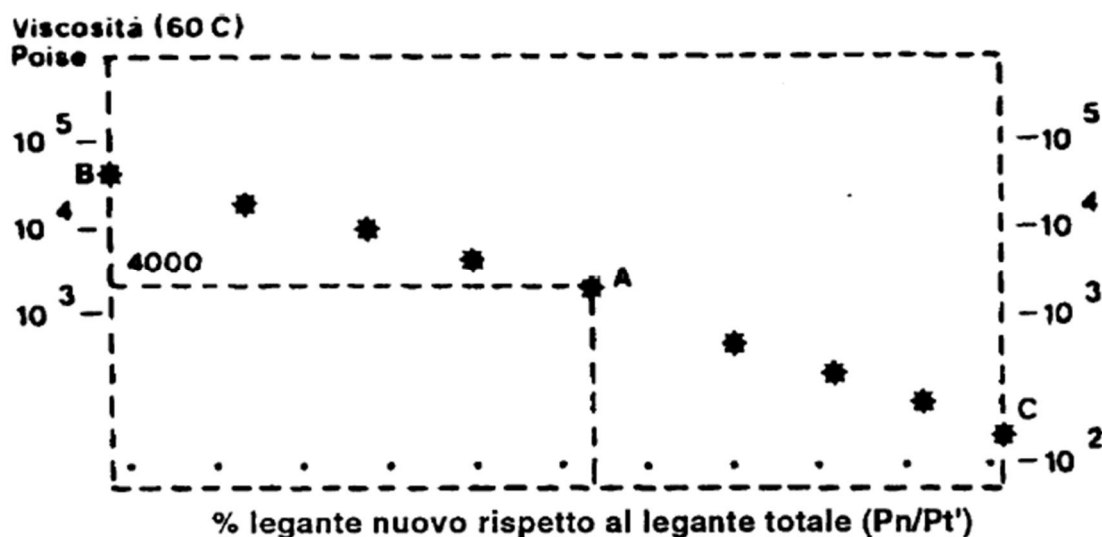




Figura 15: Monogramma per il calcolo della viscosità

Indicando con A il punto le cui coordinate sono il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 4000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2000 poise.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 124 di 319</div>

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma - viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo - una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

- K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.
- M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.
- F= viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei “Points et Chaussées”; i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (Norma C.N.R.). Il parametro J1 dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di $20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{da N.s.}$

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

4.18.5 FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore-mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a $130 \div 140$ gradi centigradi).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto. Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.



L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

4.18.6 POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in sito.

4.18.7 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 125 di 319</div>

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

4.18.8 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'Ente Appaltante.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.



Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

4.19 CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI

4.19.1 GENERALITÀ

Il calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) è un materiale composito basato su una matrice di calcestruzzo alla quale sono aggiunte delle fibre. L'impiego di tale composito è particolarmente adatto negli elementi iperstatici in quanto la resistenza residua a trazione in fase fessurata, dovuta alla presenza delle fibre aumenta la capacità portante complessiva della struttura. I diversi componenti del calcestruzzo fibrorinforzato (cemento, acqua, aggregati, fibre ed eventuali additivi) devono essere opportunamente combinati per ottenere le prestazioni richieste, sia allo stato fresco sia allo stato indurito.

Per l'esecuzione e controllo delle strutture realizzate con calcestruzzi fibrorinforzati si rimanda alle Istruzioni C.N.R. DT204/2006.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 126 di 319</div>

4.19.2 FIBRE

Le fibre dovranno essere del tipo DRAMIX® 4D 65/60 BG (o similare) e presentare le caratteristiche minime riportate in Tabella 34, in accordo con la norma EN 14889-1: 2006.

Forma della fibra	Multi – hooked ends
Raggruppamento	Incollate
Rivestimento	-
Lunghezza [mm]	61
Diametro [mm]	0,90
Rapporto tra lunghezza e larghezza	68
Resistenza alla trazione [N/mm ²]	1600
Effetto sulla consistenza [s]	8
Effetto sulla resistenza del calcestruzzo [kg/m ³]	15
Rilascio di sostanze pericolose	No
Durevolezza	NPD
Modulo di elasticità [GPa]	200

Tabella 34: Caratteristiche delle fibre

Le principali prestazioni richieste sono:

- classe di resistenza a compressione C35/45;
- classe di consistenza S3 semifluida (slump mm 100 – 150);
- classe di esposizione XC4;
- dosaggio fibre min. 2500 g/cm³;
- distribuzione uniforme delle fibre nell'impasto che dovrà essere verificata al momento del getto.



La D.L. potrà richiedere, a sua discrezione, prove supplementari a quelle previste dalle normative vigenti per i calcestruzzi, per verificare qualità e dosaggio dei costituenti.

4.19.3 GEOTESSILI NON TESSUTO

Al di sopra ed al di sotto della geomembrana viene posato un geotessile non tessuto prodotto in fibre di polipropilene vergine 100% ad alta tenacità assemblate esclusivamente mediante agugliatura meccanica con esclusione di colle e altri componenti chimici.

Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi rispondere alle seguenti caratteristiche minime:

- Massa areica (EN ISO 9864) g/mq 300;
- Spessore ≥ mm 2,6;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 127 di 319</div>

- Allungamento a rottura CMD (EN ISO 10319) \geq % 70;
- Carico di rottura nominale CMD (EN ISO 10319) kN/m 20.0;
- Allungamento a rottura MD (EN ISO 10319) \geq % 70;
- Carico di rottura nominale MD (EN ISO 10319) kN/m 20.0;
- Resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236) N 3.500;
- Permeabilità normale al piano (– EN ISO 11058:1999) \geq l/mq/sec 45;
- Dimensione dei pori (AOS O90 – EN ISO 12956:1999) \geq 60.

Le superfici di posa devono essere preparate in modo da escludere ogni tipo di danneggiamento del pacchetto impermeabilizzante e devono quindi essere lisce, prive di asperità, rocce, massi, radici nonché liberate da ogni oggetto che potrebbero danneggiarlo.

Il materiale dovrà essere sottoposto alla DL per approvazione accompagnato dalla scheda tecnica, la documentazione CE relativa secondo norma relativa alle applicazioni previste

Sono compresi sfridi, sormonti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

4.20 TERRA STABILIZZATA A CALCE E/O CEMENTO

4.20.1 TERRA STABILIZZATA A CALCE

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).



Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10. Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A2-6 e A2-7) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le “vulcaniti vetrose” costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva. Il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973). Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%. La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti. La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73). Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale. Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009. Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 128 di 319</div>

energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. Noti questi valori, la Direzione Lavori definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.



4.20.2 TERRA STABILIZZATA A CEMENTO

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti. Il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm. Il passante al setaccio 0,075 mm non deve superare il 50%. Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5. Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%. La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti. Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti. La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria. Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale. Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009. Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che: – il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento. – il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 129 di 319</p>

4.20.3 PIANO DI APPOGGIO DELLA SOVRASTRUTTURA (SOTTOFONDO)



Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0,15 – 0,25 N/mm².

4.20.4 MODALITÀ DI LAVORAZIONE

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria. I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottimale determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1,5% dell'ottimo indicato dalla D.L.. La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L.. Inoltre, tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera. Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm. Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della D.L. stessa. Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della Direzione Lavori, dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno. Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della Direzione Lavori;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni. L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm). Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.
- compattazione e finitura con rulli a “piedi di montone”, che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 130 di 319</div>

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto venga costipato prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore. Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C. Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla Direzione Lavori, la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

4.21 PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE SULL'ESECUZIONE DEI LAVORI

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il tracciamento di tutte le opere. Per le verifiche del tracciamento, come per ogni altro rilievo o scandaglio che la Direzione Lavori giudicasse utile per l'interesse del lavoro, l'Appaltatore sarà tenuto a somministrare ad ogni richiesta il materiale necessario per l'esecuzione, come gli strumenti geodetici, misure metriche, sagole, scandagli, segnali fissi e galleggianti notturni e diurni, a fornire le imbarcazioni ed il personale di ogni categoria idoneo per l'esecuzione di simili operazioni.

L'Appaltatore dovrà inoltre attenersi a quelle precise prescrizioni che, riguardo alla forma, dimensioni, numero e qualità della segnaletica, saranno indicate dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore ha inoltre l'obbligo di provvedere, durante tutta la durata dei lavori e fino al collaudo, alle segnalazioni per la sicurezza della navigazione secondo quanto verrà prescritto dalle competenti Autorità Marittime e dalla Direzione dei Lavori.



Tutte le volte che per mareggiate o per altra causa i segnali messi in sito venissero rimossi, l'Appaltatore ha l'obbligo di ripristinarli immediatamente a proprie cure e spese.

L'Appaltatore è l'unico responsabile della conservazione e manutenzione dei segnali nella loro giusta posizione e delle conseguenze che possono derivare da ogni loro spostamento che avvenga per qualsiasi causa, anche di forza maggiore. In particolare l'Appaltatore sarà completamente responsabile della eventuale caduta a mare dei materiali senza poter invocare a suo discarico la circostanza di un eventuale spostamento dei segnali, od altra causa.

4.21.1 MISURE DI MITIGAZIONE E CONTROLLO

Nell'ambito delle attività di cantiere si prevede l'adozione di misure generali di mitigazione e controllo che:



- evitano/riducono il verificarsi di inquinamenti accidentali, potenzialmente generati da incidenti alle macchine di cantiere e dal trasporto dei sedimenti e materiali nell'area di destinazione definitiva o di deposito temporaneo, e prevedono la canalizzazione e raccolta delle acque residue dai processi di cantiere per gli opportuni smaltimenti, il controllo e lo smaltimento dei rifiuti liquidi e solidi e l'osservanza della raccolta degli oli minerali usati connessi all'impiego di mezzi meccanici e degli altri rifiuti liquidi di tipo industriale;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 131 di 319</div>

- comportano l'utilizzo di mezzi d'opera omologati rispetto ai limiti di emissione e l'attivazione di programmi di manutenzione dei mezzi finalizzati al mantenimento di livelli ottimali delle prestazioni emissive delle apparecchiature utilizzate;
- comprendono l'attivazione di misure mitigative per limitare la dispersione di materiale particolato.

Le azioni adottate al fine di evitare/ridurre il verificarsi di inquinamenti accidentali, potenzialmente generati da incidenti alle macchine di cantiere e dal trasporto dei sedimenti e materiali nell'area di destinazione definitiva o di deposito temporaneo, e che controllano la canalizzazione e raccolta delle acque residue dai processi di cantiere per gli opportuni smaltimenti, lo smaltimento dei rifiuti liquidi e solidi e l'osservanza della raccolta degli oli minerali usati connessi all'impiego di mezzi meccanici e degli altri rifiuti liquidi di tipo industriale, prevedono:

- La disponibilità continua nelle aree di cantiere di dispositivi specifici al fine di assicurare l'immediato intervento a seguito di sversamento accidentale di oli e combustibili. In particolare, si prevede l'adozione di uno skimmer utilizzabile in condizioni di incidente con sversamento in acqua e di uno skimmer utilizzabile in condizioni di incidente con sversamento in banchina, avente le caratteristiche principali di seguito riportate. Per gli sversamenti in acqua: skimmer a spazzola rigida galleggiante con corpo in fiber glass, capacità di recupero di 10m³/h, flusso idraulico di 1,8 l/min, tubo di trasferimento olio pari a Ø 2", connessioni del tipo camlock e potenza richiesta di 1,5 kW. Mentre per gli sversamenti su banchina: skimmer in acciaio inossidabile e alluminio resistente all'acqua marina ed a versamenti di prodotti chimici, con capacità di recupero di compresa tra 2-12m³/h, flusso idraulico di 1,2 l/min, tubo di trasferimento olio pari a Ø 2", connessioni del tipo camlock; Inoltre, sempre al fine di intervenire prontamente in caso di sversamenti accidentali di olii e idrocarburi, sulle pavimentazioni delle aree di lavoro è prevista la collocazione di specifici kit di materiali assorbenti pronto uso della tipologia "*oil only industria*" nelle aree di stoccaggio degli olii esausti e dei carburanti. Tali assorbenti sono realizzati in fibra di polipropilene, sono idrorepellenti e possono essere utilizzati fino a totale saturazione. Essi sono disponibili in panni, coprifusti, rotoli e salsicciotti.
- La conservazione di un franco abbondante tra la superficie del materiale da trasportare ed il bordo superiore del volume di carico, nonché l'uso di camion con cassoni a tenuta stagna, per le fasi di caricamento, trasporto e scaricamento dei sedimenti sui/dai mezzi utilizzati per la loro movimentazione;
- La caratterizzazione preventiva delle acque di lavorazione, inclusive di quelle derivanti ad esempio dal lavaggio delle betoniere, delle macchine e delle attrezzature, e da altre tipologie di lavorazione svolte all'interno del cantiere, ai fini della loro corretta gestione come acque reflue industriali, con



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 132 di 319</div>

scarico ammissibile in acque superficiali o fognatura, oppure come rifiuti, con conseguente smaltimento o invio a recupero;

- Il controllo periodico di tutte le attrezzature e le macchine di cantiere inventariate preliminarmente, attraverso la predisposizione di un programma di manutenzione;
- L'adozione di sistemi di stoccaggio di eventuali sostanze pericolose, in contenitori adeguati e chiaramente identificati, disposti in maniera organica e contenuti in limitate aree, opportunamente individuate tramite apposita cartellonistica, nell'area di cantiere;
- L'esecuzione di un fitto programma di riunioni periodiche per formare ed informare continuamente i lavoratori sugli aspetti ambientali significativi e sulle procedure ed istruzioni operative di corretto utilizzo delle strumentazioni;
- L'attuazione delle misurazioni della qualità delle acque previste nel piano di monitoraggio.

Le azioni adottate per l'utilizzo di mezzi d'opera omologati rispetto ai limiti di emissione e l'attivazione di programmi di manutenzione dei mezzi finalizzati al mantenimento di livelli ottimali delle prestazioni emissive delle apparecchiature utilizzate, prevedono:

- L'attuazione delle misurazioni previste nel piano di monitoraggio delle emissioni acustiche ambientali eseguito e certificato da un tecnico abilitato;
- L'utilizzo di macchine operatrici caratterizzate da contenute emissione sonora e che rispettano i limiti di emissione sonora previsti, per la messa in commercio, dalla normativa regionale, nazionale e comunitaria, vigente entro i tre anni precedenti la data di esecuzione dei lavori;
- L'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale, in modo da ottenere, lungo l'ipotetica linea congiungente la sorgente con il ricettore esterno, il livello minimo di pressione sonora;
- L'utilizzo di macchine movimento terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate, con potenza minima appropriata al tipo di intervento;
- L'impiego di impianti fissi, gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati;
- L'adozione delle di seguito riportate modalità operative:
 - impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
 - rispettare la manutenzione ed il corretto funzionamento di ogni attrezzatura;
 - individuare e delimitare rigorosamente i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dal cantiere, in maniera da minimizzare l'esposizione al rumore dei ricettori;
 - Capitolato l'accesso di mezzi e macchine all'interno del cantiere mediante procedure da concordare con la Direzione Lavori;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 133 di 319</div>

- ottimizzare la movimentazione di cantiere di materiali in entrata ed uscita, con l'obiettivo di minimizzare l'impiego della viabilità pubblica.

Le azioni adottate per limitare la dispersione di materiale particolato, prevedono:

- La copertura degli autocarri impiegati per il trasporto dei materiali da conferire ad impianti autorizzati;
- La limitazione del numero dei mezzi operanti in contemporanea e della velocità di circolazione nell'area di cantiere ed all'esterno sulle strade pubbliche;
- La bagnatura delle aree di cantiere con sistemi a cannone o ugelli nebulizzatori.
- L'esecuzione di una capillare formazione delle maestranze, finalizzata ad evitare comportamenti che possono potenzialmente determinare fenomeni di produzione e dispersione di polveri;
- L'adozione delle di seguito riportate modalità operative:
 - spegnimento dei macchinari durante le fasi di non attività;
 - transito dei mezzi a velocità molto contenute nelle aree non asfaltate al fine di ridurre al minimo i fenomeni di risospensione del particolato;
 - adeguato utilizzo delle macchine di movimentazione della terra, limitando le altezze di caduta del materiale movimentato e ponendo attenzione durante le fasi di carico dei camion a posizionare la pala in maniera adeguata rispetto al cassone.

4.21.2 MAPPATURA DEI SOTTOSERVIZI ESISTENTI

Per eliminare il rischio di interferenze indesiderate, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire un'attività (preliminare all'esecuzione degli interventi) di mappatura di tutti i sottoservizi presenti da eseguirsi mediante apertura di tutti i pozzetti, cunicoli, ecc al fine di rilevare le tipologie di impianto ivi presenti ed il loro stato di consistenza e funzionalità.



Tale attività, dovrà essere eseguita in contraddittorio con la Direzione Lavori, i tecnici dell'AdSP, e più in generale di tutte le eventuali società coinvolte nella gestione dei servizi presenti nell'area. L'attività prevede inoltre l'eventualità di scavi preceduti da rilievi magnetometrici, al fine di verificare le reali posizioni altimetriche dei sottoservizi.

Il livello di approfondimento di tali attività è correlato alle informazioni disponibili ed alle indagini già condotte in sede di progettazione.

Prima del rilevamento / tracciamento delle reti di sottoservizi sarà possibile unicamente l'asportazione della pavimentazione in asfalto.

Tali attività dovranno consentire la definizione:

- dei sottoservizi dismessi per cui è possibile effettuarne la rimozione;
- delle linee ed i sottoservizi da preservare in funzionalità in corso di esecuzione degli interventi di progetto;
- delle linee ed i sottoservizi da rimuovere, modificare, bypassare e ripristinare ad ultimazione delle opere con le integrazioni di cui ai sottoservizi di progetto;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 134 di 319</div>

- di eventuali sottoservizi non censiti dall'AdSP.



Si prevede che l'impresa debba effettuare degli approfondimenti durante la prossima fase esecutiva e che durante gli scavi venga posta estrema attenzione a potenziali ritrovamenti di sottoservizi, sia non evidenziati nel seguente PE che censiti come sola presenza.

Nei punti di interferenza, in ragione delle varie profondità delle stesse, delle dimensioni dei sottoservizi e della loro tipologia, l'impresa dovrà adottare metodi e schemi risolutivi delle interferenze per estensione delle indicazioni tipologiche fornite dal progetto.

4.21.3 DISMISSIONE DEL CANTIERE E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Ad ultimazione dei lavori l'area destinata a logistica del cantiere dovrà essere dismessa e riconsegnata alla Stazione Appaltante in perfette condizioni d'uso, pulizia e manutenzione in conformità a quanto accertato all'atto della sottoscrizione del verbale di consegna dei lavori (o delle aree di cantiere) emesso dal direttore dei lavori.

Eventuali dissesti delle aree in cui ricade la logistica di cantiere dovranno essere ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun onere aggiuntivo per la Stazione Appaltante, in piena conformità alle disposizioni eventualmente impartite dal Direttore dei Lavori.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 135 di 319</p>

5 PRESCRIZIONI TECNICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

5.1 GENERALITÀ

I componenti dovranno essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme e scelti in base alle caratteristiche dei locali di installazione. Dovranno inoltre soddisfare alle prescrizioni per un corretto funzionamento per l'uso previsto dell'impianto, ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste. L'installazione e la scelta dei componenti dovrà pertanto tener conto delle misure di protezione necessarie secondo le varie condizioni di influenze esterne (Capitolo 48 e Sezione 512 Norma CEI 64-8).

I componenti elettrici dovranno essere scelti in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti elettrici, facendo particolare attenzione alle seguenti caratteristiche:

- sovratensioni transitorie;
- carichi fluttuanti rapidamente;
- correnti di spunto;
- correnti armoniche;
- componenti continue;
- correnti di dispersione verso terra;
- necessità di collegamenti addizionali verso terra.



La Ditta Appaltatrice in ogni caso si impegna a fornire solo apparecchiature e materiali rispondenti alle norme CEI vigenti e conformi alle disposizioni di legge cogenti, ancorché non direttamente citate nel presente documento. Qualora nel presente documento fossero riportati riferimenti normativi superati al momento delle lavorazioni, si intende che si dovrà fare riferimento alla revisione normativa o alla nuova norma di prodotto o di impianto applicabile, con onere di verifica e segnalazione alla Direzione Lavori da parte dell'impresa appaltatrice. Ad integrazione di quanto riportato sugli elaborati grafici di progetto ed alla descrizione dei componenti e delle sezioni di impianto contenuta nelle presenti Specifiche Tecniche, la ditta dovrà assicurare l'osservanza delle prescrizioni di seguito riportate.

5.1.1 CONTATORI DI ENERGIA

Il progetto prevede l'utilizzo di contatori statici multifunzione per energia attiva. Tali contatori dovranno rispettare le seguenti specifiche tecniche e forniti di idoneo *tool software* per monitoraggio, lettura e configurazione da recepire dal sistema SCADA.

Caratteristiche tecniche

- Classe di precisione energia attiva minima 0.5S;
- Tensione nominale ingresso U_n 3x58/100V...240/415V;
- Range di tensione 0,8-1,15 U_n ;
- Corrente nominale ingresso I_n 0,01...1(6) A;
- Frequenza di funzionamento 50Hz / 60Hz;
- Alimentazione autoalimentato /self supplied;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 136 di 319</div>

- Alimentazione aggiuntiva 48÷300Vac/dc;
- Temperatura di funzionamento -25...+55°C;
- Temperatura di stoccaggio -40...+70°C;
- Grado di protezione IP51.

Si precisa che, laddove la misura di energia venga utilizzata per fini fiscali, il prodotto selezionato dovrà essere in possesso delle dovute certificazioni abilitanti allo scopo nell'area di competenza. Nel caso in cui la normativa vigente in ambito nazionale o comunitario non trovasse applicazione per lo scopo di utilizzo dei misuratori in questione (ad esempio qualora la certificazione MID non copra la casistica di prodotti funzionanti a frequenze diverse da 50 Hz), l'operatore economico proporrà un prodotto in possesso di certificazione valida a livello internazionale per le condizioni di lavoro proposte (ad esempio certificazione UL).


5.2 PRESCRIZIONI NORMATIVE

I lavori dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto della regola d'arte nonché delle direttive impartite dalla Direzione Lavori in modo che gli impianti finiti risultino corrispondenti in ogni loro parte alle condizioni del presente progetto.

In particolare, per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti, anche dove non specificato, si deve fare riferimento a tutta la normativa di Legge ed alle prescrizioni degli Enti preposti in vigore alla data di presentazione dell'offerta.



In particolare, ed a scopo esemplificativo, si elencano le seguenti leggi da intendersi aggiornate dalle eventuali modifiche ed integrazioni intervenute posteriormente alla data della prima pubblicazione:

- norma UNI 12464;
- norma UNI 9795;
- Legge n°186 del 1-3-68 e s.m.i.;
- D.Lvo n°81/08 e s.m.i.;
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37: 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;
- D.Lgs. 9 aprile 2008 , n. 81: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DM 29 Maggio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- D.P.C.M. 23 aprile 1992: Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico a frequenza industriale (50 Hz) nell'ambiente abitativo interno ed all'esterno;
- disposizioni della locale azienda distributrice dell'energia elettrica;
- Normative di Prevenzione Incendi vigenti per le specifiche attività di cui al DPR 151/2011;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 137 di 319</p>

nonché le seguenti Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano ed IEC:

- IEC EEE 8000-5-1 “Utility connections in port-Part 1: Hight Voltage Shore Connection (HVSC) Systems-General requirements”;
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”;
- Norma CEI 64-7 “Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari”;
- Norma CEI 64-12 “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- Norma CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- Norma CEI 64-16 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Protezione contro le interferenze elettromagnetiche (EMI)”;
- Norma CEI 64-17 “Guida alla esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri”;
- Norma CEI 99-2 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata – Prescrizioni comuni”;
- Norma CEI 99-3 “Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV”;
- Norma CEI 99-4;
- Norma CEI 99-5;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norma CEI 11-20 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”;
- Norma CEI 11-25 “Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifase a corrente alternata”;
- Norma CEI 11-28 “Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione”;
- Norma CEI 81-10/1 “Protezione contro i fulmini. Principi generali”;
- Norma CEI 81-10/2 “Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio”;
- Norma CEI 81-10/3 “Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”;
- Norma CEI 81-10/4 “Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”;
- Norme CEI del CT 13 “Apparecchi per la misura dell'energia elettrica e per il controllo del carico”;
- Norme CEI del CT 14 “Trasformatori”;



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 138 di 319</div>

- Norme CEI del CT 15/98 “Materiali isolanti - sistemi di isolamento”;
- Norme CEI del CT 17 “Grosse apparecchiature”;
- Norme CEI del CT 20 “Cavi per energia”;
- Norme CEI del CT 21/35 “Accumulatori e pile”;
- Norme CEI del CT 23 “Apparecchiatura a bassa tensione”;
- Norme CEI del CT 32 “Fusibili”;
- Norme CEI del CT 33 “Condensatori”;
- Norme CEI del CT 34 “Lampade e relative apparecchiature”;
- Norme CEI del CT 36 “Isolatori”;
- Norme CEI del CT 37 “Scaricatori”;
- Norme CEI del CT 38 “Trasformatori di misura”;
- Norme CEI del CT 70 “Involucri di protezione”;
- Norme CEI del CT 79 “Sistemi di rilevamento e segnalazione per incendio, intrusione, furto, sabotaggio e aggressione”;
- Norme CEI del CT 96 “Trasformatori di sicurezza ed isolamento”;
- Norme CEI del CT 210 “Compatibilità elettromagnetica”;
- Guida CEI 211-4 (2008), “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- Guida CEI 211-6 (2001), “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”;
- Guida CEI 106-11: (2006), “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- Guida CEI 106-12 (2006), “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”;
- CEI 14-35 (2008), in merito alla valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza aventi una gamma di potenza compresa fra 5 kVA e 1000 kVA;
- Norma CEI EN 61000-4, Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4.

Saranno da rispettare altresì anche le norme di unificazione UNI.

5.3 CONVERTITORE DI FREQUENZA

Il convertitore di frequenza dovrà essere realizzato in conformità a quanto previsto dal progetto ed alle specifiche tecniche di cui sotto, al fine di garantire funzionalità e modalità di funzionamento richieste dalla specifica applicazione.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 139 di 319</div>

Il convertitore dovrà avere una taglia minima di 20 MVA per applicazioni Cruise. La frequenza di ingresso sarà 50 Hz, mentre quella di uscita sarà di 50/60 Hz. La tensione nominale di ingresso sarà di 3 kV, mentre la tensione di uscita sarà di 3.25 kV.

Le opzioni tecniche dovranno essere orientate al raggiungimento del massimo contenimento dello spazio occupato, a favore quindi dell'aumento della densità di potenza della macchina utilizzata. A tal fine si considera l'utilizzo di sistemi raffreddati a liquido.

Data la vicinanza al mare è preferibile che vengano eseguiti trattamenti di tropicalizzazione delle componentistiche elettroniche sensibili al grado di umidità e/o alla presenza di atmosfere saline.

Caratteristiche generali convertitore da 20 MVA:

- Tecnologia di conversione: Active Front End (AFE) Rectifier (IGBTs)
- Potenza nominale in uscita: 20000 kVA
- Sistema di raffreddamento: a liquido

Caratteristiche elettriche convertitore da 20 MVA:


- Tensione di ingresso (carico nominale): 3000 Vac
- Fattore di potenza in ingresso: > 0.99
- Tensione nominale di uscita: 3250 Vac
- Range di frequenze in uscita: 50/60Hz
- Corrente di cortocircuito in uscita: 4800 A in 2 s

Condizioni ambientali:

- Temperatura di stoccaggio: da -20°C a 70°C
- Temperatura di lavoro: da 5°C a 40°C
- Umidità relativa (non condensante): < 95%
- Altitudine: ≤ 1.000 m s.l.m.
- Livello di rumore (@1m dall'armadio): < 75 dB(A)

Sistema di raffreddamento:

- Raffreddamento: prim./sec. scambiatore di calore ad acqua
- Circuito primario: acqua + Glicole
- Perdite lato acqua (a carico nominale): 415 kW
- Perdite lato ambiente (a carico nominale): 30 kW
- Flusso minimo: 1310 l/min (Delta P < 0.9 bar)
- Flusso massimo: 1480 l/min (Delta P < 1.1 bar)
- Massima pressione operativa: 5 bar

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 140 di 319</div>

Caratteristiche costruttive:

- Grado di protezione (porte chiuse): IP42
- Colore: RAL 7035
- Ingombro approssimativo (LxAxP): 11400 mm / 2700 mm / 2000 mm
- Peso approssimativo totale: 28000 kg
- Ingresso cavi di potenza: dal basso
- Uscita cavi di potenza: dal basso
- Ingresso/uscita cavi di segnale: dal basso
- Ingresso tubi di raffreddamento: dal basso



Protezioni ed allarmi

Il convertitore avrà una diagnostica interna utile ad individuare eventi quali ad esempio sovraccarico, guasto a terra, corto circuito in uscita, tensione fuori range nel bus DC, guasto nel raddrizzatore o nell'invertitore, guasto nel sistema di raffreddamento, perdita di una fase, etc. Di seguito vengono indicate le casistiche per cui vengono previsti protezioni ed allarmi:

- Sovracorrente;
- Guasto a terra;
- Cortocircuito in uscita;
- Sovraccarico;
- Sovratensione/minima tensione su bus DC;
- Guasto IGCT;
- Guasto sistema di raffreddamento;
- Squilibri di fase;
- Disconnessione di fase inverter o raddrizzatore.

Normative di riferimento

- Direttiva 2014/35/UE;
- CEI EN 60204-1/11;
- CEI EN 61800-1/2/3/4/5-1;
- CEI EN 62477-1;
- CEI EN 60146-1.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 141 di 319</p>

5.4 TRASFORMATORI

Il presente capitolo è relativo alla fornitura in opera di:

- Trasformatori step down MT/MT;
- Trasformatori step up MT/MT;
- Trasformatore MT/BT per servizi ausiliari;
- Trasformatore MT/BT dedicato al fotovoltaico.

I trasformatori sono sistemati all'interno di appositi stalli e confinati da appositi portoni provvisti di griglie di ventilazione opportunamente dimensionate per il carico termico necessario.

Il singolo ramo di conversione del sistema è dotato di un trasformatore di ingresso (step down) ed un trasformatore di uscita (step up) dal convertitore.

Le specifiche tecniche e le descrizioni riportate per i trasformatori in questo documento hanno carattere indicativo e non vincolante. È consentita l'adozione di soluzioni equivalenti, purché in grado di garantire prestazioni analoghe o superiori rispetto a quelle previste, nel rispetto dei requisiti minimi di progetto.

5.4.1 CONFORMITÀ DELLE APPARECCHIATURE



Il Costruttore dovrà dichiarare, conformemente a quanto specificato dalle vigenti norme CEI e dai documenti CENELEC, l'appartenenza dei trasformatori alle classi richieste; le stesse dovranno poi essere anche stampigliate sulla targa caratteristiche delle singole macchine.

Il Costruttore dovrà inoltre dimostrare, in sede d'offerta, d'aver superato presso un laboratorio ufficiale tutte le prove prescritte dalla Norma per le classi ambientali e climatiche sopra descritte.

Per la classe di comportamento al fuoco il Costruttore dovrà dimostrare infine che in caso d'incendio, i gas emessi dal sistema epossidico utilizzato, rientrano comunque nei limiti stabiliti dalle Norme.

5.4.2 TRASFORMATORI DI INGRESSO E USCITA AL CONVERTITORE - CARATTERISTICHE GENERALI

TIPO	DESCRIZIONE
Costruzione	I trasformatori dovranno essere costruiti a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità in accordo a quanto prescritto dalle norme di costruzione e dai regolamenti di sicurezza.
Isolamento	I trasformatori dovranno essere del tipo ad isolamento in resina. La resina isolante dovrà essere del tipo epossidico; il processo di polimerizzazione dovrà avvenire sottovuoto ad alta temperatura per permettere l'eliminazione dei gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida.
Materiale isolante	La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti principali proprietà: <ul style="list-style-type: none"> • tenuta alle sollecitazioni ad impulso; • tenuta alle sollecitazioni di corto circuito; • contenuto minimo di scariche elettriche parziali; • autoestinguenza al cessare della causa d'incendio; • coefficiente di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori impiegati.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 142 di 319</div>

TIPO	DESCRIZIONE
Nucleo	<p>Il nucleo magnetico dovrà essere costruito con lamierini a cristalli orientati a basse perdite specifiche, isolati sulle due facce ed assiemati in modo da formare colonne pressoché circolari. Nelle giunzioni tra colonne e gioghi i lamierini dovranno essere adeguatamente tagliati per ridurre al minimo le perdite.</p> <p>Il nucleo dovrà essere trattato con vernici non igroscopiche e contro la corrosione.</p>
Avvolgimento primario	<p>L'avvolgimento di media tensione avente come conduttore l'alluminio, dovrà essere inglobato in resina sottovuoto tramite l'impiego di stampo appropriato.</p> <p>Classe d'isolamento dei materiali dielettrici impiegati dovrà essere “F”</p>
Avvolgimento secondario	<p>L'avvolgimento dovrà essere realizzato in nastro d'alluminio per contenere al minimo gli sforzi assiali e radiali derivanti da sollecitazioni di corto circuito. Esso dovrà essere impregnato sottovuoto per immersione con resina epossidica di classe “F”. Classe d'isolamento dei materiali dielettrici impiegati dovrà essere “F”</p>

Tabella 35: Caratteristiche costruttive trasformatori



Assemblaggio finale

L'assemblaggio finale dovrà essere eseguito con cura e precisione, requisiti necessari per poter garantire un ottimo comportamento del trasformatore nei confronti degli sforzi elettrodinamici dovuti ad eventuali cortocircuiti. L'avvolgimento di bassa tensione sarà calettato sul nucleo e tenuto in posizione da opportuni listelli in fibra di vetro. Le sbarre di collegamento BT saranno fissate tra di loro ed ai profilati del nucleo tramite spaziatori in fibra di vetro. L'avvolgimento di media tensione sarà bloccato da distanziatori in materiale isolante, che lascino comunque libere le piccole dilatazioni assiali della bobina quando l'avvolgimento è percorso dalla corrente di carico.

Accessori standard

Nella sua configurazione standard il trasformatore dovrà essere completo delle seguenti dotazioni:

- n. 4 ruote bidirezionali per la movimentazione;
- n. 1 prese di messa a terra di protezione;
- n.1 targa d'identificazione completa di tutte le specifiche richieste dalla normativa, in particolare della denominazione del costruttore, della potenza nominale, tensione primaria e secondaria, tensione di corto circuito, anno di costruzione, ecc.;
- n. 2 o 4 golfari per sollevamento, in funzione della potenza della macchina;
- morsettieria di commutazione sul lato MT;
- perni filettati e provvisti di bullone per attacco terminali di MT;
- set di termoresistenze PT100 su avvolgimenti BT e sul nucleo, che collegate ad opportuna centralina elettronica (a bordo QMT) consentono di acquisire (ed eventualmente trasmettere a distanza) la temperatura degli avvolgimenti e del nucleo;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 143 di 319</div>

- centralina elettronica per PT100, per l'acquisizione dei segnali provenienti dalle PT100 e l'indicazione della temperatura misurata; la centralina sarà completa di due relè a soglia tarabile per la segnalazione di allarme e sgancio;
- set di supporti antivibranti, costituiti da supporti in gomma da posizionare sotto alle ruote del trasformatore, adatti a garantire una sensibile riduzione delle vibrazioni trasmesso alla struttura e quindi del rumore e delle eventuali risonanze strutturali.



Collaudo del trasformatore

I trasformatori dovranno essere collaudati in fabbrica con prove di routine secondo CEI EN 60076-11 / CEI 14-32, ovvero:

- misura resistenza avvolgimenti;
- misura del rapporto di trasformazione e controllo del gruppo di collegamento;
- misura delle perdite e della tensione di cortocircuito;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- verifica dell'isolamento con tensione applicata;
- verifica dell'isolamento con tensione indotta;
- misura delle scariche parziali.

A seguito di esplicita richiesta della Committenza dovrà essere possibile eseguire inoltre tutte le prove di tipo e speciali previste dalle norme, quali ad esempio:

- riscaldamento con metodo del carico simulato;
- riscaldamento con metodo di opposizione;
- tenuta ad impulso con onda piena e con onda tronca;
- misura del livello di rumorosità;
- misura del contenuto di armoniche della corrente a vuoto;
- misura della impedenza omopolare;
- misura della capacità avvolgimenti;
- prova di tenuta al cortocircuito dinamico (da effettuarsi presso laboratorio accreditato);
- prova di resistenza al fuoco e verifica di rispondenza alle classi climatiche (da effettuarsi presso laboratorio accreditato);
- altre prove speciali da convenirsi di volta in volta con la Committenza (emissioni elettromagnetiche, shock termici, ecc.).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 144 di 319</div>

5.4.3 TRASFORMATORE STEP DOWN MT/MT IN INGRESSO AL CONVERTITORE - TR-CI (IN)



La Tabella 36 riporta le caratteristiche tecniche di riferimento per il trasformatore utilizzato.

Caratteristiche avvolgimento			
		Avvolgimento primario	Avvolgimento secondario
Numero fasi	-	3	3
Classe di potenza	kVA	20000	20000
Classe di servizio	%	100	100
Tensione primaria	kV	20	3
Regolazione tensione avvolgimento	-	+/-2x2,5%	
Connessione	-	Delta	Stella
Classe di isolamento	kV	24	7,2
Tensione di prova	kV	50	20
Tenuta all'impulso	kV	125	40
Materiale	-	Alluminio	Alluminio
Isolamento	-	Vacuum Cast resin	Vacuum pressure impregnation
Cl. Temperatura isol.	-	Classe F [155°C]	Classe F [155°C]
Cl. Temperatura avv.	-	Classe F [100K]	Classe F [100K]
Prestazioni e informazioni aggiuntive (valori di riferimento)			
Perdite a vuoto	W	16000	
Perdite a carico	W	130000	Con conduttori a 120°C
Impedenza di corto circuito	%	12	
Gruppo vettoriale	-	Dy11	
Frequenza	Hz	50	
Raffreddamento	-	AN/AF	
Range temperatura	°C	-25 / +45	
PEI	%	99,275	

Tabella 36: Caratteristiche tecniche TR-CI (IN)

Il trasformatore sarà inoltre equipaggiato con i seguenti accessori:

- Collettori di terra;
- Sensori di temperatura PT100 (Nucleo e Avvolgimenti);
- Schermo elettrostatico;
- Centralina di controllo tipo TMU;
- Premag. TX da sorgente BT con fusibili;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 145 di 319</div>



- Ventilatori per raffreddamento inclusi di circuiti di controllo;
- Ruote bidirezionali con bloccaggi;
- Golfari per il sollevamento.

5.4.4 TRASFORMATORE STEP UP MT/MT IN USCITA AL CONVERTITORE - TR-CI (OUT)

La Tabella 37 riporta le caratteristiche tecniche di riferimento per il trasformatore utilizzato.

Caratteristiche avvolgimento			
		Avvolgimento primario	Avvolgimento secondario
Numero fasi	-	3	3
Classe di potenza	kVA	20000	20000
Classe di servizio	%	100	100
Tensione primaria	kV	3,25	6,6 – 11
Regolazione tensione avvolgimento	-	+/-2x2,4%	
Connessione	-	Delta	Stella
Classe di isolamento	kV	7,2	12
Tensione di prova	kV	20	28
Tenuta all'impulso	kV	40	75
Materiale	-	Alluminio	Alluminio
Isolamento	-	Vacuum pressure impregnation	Vacuum Cast resin
Cl. Temperatura isol.	-	Classe F [155°C]	Classe F [155°C]
Cl. Temperatura avv.	-	Classe F [100K]	Classe F [100K]
Prestazioni e informazioni aggiuntive (valori di riferimento)			
Perdite a vuoto	W	16000	
Perdite a carico	W	130000	Con conduttori a 120°C
Impedenza di corto circuito	%	12	
Gruppo vettoriale	-	Dyn11	
Range di frequenza	Hz	50/60	
Raffreddamento	-	AN/AF	
Range temperatura	°C	-25 / +45	
PEI	%	99,39	

Tabella 37: Caratteristiche Tecniche TR-CI (OUT)

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 146 di 319</div>

Il trasformatore sarà inoltre equipaggiato con i seguenti accessori:

- Collettori di terra;
- Sensori di temperatura PT100 (Nucleo e Avvolgimenti);
- Schermo elettrostatico;
- Centralina di controllo tipo TMU;
- Ventilatori per raffreddamento inclusi di circuiti di controllo;
- Ruote bidirezionali con bloccaggi;
- Golfari per il sollevamento.

5.4.5 TRASFORMATORI MT/BT

I trasformatori MT/BT, dedicati ai servizi ausiliari e all'impianto fotovoltaico, saranno del tipo a secco con avvolgimenti di MT inglobati in resina, e dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 50541-1;
- EN 60076-1-11;
- Regolamento UE 548/2014 Ecodesign Fase II.

Dal punto di vista della classificazione il trasformatore dovrà essere almeno in classe E1/C1/F1 se per installazione da interno.

Nucleo magnetico

Il nucleo magnetico sarà costituito da lamierini magnetici a grani orientati, ad alta permeabilità e a basse perdite specifiche separati fra di loro con isolante inorganico. Il taglio e il montaggio del nucleo dovranno realizzare giunzioni per ridurre il rumore, nonché le perdite e la corrente a vuoto. Il pacco magnetico sarà pressato da profilati in lamiera zincata. Gli isolamenti e la verniciatura del nucleo saranno in classe di temperatura “F”.

Avvolgimenti di Bassa Tensione

L'avvolgimento secondario dovrà essere costituito da conduttore in foglio di rame elettrolitico interavvolto con film isolante in classe “F”, sottoposto quindi al trattamento d'essiccazione in forno. I terminali d'uscita dovranno essere costituiti da piatti di rame saldati in atmosfera inerte e bloccati saldamente all'armatura con isolatori distanziatori. La costruzione dovrà garantire:


- elevata resistenza all'umidità e alle atmosfere aggressive industriali grande robustezza dielettrica;
- eccellente comportamento meccanico nei confronti degli sforzi di cortocircuito.

Avvolgimenti di Media Tensione

L'avvolgimento di alta tensione sarà realizzato con l'ausilio di macchine automatiche e sarà costituito da una serie di bobine in nastro di rame elettrolitico.

L'isolamento tra spira e spira sarà realizzato con film poliestere. La bobina completa sarà armata con reti in fibra di vetro, essiccata in profondità e successivamente inglobata sottovuoto con resina epossidica in classe F opportunamente miscelata con quarzo e allumina triidrata. Dovrà essere garantita una eccellente robustezza meccanica e la rispondenza alle classi “C1” e “C2” delle norme IEC.

Le prese di regolazione (normalmente $\pm 2 \times 2,5\%$) saranno ricavate direttamente al centro della bobina ed il collegamento sarà ottenuto tramite opportune barrette in ottone bullonate.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 147 di 319</div>

Assemblaggio finale

L'assemblaggio finale dovrà essere eseguito con cura e precisione, requisiti necessari per poter garantire un ottimo comportamento del trasformatore nei confronti degli sforzi elettrodinamici dovuti ad eventuali cortocircuiti. L'avvolgimento di bassa tensione sarà calettato sul nucleo e tenuto in posizione da opportuni listelli in fibra di vetro. Le sbarre di collegamento BT saranno fissate tra di loro ed ai profilati del nucleo tramite spaziatori in fibra di vetro. L'avvolgimento di media tensione sarà bloccato da distanziatori in materiale isolante, che lascino comunque libere le piccole dilatazioni assiali della bobina quando l'avvolgimento è percorso dalla corrente di carico.

Accessori standard



Nella sua configurazione standard il trasformatore dovrà essere completo delle seguenti dotazioni:

- n. 4 ruote bidirezionali per la movimentazione;
- n. 2 prese di messa a terra di protezione;
- n.1 targa d'identificazione completa di tutte le specifiche richieste dalla normativa, in particolare della denominazione del costruttore, della potenza nominale, tensione primaria e secondaria, tensione di corto circuito, anno di costruzione, ecc.;
- n. 2 o 4 golfari per sollevamento, in funzione della potenza della macchina;
- n. 4 attacchi per il traino;
- morsettiera di commutazione sul lato MT;
- perni filettati e provvisti di bullone per attacco terminali di MT;
- set di termoresistenze PT100 su avvolgimenti BT e sul nucleo, che collegate ad opportuna centralina elettronica (a bordo QMT) consentono di acquisire (ed eventualmente trasmettere a distanza) la temperatura degli avvolgimenti e del nucleo;
- centralina elettronica per PT100, per l'acquisizione dei segnali provenienti dalle PT100 e l'indicazione della temperatura misurata; la centralina sarà completa di due relè a soglia tarabile per la segnalazione di allarme e sgancio.

Collaudo del trasformatore

I trasformatori dovranno essere collaudati in fabbrica con prove di routine secondo CEI EN 60076-11 / CEI 14-32, ovvero:

- misura resistenza avvolgimenti;
- misura del rapporto di trasformazione e controllo del gruppo di collegamento;
- misura delle perdite e della tensione di cortocircuito;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- verifica dell'isolamento con tensione applicata;
- verifica dell'isolamento con tensione indotta;
- misura delle scariche parziali.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 148 di 319</div>



A seguito di esplicita richiesta della Committenza dovrà essere possibile eseguire inoltre tutte le prove di tipo e speciali previste dalle norme, quali ad esempio:

- riscaldamento con metodo del carico simulato;
- riscaldamento con metodo di opposizione;
- tenuta ad impulso con onda piena e con onda tronca;
- misura del livello di rumorosità;
- misura del contenuto di armoniche della corrente a vuoto;
- misura della impedenza omopolare;
- misura della capacità avvolgimenti;
- prova di tenuta al cortocircuito dinamico (da effettuarsi presso laboratorio accreditato);
- prova di resistenza al fuoco e verifica di rispondenza alle classi climatiche (da effettuarsi presso laboratorio accreditato);
- altre prove speciali da convenirsi di volta in volta con la Committenza (emissioni elettromagnetiche, shock termici, ecc.).

Il trasformatore per i servizi ausiliari sarà dimensionato in base ai consumi previsti per tutte le utenze in bassa tensione. Si prevede ad oggi una taglia di potenza pari a 1000 kVA, l'isolamento sarà in resina ed il raffreddamento sarà ad aria naturale. La tensione nominale dell'avvolgimento primario che sarà pari a 20 kV, mentre il secondario sarà alla tensione concatenata di 400 V. La presente macchina è già stata sovradimensionata in modo opportuno alla gestione degli ausiliari aggiuntivi.

La Tabella 38 riporta le caratteristiche tecniche di riferimento per il trasformatore utilizzato.

Caratteristiche avvolgimento			
		Avvolgimento primario	Avvolgimento secondario
Numero fasi	-	3	3+N
Classe di potenza	kVA	1000	1000
Tensione primaria	kV	20	0,4
Regolazione tensione avvolgimento	-	+/-2x2,5%	
Connessione	-	Delta	Stella
Materiale	-	Rame	Rame
Livello di isolamento	kV	24 (50/125)	
Cl. temperatura isol.	-	Classe F [155°C]	Classe F [155°C]
Prestazioni e informazioni aggiuntive (valori di riferimento)			
Perdite a vuoto	W	2300	
Perdite a carico @120°C	W	10800	
Corrente a vuoto	%	1	

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 149 di 319</div>

Gruppo vettoriale	-	Dyn11	
Frequenza	Hz	50	
Raffreddamento	-	AN	
Ambient temperatura	°C	40	



Tabella 38: Caratteristiche tecniche TR-SA

Il trasformatore dedicato al fotovoltaico sarà dimensionato in base alla produzione prevista, considerando l'impianto nel suo totale. Si prevede ad oggi una taglia di potenza pari a 630 kVA, l'isolamento sarà in resina ed il raffreddamento sarà ad aria naturale. La tensione nominale dell'avvolgimento primario che sarà pari a 20 kV, mentre il secondario sarà alla tensione concatenata di 400 V. La presente macchina è già stata sovradimensionata in modo opportuno alla gestione eventuali integrazioni dell'impianto.

La Tabella 39 riporta le caratteristiche tecniche di riferimento per il trasformatore utilizzato.

Caratteristiche avvolgimento			
		Avvolgimento primario	Avvolgimento secondario
Numero fasi	-	3	3+N
Classe di potenza	kVA	640	640
Tensione primaria	kV	20	0,4
Regolazione tensione avvolgimento	-	+/-2x2,5%	
Connessione	-	Delta	Stella
Materiale	-	Rame	Rame
Livello di isolamento	kV	24 (50/125)	
Cl. temperatura isol.	-	Classe F [155°C]	Classe F [155°C]
Lato ingresso cavi	-	Dall'alto	Dal basso
Prestazioni e informazioni aggiuntive (valori di riferimento)			
Perdite a vuoto	W	1650	
Perdite a carico @120°C	W	7.800	
Corrente a vuoto	%	1,3	
Gruppo vettoriale	-	Dyn11	
Frequenza	Hz	50	
Raffreddamento	-	AN	
Ambient temperatura	°C	40	

Tabella 39: Caratteristiche tecniche TR-FV

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 150 di 319</div>

5.5 QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE

5.5.1 PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Norma CEI EN 62271-200: “Apparecchiatura ad AT parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV”;
- Norma CEI EN 62271-102: “Apparecchiatura ad AT parte 200: Sezionatori di linea e di terra per tensioni da 1kV a 52kV”;
- Norma CEI EN 62271-103: “Apparecchiatura ad AT parte 200: interruttori per tensioni da 1kV a 52kV”;
- Norma CEI EN 60694: “Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”;
- I sistemi di interruzione-sezionamento e di protezione interfacciati al punto di consegna dell'energia elettrica, dovranno essere conformi alla Norma CEI 0-16: “Regola tecnica per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica”, ultima edizione;
- Il progetto è stato eseguito in ottemperanza con la CEI 0-16 e gli adattamenti e le deroghe concesse ad ogni Distributore. Vedere delibera dell'Agenzia per l'Energia Elettrica e il Gas:
 - ARG/elt 33/08 del 18 marzo 2008;
 - ARG/elt 119/08, 6 agosto 2008;
 - 30 marzo 2012, 123/2012/R/eel;
 - aprile 2012, 136/2012/R/EEL.

È comunque indispensabile, prima di ordinare questa apparecchiatura, si tenga conto delle condizioni tecniche richieste dall'Ente Distributore per la stipula del contratto.



Il Costruttore, inoltre, deve certificare che il quadro abbia superato, presso un laboratorio ufficiale, tutte le prove prescritte dalla Norma per la tipologia “a prova d'arco interno”.

La fornitura dovrà comunque far riferimento a Norme, Leggi, Decreti nell'edizione aggiornata alla data dell'aggiudicazione dell'Appalto.

5.5.2 CONFORMITÀ DELLE APPARECCHIATURE

Norma CEI 0-16 art. D.2.5

La conformità è relativa alle apparecchiature riguardanti l'interfaccia con la parte del Distributore. La rispondenza ai requisiti di cui la CEI 0-16 deve essere attestata da “Dichiarazione di conformità” dell'apparecchiatura. Tale Dichiarazione di conformità deve essere emessa a cura e responsabilità del Costruttore, nella forma di autocertificazione da parte del Costruttore medesimo, redatta ai sensi dell'art. 47 del DPR 28 dicembre 2000, n. 445, e deve essere consegnata dall'Utente al Distributore all'atto della connessione. La documentazione attestante il superamento delle prove (rapporti di prova) deve essere conservata dal Costruttore per almeno 20 anni dall'ultima produzione. La medesima documentazione deve comunque essere resa disponibile al Distributore a cura del Costruttore sul proprio sito Web. La

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 151 di 319</div>

“Dichiarazione di conformità” dell'apparecchiatura deve contenere tutte le informazioni necessarie all'identificazione del dispositivo. L'esecuzione delle prove di compatibilità ambientale (prove d'isolamento, prove climatiche ed EMC) previste, deve avvenire presso un laboratorio accreditato secondo EN 17025 da Ente facente capo all'European cooperation for Accreditation (EA) (in Italia l'Ente accreditante è il SINAL).

Le prove funzionali possono, in alternativa, avvenire:

- Presso il laboratorio di cui sopra;
- Presso i laboratori del Costruttore, o laboratori esterni non accreditati.

In questo caso (lettera b), le prove devono avvenire sotto la sorveglianza e responsabilità di apposito organismo certificatore che abbia i requisiti della EN 45011 o, in alternativa, sotto la sorveglianza e responsabilità del laboratorio accreditato SINAL presso il quale sono state fatte le prove EMC.

Si deve, inoltre, prevedere l'attestazione che la produzione del dispositivo avviene in regime di qualità (secondo ISO 9001, ed. 2000 [e s.m.i.]). Tale attestazione deve essere parimenti emessa a cura e responsabilità del Costruttore e deve essere consegnata dall'Utente al Distributore all'atto della connessione.

5.5.3 CRITERI COSTRUTTIVI


I quadri dovranno essere autoportanti, adatti per installazione a pavimento con ingresso cavi dal basso. La vita minima richiesta dei quadri e delle apparecchiature è 35 anni, considerando anche le limitazioni dovute al raggiungimento del numero massimo di manovre elettriche degli apparecchi quali interruttori, sezionatori ecc. (classe di durata come da IEC 62271/100 e IEC 62271/102). I quadri devono essere a fasi separate ovvero, ciascuna fase deve essere racchiusa in un proprio involucro metallico separato da quelli delle altre fasi. Gli involucri devono essere del tipo “maintenance free” in relazione alla vita operativa prevista ed alle condizioni d'installazione e d'esercizio specificate. Il sistema di tenuta del gas deve essere a “pressione sigillata” (sealed pressure) in accordo alla Norma CEI EN 62271.

Le segnalazioni di allarme devono essere acquisite dall'unità multifunzione e devono essere visibili sia localmente che in remoto. Tutti i componenti devono essere del tipo senza manutenzione (maintenance free) in normali condizioni ambientali in conformità con la IEC 62271-1. I quadri devono poter essere ampliati su entrambi i lati. Per gli apparecchi ausiliari deve essere previsto, per ogni pannello, un cassoncino dedicato: “comparto di BT.

5.5.4 MESSA A TERRA

Norma CEI EN 60694 art. 5.3 e CEI EN 62271-200 art.5.3

- Tutte le parti metalliche, i sezionatori di terra ed i secondari dei trasformatori di misura dovranno essere allacciati mediante conduttori ad una sbarra colletttrice di rame disposta lungo tutto il quadro. Tale sbarra dovrà essere connessa, in due punti, al sistema di terra generale dell'impianto;
- La sbarra di terra dovrà essere dimensionata secondo quanto prescritto alla pos. 5.3 della Norma CEI EN 62271-200 art. 5.3.2 (Ved. Nota 2: “a titolo indicativo, per il calcolo della sezione dei conduttori, si fa riferimento al metodo riportato nella IEC 60724);
- Tutti i conduttori di terra dovranno avere guaina giallo-verde e dovranno essere dimensionati per la corrente di breve durata ammissibile prevista per il quadro senza che si generino sollecitazioni

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 152 di 319</div>

termiche tali da deteriorare gli isolanti e la conformazione stessa dei conduttori e che possano resistere agli sforzi elettromeccanici senza subire deformazioni permanenti o manifestare rotture.

5.5.5 TRATTAMENTI E VERNICIATURA



Si riportano nel seguito alcune caratteristiche di esempio per i quadri di media tensione previsti a progetto. La struttura metallica delle porte esterne degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza all'usura secondo il seguente ciclo o altri equivalenti:

- Pre-sgrassatura e sgrassatura alcalina tensioattiva calda (60/70°C);
- Doppio lavaggio;
- Attivazione;
- Fosfatazione;
- Lavaggio;
- Passivazione;
- Essiccazione;
- Verniciatura elettrostatica a polvere 180°C tipo epossipoliestere spessore 60 µ (-0+20) film secco, mano a finire goffrato.

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 micrometri. Il grado di protezione dovrà essere pari a circa 8 corrispondente al grado Re2 della scala europea del grado di arrugginimento (SVENK STANDARD SIS 185111) nell'arco di 5 anni. Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN. 53.151. Altri cicli equivalenti possono essere presentati per approvazione alla D.L..

5.5.6 CIRCUITI AUSILIARI: MORSETTIERE E CABLAGGI

- All'interno di ciascun comparto di BT., dovrà essere prevista una morsettiera terminale alla quale faranno capo i circuiti di misura e di protezione (secondari dei TA e dei TV) ed i circuiti di comando e segnalazione relativi alle apparecchiature installate nello scomparto.
- I singoli morsetti dovranno essere con fissaggio a vite del tipo antivibrante, a ricevere conduttori delle seguenti sezioni:
 - Fino a 6 mmq per i circuiti voltmetrici, per le alimentazioni ausiliarie, ecc.;
 - Fino a 10 mmq per i circuiti amperometrici.
- I morsetti dei circuiti voltmetrici dovranno essere del tipo sezionabile; quelli dei circuiti amperometrici del tipo sezionabile-cortocircuitabile.
- Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto. Dovrà inoltre essere previsto un numero di morsetti aggiuntivi di numero pari al 5% di morsetti utilizzati, con un minimo di 5 unità.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 153 di 319</p>

- I circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti mediante cavi e/o conduttori aventi le seguenti caratteristiche:
 - Conduttori flessibili in rame con sezione:
 - Non inferiore a 1,5 mm² per i circuiti normali (comunque di sezione tale da non causare cadute di tensione superiori del 3% del valore nominale nei casi di solenoidi, resistenze, ecc.);
 - Non inferiore a 2,5 mm² per i circuiti di misura voltmetrici;
 - Non inferiore a 4 mm² amperometrici (1A) e 6 mm² (5 A);
 - Non avere sezione inferiore a 2,5 mm² per l'alimentazione delle resistenze anticondensa. La sezione dei conduttori per i circuiti di protezione alimentati da TA e TV dovrà essere comunque adatta alle caratteristiche del circuito e alle prestazioni dei TA e TV.
 - Avere un isolamento adatto per le seguenti tensioni di esercizio:
 - Eo/E 0,6/1 kV per i cavi;
 - Eo/E 0,45/0,75 kV per i conduttori isolati.
 - Non essere propaganti l'incendio.



5.5.7 PROTEZIONE DEI CIRCUITI AUSILIARI

Ogni circuito ausiliario deve essere protetto singolarmente, tramite interruttore automatico, contro tutte le condizioni di funzionamento anomalo o di guasto. Ogni interruttore deve avere un contatto di scambio cablato al relè multifunzione ai fini di segnalare lo stato e l'allarme.

5.5.8 COMANDI DI MANOVRA INTERRUPTORE E SEGNALAZIONI LOCALI (CEI 0-16 ART. D.2.4.6)

I singoli pannelli (arrivi linea, partenze e interconnessioni) sono equipaggiati con unità di protezione e controllo multifunzione; pertanto, le funzioni sottoelencate devono essere svolte da questa unità tramite il proprio display. Sul fronte dei pannelli deve, comunque, essere installati:

- Un selettore (a chiave) a due posizioni “Locale-Remoto”;
- Una lampada LED di colore giallo indicante “Sezionatore chiuso su terra”;
- Sul pannello frontale dell'unità multifunzione nel comparto BT, devono essere accessibili i dispositivi per le seguenti funzioni:
 - Comando di apertura e chiusura interruttore;
 - Segnalazione differenziata di relè in funzione o in anomalia;
 - Segnale memorizzato di scatto generico protezione di max corrente di fase, massima corrente di terra, direzionale di terra (se presente);

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 154 di 319</div>

- I Led di posizione interruttore.
- Il dispositivo di comando dell'interruttore deve:
 - emettere comandi di apertura dell'interruttore, (come conseguenza dell'attività delle protezioni); il comando di apertura deve permanere fino al ricadere dello stato logico di scatto che l'ha determinato e, comunque, per un tempo minimo di 150 ms;
 - emettere comandi di apertura intenzionali e di chiusura intenzionali dell'interruttore per effetto dell'azione sui pulsanti di comando manuale posti sul display dell'unità. Il comando deve permanere per un tempo minimo di 150 ms.

5.5.9 INTERRUITORI: CIRCUITI DI COMANDO E ALIMENTAZIONE AUSILIARIA

Dovranno essere in accordo alla Norma CEI 0-16; in particolare:

Norma CEI 0-16 art. 8.5.12.4 e D.2.4.5

“I circuiti di alimentazione della PG e di comando del DG devono essere alimentati da un'unica sorgente di tensione ausiliaria, la cui disponibilità deve essere garantita da un UPS o batterie in tampone per almeno un'ora. Inoltre, per il comando di apertura del DG per azione della PG, deve essere impiegata una bobina a mancanza di tensione...”;

L'alimentazione di quanto sopra proviene dal sistema di continuità CPSS (Central Power Supply System) principale e, per il solo comando d'apertura, da un secondo CPSS ausiliario dedicato, alimentato dal primo. Per le partenze il sistema di comando d'apertura potrà essere del tipo a “lancio di corrente”.

5.5.10 ACCESSORI



Ogni quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di protezione, misura, comando e segnalazione necessari per renderlo pronto al funzionamento.

- Il quadro, inoltre, dovrà essere completo dei seguenti accessori:
 - Targhe come da CEI EN 60694 e CEI EN 62271-200;
 - golfari di sollevamento;
 - serie di leve e di attrezzi speciali.

5.5.11 SISTEMA DI PROTEZIONE GENERALE (SPG)

L'insieme dei relè di protezione associati all'interruttore generale (Arrivo linea) viene indicato con la sigla PG (Sistema di Protezione Generale). La PG riceve i segnali dai TA e dai TV. L'insieme della PG, dei TA e dei TV, nonché dei relativi circuiti d'alimentazione (sempre necessari) e di sgancio, prende il nome di SPG (Sistema di Protezione Generale). La sigla SPG sta a significare che la funzionalità è assicurata solo se relè, TA e TV sono reciprocamente adatti e se i circuiti sono mantenuti in efficienza; in altre parole, deve funzionare l'intero sistema in modo che l'interruttore intervenga, quando necessario, entro il tempo prestabilito. La Norma CEI 0-16 permette di realizzare in maniera “integrata” l'intero SPG, oppure alcune sue parti utilizzando ad esempio TA e TV convenzionali oppure non convenzionali connessi ad un unico apparecchio di protezione, misura e controllo.

Composizione dell'SPG (Sistemi di Protezione Generale) (Norma CEI 0-16 Allegato D par. D1):

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 155 di 319</div>

- Trasformatori di corrente di fase e di terra (eventualmente di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- Relè di protezione con relativa alimentazione (PG= Protezione Generale);
- Circuito per l'apertura dell'interruttore.

Nel suo complesso, il SPG deve essere in grado di funzionare correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si possono determinare nelle condizioni di guasto per le quali è stato previsto.

Il Costruttore nella scelta dei relè di protezione e dei Trasformatori di corrente (TA) e tensione (TV) dovrà seguire le prescrizioni della CEI 0-16.

5.5.12 APPARECCHIATURE AUSILIARIE ED ACCESSORI

Resistenze anticondensa

Ogni scomparto di quadro dovrà essere munito di una o più resistenze anticondensa autoregolanti.

Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione



Il dispositivo dovrà essere applicato a ciascuna fase, dovrà essere costituito da lampade a bassa tensione alimentate da partitori capacitivi. Le lampade dovranno essere ben visibili e dovranno poter essere sostituite dall'esterno del quadro. Le caratteristiche principali dei Complessi capacitivi per rilevazione presenza tensione sono:

- Isolatori resina epossidica con condensatori ceramici incorporati;
- Scatola di segnalazione contenente i condensatori di b.t. e presa tripolare;
- Parte mobile con spina contenente lampade al neon e resistenze limitatrici;
- Segnalazione efficace anche con tensione al 70% della nominale;
- Con valvole di tensione/limitatori di sovratensione.

5.5.13 QUADRO DISPOSITIVO GENERALE Q.DG

Il quadro Q.DG previsto a progetto è costituito da 3 celle. La soluzione commerciale individuata ha uno sviluppo (l x w x h) espresso in millimetri pari a 1580 x 940 x 1891.

Caratteristica	u.m.	Valore
Tensione di servizio	kV	20
Tensione nominale	kV	24
Tensione di prova a frequenza industriale 50Hz - 1 min.	kV	50
Tensione di prova ad impulso	kV	125
Frequenza nominale	Hz	50
Corrente nominale sbarre	A	1250
Corrente ammissibile di breve durata (per 3 secondi)	kA	25
Picco di corrente sostenibile	kA	63
Grado di protezione Interno (porte aperte)	IP	2X

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 156 di 319</div>

Caratteristica	u.m.	Valore
Grado di protezione involucro esterno	IP	3XD/2X
Tenuta all'arco interno per 1 secondo (IAC-AFLR in accordo alla IEC 62271-200)	kA	25
Tecnologia di interruzione degli interruttori		In Vuoto
Sbarre sistema singolo		
Temperatura ambiente di riferimento	°C	- 5 / + 40
Altitudine	m	<=1000

Tabella 40: Caratteristiche Tecniche quadro Q.DG



Parametro	Numero cella		
	1	2	3
Larghezza massima (mm)	500	500	500
Tipo di pannello	-	Interruttore	Ausiliari
Funzione cella	Arrivo	Partenza	Misure
Corrente nominale	1250 A	1250 A	-
Indicazione della tensione	Wega 1	Wega 1	-
Entrata Cavi	Da sotto	Da Sotto	-
Sezione Cavi	185 mm ²	185 mm ²	-
Numero Cavi per fase	2	2	-

Tabella 41: Caratteristiche Celle quadro Q.DG

5.5.14 QUADRO DI MEDIA TENSIONE IN INGRESSO Q.MT-20KV

Il quadro Q.MT-20 kV previsto a progetto è costituito da 10 celle. La soluzione commerciale individuata ha uno sviluppo (l x w x h) espresso in millimetri pari a 8080 x 1570 x 2570.

Caratteristica	u.m.	Valore
Tensione di servizio	kV	20
Tensione nominale	kV	24
Tensione di prova a frequenza industriale 50Hz - 1 min.	kV	50
Tensione di prova ad impulso	kV	125
Frequenza nominale	Hz	50
Corrente nominale sbarre	A	1250
Corrente ammissibile di breve durata (per 3 secondi)	kA	25
Picco di corrente sostenibile	kA	63
Grado di protezione Interno (porte aperte)	IP	2X
Grado di protezione involucro esterno	IP	4X
Tenuta all'arco interno per 1 secondo (IAC-AFLR in accordo alla IEC 62271-200)	kA	25
Tecnologia di interruzione degli interruttori		In Vuoto

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 157 di 319



Caratteristica	u.m.	Valore
Sbarre sistema singolo		
Temperatura ambiente di riferimento	°C	- 5 / + 40
Altitudine	m	<=1000

Tabella 42: Caratteristiche Tecniche quadro Q.MT-20kV

Parametro	Numero cella				
	1	2	3	4	5
Larghezza massima (mm)	800	800	800	800	800
Tipo di pannello	Interruttore	Interruttore	-	Interruttore	Interruttore
Funzione cella	Arrivo	Riserva	Risalita	Congiunture	Uscita Convertitore
Corrente nominale	1250 A	630 A	-	1250 A	1250 A
Indicazione della tensione	Wega 1	Wega 1	-	Wega 1	Wega 1
Locking facility	Interblocco meccanico a chiave	Interblocco meccanico a chiave	-	Interblocco meccanico a chiave	Interblocco meccanico a chiave
Sezionatore di Terra manuale	Si	Si	-	Si	Si
Entrata Cavi	Da sotto	Da Sotto	-	Da sotto	Da sotto
Sezione Cavi	185 mm ²	-	-	-	240 mm ²
Numero Cavi per fase	2	-	-	-	2

Tabella 43: Caratteristiche Celle quadro Q.MT-20kV (parte 1)

Parametro	Numero cella				
	6	7	8	9	10
Larghezza massima (mm)	800	800	800	800	800
Tipo di pannello	Interruttore	Interruttore	Ausiliari	Ausiliari	Interruttore
Funzione cella	Uscita Ausiliari	Uscita Fotovoltaico	Scaricatore	Misure	Arrivo
Corrente nominale	630 A	630 A	-	-	1250 A
Indicazione della tensione	Wega 1	Wega 1	-	-	Wega 1
Interblocco	Interblocco meccanico a chiave	Interblocco meccanico a chiave	-	-	Interblocco meccanico a chiave
Sezionatore di Terra manuale	Si	Si	-	-	Si

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 158 di 319

Entrata Cavi	Da sotto	Da Sotto	-	-	Da sotto
Sezione Cavi	50 mm ²	50 mm ²	-	-	185 mm ²
Numero Cavi per fase	1	1	-	-	4

Tabella 44: Caratteristiche Celle quadro Q.MT-20kV (parte 2)



5.5.15 QUADRO DI MEDIA TENSIONE IN USCITA Q.MT-6,6/11KV

Il quadro Q.MT-6,6/11 kV previsto a progetto è costituito da 6 celle. La soluzione commerciale individuata ha uno sviluppo (l x w x h) espresso in millimetri pari a 4480 x 1320 x 2760.

Caratteristica	u.m.	Valore
Tensione di servizio	kV	11
Tensione nominale	kV	17,5
Tensione di prova a frequenza industriale 50Hz - 1 min.	kV	38
Tensione di prova ad impulso	kV	95
Frequenza nominale	Hz	50
Corrente nominale sbarre	A	1600
Corrente ammissibile di breve durata (per 3 secondi)	kA	25
Picco di corrente sostenibile	kA	63
Grado di protezione Interno (porte aperte)	IP	2X
Grado di protezione involucro esterno	IP	4X
Tenuta all'arco interno per 1 secondo (IAC-AFLR in accordo alla IEC 62271-200)	kA	25
Tecnologia di interruzione degli interruttori		In Vuoto
Sbarre sistema singolo		
Temperatura ambiente di riferimento	°C	- 5 / + 40
Altitudine	m	<=1000

Tabella 45: Caratteristiche Tecniche quadro Q.MT-6,6/11 kV

Parametro	Numero cella					
	1	2	3	4	5	6
Larghezza massima (mm)	800	800	800	800	600	600
Tipo di pannello	Interruttore	Interruttore	Interruttore	Interruttore	Ausiliari	Ausiliari
Funzione cella	Arrivo	Arrivo	Arrivo	Arrivo	Scaricatore	Misure
Corrente nominale	1250 A	1250 A	1250 A	1250 A	-	-
Indicazione della tensione	Wega 1	Wega 1	Wega 1	Wega 1	-	-

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 159 di 319

Locking facility	Interblocco meccanico a chiave	Interblocco meccanico a chiave	Interblocco meccanico a chiave	Interblocco meccanico a chiave	-	-
Sezionatore di Terra manuale	Si	Si	Si	Si	-	-
Entrata Cavi	Da sotto	Da Sotto	Da sotto	Da Sotto	-	-
Sezione Cavi	185 mm ²	185 mm ²	185 mm ²	185 mm ²	-	-
Numero Cavi per fase	4	4	4	4	-	-

Tabella 46: Caratteristiche Celle quadro Q.MT-6,6/11kV



5.5.16 Quadro Stato del Neutro Q.SN

Quadro di stato del neutro, permette di ottemperare le direttive date dalla norma per l'alimentazione delle navi in termini di sicurezza (norma internazionale IEC/IEEE 80005-1 "*Utility connections in port – Part 1: High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems – General requirements*"), gestendo il collegamento tra il centro stella del trasformatore innalzatore TR-CI (OUT) e le prese in banchina.

Il quadro Q.SN previsto a progetto è costituito da una singola cella, la soluzione commerciale individuata ha uno sviluppo (l x w x h) espresso in millimetri pari a 1050 x 2100 x 1420 per un peso totale di 500 kg.



Caratteristiche meccaniche	
Armadio autoportante	Acciaio zincato – spessore 2 mm
Protezione anticorrosione	Verniciatura C2 (UNI EN ISO 12944-5), spessore 70 µm, RAL 7035 semilucido
Grado protezione scomparto resistenze	IP 23
Accessibilità (resistenze)	Porta frontale incernierata con maniglia e chiave; pannello posteriore imbullonato
Grado protezione scomparti sezionatori	IP 23
Raffreddamento	Ventilazione naturale
Bulloni di messa a terra	2 x M12 (lato destro e sinistro)
Fori di fissaggio	4 x Ø 13 mm
Golfari di sollevamento	Inclusi
Cavo ingresso/uscita	Dal basso
Piastra asportabile ingresso/uscita	200 x 200 mm – amagnetica (AISI 304)
Terminali per connessione cavi	Isolatori portanti con sbarre in rame stagnato 40 x 3 mm (foro Ø13 mm)
Terminali per cavi	Non forniti
Isolatori	Resina epossidica

Tabella 47: Caratteristiche Meccaniche Q.SN

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 160 di 319</div>

Caratteristiche elettriche resistore	
Numero di fasi	1 (tra centro-stella e terra)
Valore ohmico a 25°C	540 $\Omega \pm 5\%$
Corrente iniziale di guasto	11,76 A
Corrente termica di dimensionamento	25 A
Tempo di inserzione (durata guasto)	5 secondi
Tensione costante durante servizio permanente	1350 V ($\pm 10\%$ tensione nominale)
Corrente iniziale durante servizio permanente	2,5 A
Tensione nominale (Ur)	11 / $\sqrt{3}$ kV
Tensione di isolamento (Um)	12 kV
Tensione di prova a 50 Hz per 60 s (Ud)	28 kV
BIL - impulso a secco (Up)	75 kV picco
Frequenza nominale	50 / 60 Hz $\pm 5\%$
Isolamento elementi resistivi	Completamente isolati da terra
Tipo elementi resistivi	Griglie punzonate da nastro, isolate con materiale non igroscopico
Tipo acciaio resistivo	AISI 304
Coefficiente temperatura	0,0009 /K
Composizione chimica	16–18% Cr – 8–10,5% Ni
Max variazione valore ohmico freddo/caldo	67 %
Max sovratemperatura (corrente nominale)	760 °C
Max sovratemperatura (corrente permanente)	385 °C
Max sovratemperatura armadio	< 70 °C
Tensione alimentazione circuiti ausiliari	220/240 V ca (resistenza anticondensa) – 110 V cc (contattori/relè)
Tensione prova circuiti ausiliari (50 Hz per 60")	2 kV
Interconnessione pacchi/terminali	Sbarre di rame stagnato e bulloneria resistente alle dilatazioni termiche
Condizioni ambientali	Portuale - salino
Temperatura ambiente	-10 ÷ +40 °C
Temperatura di stoccaggio	-20 ÷ +70 °C
Temperatura di progetto	+25 °C
Altitudine	1000 m s.l.m.

Tabella 48: Caratteristiche Elettriche Q.SN

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 161 di 319</div>

5.6 QUADRI DI BASSA TENSIONE

5.6.1 GENERALITÀ

Per quanto riguarda i quadri di bassa tensione la Norma di riferimento è la CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) che distingue i quadri in due tipi fondamentali:

AS (apparecchiature di serie soggette a prove di tipo);

ANS (apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo).

Inoltre, quando un quadro è destinato ad applicazioni domestiche o similari, ossia all'installazione in luoghi ove opera personale non addestrato viene definito:

ASD (quadro di distribuzione) che deve rispondere a prescrizioni supplementari, contenute nella Norma CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) oppure, in alternativa ad essa, alla Norma CEI 23-51, semplificazione della 17-13/3.

Il costruttore del quadro, che potrà essere la Ditta Appaltatrice o altra ditta incaricata dalla medesima, dovrà apporre sul fronte o nel retro del quadro, una targa recante le caratteristiche specificate dalle Norme relative al quadro.

A completamento degli elementi identificativi del quadro nella documentazione di accompagnamento devono essere inseriti i dati tecnici prescritti dalle Norme. Il quadro elettrico dovrà essere dotato di rapporto di prova certificante il superamento delle prove di tipo e delle verifiche previste dalla relativa Norma.

Si ricorda che le prove individuali devono essere effettuate dal costruttore su ogni quadro.

Le prove di tipo non effettuate in fabbrica come la verifica dei limiti di sovratemperatura e della tenuta al cortocircuito possono essere verificate su di un quadro di tipo ANS tramite prova diretta sul quadro oppure tramite estrapolazione dei valori da quelli ottenuti nella prova sul quadro di tipo AS da cui esso è derivato.

Gli armadi possono essere realizzati con forme di segregazione delle apparecchiature di tipo 1-2-3-4 distinte in funzione della separazione tra unità funzionali, sbarre, terminali di uscita.

I quadri saranno dimensionati per ospitare una scorta di apparecchiature idonea, in più rispetto alle apparecchiature necessarie previste in progetto, in funzione della possibilità di un eventuale ampliamento dell'impianto.

I quadri oggetto della fornitura dovranno essere progettati, assiemati e collaudati in totale rispetto delle seguenti normative riguardanti l'assieme dei quadri prefabbricati:



- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)

Per le caratteristiche elettriche nominali si rimanda agli schemi elettrici di progetto. Di seguito si riportano le prescrizioni tecniche a cui devono rispondere i quadri elettrici previsti nel presente Appalto.

Mutue influenze tra apparecchiature

Le apparecchiature dovranno essere installate e cablate in modo tale che il loro funzionamento non sia compromesso da mutue influenze per fattori fisici presenti durante il servizio ordinario, ad esempio:

- Calore;
- Archi;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 162 di 319</div>

- Vibrazioni;
- Campi d'energia.

Grado di protezione minimo

Il grado di protezione dovrà essere:

- Con controporte chiuse \geq IP31;
- Con porte o ripari chiusi \geq IP4X;
- A porte aperte o ripari rimossi \geq IP XXB.

Il grado di protezione deve essere considerato come riferito all'intero quadro, saranno quindi comprese le parti relative all'ingresso dei cavi. Per garantire il grado di protezione contrattuale il Costruttore, per l'ingresso cavi nel quadro, è tenuto ad indicare i modi e i materiali che l'Installatore dovrà impiegare (CEI EN 61439-1 art. 7.2.1.4).

Ingresso e dimensioni delle condutture da allacciare al quadro

Per il passaggio dei cavi, dovranno essere previste aperture di dimensioni adeguate alla quantità e grandezza delle condutture, rilevabile dagli schemi di progetto. Le aperture sui pannelli di base e/o su quelli superiori di ciascun quadro dovranno essere complete di flangiate rimovibili. Se il grado di protezione del quadro lo richiederà dovranno essere previste opportune guarnizioni. Dovrà essere inoltre possibile l'ingresso dei cavi nel quadro tramite pressacavi (oppure adeguate canale) previa foratura e adattamenti vari, da parte dell'Installatore, su indicazione del Costruttore, al fine del mantenimento del grado di protezione. Per i quadri fissati a parete dovrà essere sempre possibile, l'ingresso cavi sia dall'alto che dal basso. Le dimensioni dei cavi ai fini della valutazione delle dimensioni dei morsetti e/o attacchi, che dall'esterno si connettono al quadro, possono essere rilevati dagli schemi di progetto.

Porte, ripari e accessori



Le porte anteriori dovranno consentire una apertura di $95^\circ \div 105^\circ$. L'accesso alle apparecchiature interne dovrà essere consentito solo dal lato anteriore.

Il senso d'apertura delle porte dei quadri (verso destra o verso sinistra) dovrà essere preventivamente predisposto sulla base della disposizione dei quadri stessi all'interno del locale d'installazione in modo che:

- Sia reso agile e sicuro l'accesso all'interno di ogni scomparto del quadro;
- Non venga ostacolata, con la porta aperta, la via d'esodo dal locale dove il quadro è installato.
- Per ogni quadro dovrà essere prevista una tasca metallica o di materiale isolante non propaganti l'incendio, atta a contenere gli schemi del quadro stesso.

Targhe identificatrici

Le apparecchiature e gli organi di manovra, sia sul fronte che all'interno del quadro, dovranno essere chiaramente contrassegnate tramite apposite targhette. Le targhe, sul fronte del quadro poste in corrispondenza degli organi di manovra, protezione, segnalazione e misura, dovranno riportare la denominazione e/o funzione dell'apparecchio. Ogni componente all'interno del quadro e sulla portella, dovrà essere identificato a mezzo targhette anche del tipo autoadesivo, purché di sicura stabilità anche in condizioni di elevate temperature. Sulle targhette dovrà essere riportato il codice dell'apparecchio indicato nello schema elettrico. Dovranno essere previste indicazioni per le parti che possono rimanere in tensione

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 163 di 319</div>

anche dopo l'apertura degli interruttori principali. Le barriere o diaframmi fissi la cui asportazione con attrezzo permette l'accesso a parti in tensione, dovranno essere dotate di targhette adesive indicanti il pericolo. Sul fronte del quadro, nella parte superiore, dovrà essere installata una targa di materiale termoplastico, con serigrafata la denominazione del quadro. Dovrà essere prevista inoltre predisposta targa indicante la ragione sociale del Costruttore, l'anno di costruzione e tutte le altre caratteristiche prescritte dalle vigenti Norme.

Disposizione dei componenti e loro accesso per manutenzione

All'interno del quadro la posizione dei componenti dovrà essere tale da garantire:

- La regolazione e la rimozione / rimontaggio individuale d'ogni elemento (senza che ciò richieda lo smontaggio o scollegamento d'altre parti);
- Un agevole collegamento / scollegamento ai morsetti (per cui lo spazio tra i morsetti e le pareti o il fondo / copertura del quadro deve essere commisurato alla sezione ed alla quantità dei cavi da allacciare);
- Un agevole accesso manutentivo;

Tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili e sostituibili dal fronte quadro. Saranno comunque garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dai costruttori delle apparecchiature.

Conduttori di cablaggio

Il dimensionamento dei conduttori di potenza dovrà essere conforme:

- alla corrente nominale d'impiego Ib;
- al valore di In del dispositivo di protezione;
- alle sollecitazioni elettrodinamiche.



Per la modalità di realizzazione del quadro di nuova fornitura, la distinta dei componenti interni e le modalità di suddivisione dei circuiti di alimentazione e di distribuzione si rimanda agli schemi ed ai dettagli costruttivi del progetto di Appalto.

Individuazione dei conduttori

I colori dei conduttori di fase, neutro e di protezione dovranno essere in accordo alla vigente normativa. L'identificazione dei conduttori dovrà essere eseguita utilizzando l'apposito tubetto a due cavità: una per il passaggio del conduttore e l'altra per la siglatura. Altri sistemi con risultati equivalenti sono comunque accettati previa approvazione della D.LL.

Morsettiere

I morsetti utilizzati dovranno essere in poliammide capaci di mantenere le proprie caratteristiche elettromeccaniche sino alla temperatura di 80°C e nelle condizioni ambientali previste. Dovranno essere adatti per montaggio su guida DIN completi di diaframmi separatori, piastrine e blocchetti terminali. Dovranno inoltre essere a doppio serraggio indiretto dei conduttori mediante vite e doppia vite per conduttori con capocorda. Il grado di isolamento non dovrà essere inferiore 3000 V di prova. I morsetti

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 164 di 319</p>

dovranno avere come grado di protezione minimo IPXXB. Per ogni morsetto è ammessa la connessione di un solo conduttore.

Componenti in materiale plastico

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di auto estinguità a 960 °C, in conformità alle norme IEC 695.2.1 (CEI 50-11).

Canaline in PVC per cablaggi


Le canaline di contenimento dei conduttori di cablaggio dovranno essere, se non diversamente indicato, in PVC autoestinguente, forate, fissate alla struttura metallica. Il fissaggio delle canaline dovrà essere eseguito tramite appositi sostegni.

5.6.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le note che seguono hanno carattere generale e dovranno essere rispettate dove applicabili. L'interruttore generale del quadro dovrà togliere tensione a tutti i circuiti e apparecchiature. Nel caso in cui, a interruttore generale aperto, all'interno del quadro fossero presenti alimentazioni con tensioni di qualsiasi valore, queste dovranno essere segnalate, tramite targhe, sul fronte del quadro. Tutte le apparecchiature e i conduttori di cablaggio che rimanessero sotto tensione dovranno essere opportunamente protetti tramite barriere e segnalazioni appropriate. Nel caso di quadri con più arrivi linea, dovrà essere prevista una targa con l'avvertenza che per la messa fuori tensione è necessario aprire tutti gli interruttori d'arrivo. Tutte le apparecchiature principali ed ausiliarie, normalmente in tensione e con grado di protezione inferiore a IPXXB, dovranno essere munite di barriere di materiale isolante auto estinguente, che evitino i contatti accidentali con le parti in tensione. Di norma per i quadri principali, il cavo d'alimentazione in arrivo all'interruttore generale si dovrà attestare direttamente sui terminali d'arrivo dell'interruttore stesso senza l'interposizione di morsetti d'appoggio. Nei casi in cui tale soluzione non fosse perseguibile la morsettiera d'arrivo dovrà essere opportunamente protetta e segnalata. Sui terminali d'arrivo dell'interruttore generale del quadro e/o d'ogni scomparto, dove detto cavo si attesta, ovvero sui morsetti dell'arrivo, dovranno essere messi in posizioni facilmente visibili dei cartelli con la scritta: “Cavo in arrivo ...V in tensione anche con interruttore generale aperto”.

5.6.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per i quadri con struttura metallica, è accettabile l'utilizzo della struttura stessa del quadro come circuito di protezione purché sia in lamiera zincata e la sua sezione sia elettricamente equivalente alla sezione della barra di rame altrimenti necessaria. Soddisfatte queste condizioni, i vari componenti metallici (struttura portante, setti divisorii etc.) dovranno essere connessi tra di loro tramite bulloni, dadi e rondelle elastiche che garantiscano nel tempo una buona conduttività. Per ogni quadro, o per ogni scomparto di uno stesso quadro, dovrà essere prevista una sbarra di rame di sezione adeguata alla corrente di guasto verso terra e, comunque, non inferiore a 100 mm². Tale sbarra dovrà correre per tutta la lunghezza del quadro e dovrà essere predisposta per il collegamento di tutti i conduttori di protezione “PE” delle utenze esterne inerenti lo scomparto. Il conduttore di protezione di ogni utenza dovrà essere connesso ad un apposito bullone predisposto sulla suddetta sbarra. Non sarà ammesso il collegamento di più di un conduttore di protezione “PE” sotto un unico bullone. I conduttori di protezione in uscita dovranno essere identificati con la stessa sigla adottata per individuare il cavo a cui appartiene. Le sbarre di tutti gli scomparti componenti il quadro dovranno essere collegate tra loro in maniera da formare un'unica sbarra “PE” del quadro. La sbarra “PE” dello scomparto dove arriva l'alimentazione al quadro, dovrà essere collegata, con due conduttori con guaina giallo-verde, ai due distinti collettori di terra più prossimi. La porta di ogni pannello o singolo cubicolo sulla quale sono installati componenti elettrici dovrà essere collegata a terra mediante una treccia di rame avente sezione corrispondente alla sezione massima del conduttore di alimentazione dell'apparecchio

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 165 di 319</div>

installato, ma non inferiore a 6 mm². Le sezioni minime dei conduttori di protezione dovranno comunque essere in accordo a quanto previsto sulla Norma.

Documentazione

Il quadro elettrico sarà corredato dei seguenti documenti:

- schema elettrico unifilare;
- vista del fronte quadro.
- E sarà dotato di:
 - tasca porta schemi, contenente copia aggiornata degli schemi di cui sopra;
 - targa con nome o marchio di fabbrica del costruttore e tipo o numero di identificazione del quadro, conforme alla norma CEI 17-113.





Sarà fornita copia della dichiarazione di conformità del quadro, rilasciata dal costruttore del quadro stesso, come da norme CEI e D.M. 37/09.

5.6.4 COMPONENTI PER I QUADRI IN BASSA TENSIONE

La presente sezione riepiloga le principali caratteristiche dei componenti previsti per l'allestimento di quadri bassa tensione. Per i dettagli, si rimanda agli schemi del progetto.

Interruttori automatici con sganciatori elettromagnetici

Denominazione	Caratteristiche
Numero di poli	3
Tipo	Scatolato
Corrente nominale	1600 A / 1000 A / 800 A / 630 A / 400A / 200 A / 160 A
Frequenza nominale	50Hz
Tensione nominale d'impiego (Ue)	400 - 690 V
Tensione nominale d'isolamento (Ui)	≥ 1000V
Tensione nominale di tenuta a impulso (Uimp)	≥ 8kV
Tensione di prova a frequenza industriale per 1 min	≥ 3500V
Potere di interruzione limite (Icu)	42kA – 10kA
Potere di interruzione di servizio (Ics)	100% di Icu
Potere nominale di chiusura su cto. cto. (Icm)	≥ 30 kA
Categoria di utilizzazione (CEI EN 60947-2) –	A
Attitudine al sezionamento (IEC EN 60947-2)	Si
Comando	Manuale / Motorizzato vedi schema
Motorizzato Carica molle	230V 50Hz
Manuale Bobina di apertura	Si

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 166 di 319</div>

Manuale Bobina di apertura: tensione di comando	230V 50Hz
Leva di manovra lucchettabile in posizione di Aperto	Si
Contatti ausiliari di APERTO-CHIUSO disponibili a morsettiera quadro	2 in commutazione da cablare a morsettiera
Sganciatori magnetici	Im = 10In Im = 5In In base alla tipologia di utenze
Tarature sganciatori magnetotermici	Ir regolabile da 0,6 a 1 In Neutro 1 Ir
Coprimorsetti	Si

Tabella 49: Caratteristiche Tecniche Interruttori automatici con sganciatori elettromagnetici



Sezionatori modulari

Descrizione	Caratteristiche
Corrente nominale d'impiego (In)	da 0,5 a 1600 A
Tensione nominale d'impiego (Ue)	690 / 400 / 230V - 50Hz
Tensione nominale d'isolamento (Ui)	≥1000V
Tensione di tenuta ad impulso (Uimp)	≥ 8kV
Numero poli	2P-3P-4P
Tensione di isolamento a frequenza. Industriale per 60sec	2 kV
Categoria di sovratensione	III
Adatto per il sezionamento	Si
Numero manovre elettriche	≥ 10000
Numero manovre meccaniche	≥ 20000
Contatti ausiliari di stato	1 in commutazione
Grado di protezione	IP20
Conformità a norme	CEI EN 60947-3

Tabella 50: Caratteristiche Tecniche Sezionatori modulari

Interruttori modulari magnetotermici

Descrizione	Caratteristiche
Corrente nominale d'impiego (In)	da 0,5 a 63 A
Tensione nominale d'impiego (Ue)	400 / 230V - 50Hz
Tensione nominale d'isolamento (Ui)	440V
Tensione di tenuta ad impulso (Uimp)	≥ 4kV
Numero poli	2P-3P-4P
Potere di interruzione estremo a 400V (Icn)	> 6 kA

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 167 di 319</div>

Potere di interruzione di servizio a 230V e 400 V (Ics)	> 6 kA
Tensione di isolamento a frequenza. Industriale per 60sec	≥ 2,5 kV
Sganciatore magnetotermico - Curva	Tipo C
Classe di energia limitata	3
Numero manovre elettriche	≥ 10000
Numero manovre meccaniche	≥ 20000
Caratteristiche di sezionamento	Norma IEC 60947-2 VDE 0660
Contatti ausiliari di stato	1 in commutazione
Contatto di segnalazione	1 in commutazione
Grado di protezione	IP20
Conformità a norme	CEI EN 60947

Tabella 51: Caratteristiche Tecniche Interruttori modulari magnetotermici

Interruttori modulari magnetotermici con relè differenziale



Per le caratteristiche generali riferite al componente interruttore magnetotermico vale quanto riportato alla posizione precedente. Tutti i differenziali dovranno essere del tipo “A”: “sensibile alla corrente di dispersione alternata con componenti pulsanti”. Gli sganciatori differenziali impiegati dovranno avere correnti nominali di intervento di 0,03A - 0,3 - 0,5 A e 1 A. Potranno essere del tipo generale e/o selettivi con tempi di intervento in accordo alla Norma EN61009-1 secondo le indicazioni riportate a schema. Gli interruttori differenziali dovranno inoltre garantire:

- Resistenza al calore anormale ed al fuoco secondo il metodo di prova di cui la Norma CEI 50-11 (IEC 695-2-1);
- Tenuta agli interventi intempestivi dovuti a tensione impulsiva;
- Immunità nei confronti delle “perturbazioni elettromagnetiche” di tipo condotto o induttivo (IEC 1543 – EN 61543 e successivi eventuali aggiornamenti).

Contattori

È previsto l'utilizzo dei contattori per consentire le manovre di alimentazione e disalimentazione dei circuiti per cui sono previsti accensione e spegnimento secondo logiche specifiche.

Descrizione	Caratteristiche
Tensione di esercizio	690 V - 50Hz
Isolamento	Classe II
Poli	3

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 168 di 319</div>


Contatto	Na
Durata elettrica	100000 cicli
Max n° di commutazioni al giorno	100
Conformità a norme	CEI EN 60947-1

Tabella 52: Caratteristiche Tecniche Contattori

Multimetri

Gli apparecchi descritti hanno il compito di fornire tutti i principali parametri del sistema di alimentazione e devono essere installati sul fronte quadro. Le caratteristiche principali dei multimetri sono di seguito riportate:

Denominazione	Caratteristiche
Sistema trifase (con neutro)	simmetrico - equilibrato
Tensione nominale del sistema	400-230V
Frequenza nominale	50Hz
Corrente nominale secondario dei TA	5A
Numero dei TA in classe 0,5 disponibili	3
Trasmissione dati:	uscita seriale RS485
Protocollo di trasmissione	Modbus
Tipo di misura	Energia Potenza attiva e reattiva Distorsione armonica totale corrente THD (I) Distorsione armonica totale tensione THD (U) Tensione Corrente Frequenza Fattore di potenza Potenza apparente
Display alfanumerico fluorescente a lunga vita ed alta luminosità	Sì
Isolamento galvanico	su ingressi e uscite
Montaggio	su profilato EN50022
Temperatura di funzionamento:	+50°C; -5°C
Alimentazione:	230V ±10%; 50Hz
Precisione	0.003 corrente (0,5...6 A) 0.005 corrente (0,1...1,2 A) 0.003 tensione (50...330 V) 0.003 tensione (80...570 V)
Classe di precisione	Classe 0.5S (energia attiva conforme a IEC 62053-22) Classe 2 (energia reattiva conforme a IEC 62053-23) Classe 1 (energia attiva conforme a IEC 62053-21)

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 169 di 319</div>

	Class C (energia attiva conforme a EN 50470-3)
--	--

Tabella 53: Caratteristiche Tecniche Multimetri

Trasformatori per circuiti ausiliari

I trasformatori per circuiti ausiliari o di comando dovranno essere del tipo a doppio isolamento. Le caratteristiche generali sono di seguito riportate.



Denominazione	Caratteristiche
Esecuzione	a secco
Raffreddamento	naturale in aria
Avvolgimenti	separati
Tensione a primario	230V
Tensione a secondario	24V
Potenza nominale	100VA
Tensione di cortocircuito	≤4%
Isolamento	doppio o rinforzato
Schermo metallico	tra primario e secondario
Isolamento	classe E o superiore
Norme di riferimento	CEI EN 60742, CEI 96-2
Impiegabile nell'ambito della Norma	CEI EN 60204 -2
Da considerare la temperatura ambiente e quella all'interno del quadro o del contenitore	
Protezione minima	IP 20
Tensione di prova tra primario e secondario:	4 kV
Tensione di prova tra avvolgimenti e massa	2,5 kV
Tenuta di una tensione a vuoto senza superare i valori normali di temperatura	del +10%
Trasformatori per quadri in campo dovranno essere	tropicalizzati
La potenza di servizio continuo dei trasformatori	Da dimensionare a cura del costruttore dei quadri
Da parte del Costruttore deve essere indicato, tra i dati di targa del trasformatore, il tipo (e/o la taglia) dell'organo di protezione ed il punto in cui esso deve essere inserito, nonché la sua eventuale taratura.	

Tabella 54: Caratteristiche Tecniche Trasformatori per circuiti ausiliari

5.6.5 QUADRO POWER CENTER E SERVIZI AUSILIARI (Q.PC-SA)

Il quadro power center e servizi ausiliari trae alimentazione dal trasformatore MT/BT denominato TR-SA e alimenta l'intero sistema a 400V 3f+N 50Hz della CEB. È un quadro critico dotato di interruttori scatolati e modulari, dei sistemi di automazione per il comando delle luci esterne nonché dei sistemi di misura e monitoraggio connessi centralmente allo SCADA. Da esso derivano anche tutte le alimentazioni dell'impianto di illuminazione (esclusivamente dell'interno cabina) oltre che all'impianto meccanico dedicato al condizionamento del locale. Quest'ultimo comprende:

- Chiller dedicato al raffreddamento del convertitore di frequenza;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 170 di 319</div>

- Split per il condizionamento del locale supervisione e fotovoltaico;
- Condizionatori per il raffreddamento del locale quadri MT e convertitore;
- Alimentazione dei torrini di estrazione dell'aria;

Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:



Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	4
Tensione nominale	V	1000
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	1600
Corrente di corto circuito	kA	36
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Lamiera
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP30

Tabella 55: Caratteristiche Tecniche quadro Q.PC-SA

5.6.6 QUADRO DEI SERVIZI CMS (Q.SCMS)

Quadro dei servizi per il ricovero CMS, posizionato al di sotto del corrispondente ricovero e alimentato dal Q.PC-SA. Permette la gestione della ricarica del CMS oltre che alimentare le prese di servizio presenti. Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:

Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	1
Tensione nominale	V	500
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	63
Corrente di corto circuito	kA	6
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Isolante
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP65

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 171 di 319

Tabella 56: Caratteristiche Tecniche quadro Q.SCMS

5.6.7 QUADRO AUSILIARI PRESA (Q.AUX T.X.Y.)

Quadri ausiliari che gestiscono l'alimentazione degli ausiliari previsti per le prese in banchina, compreso l'alimentazione del sistema PLC integrato. I quadri, uno per ogni presa, sono alimentati direttamente dal Q.PC-SA. Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:



Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	1
Tensione nominale	V	500
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	160
Corrente di corto circuito	kA	16
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Isolante
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP65

Tabella 57: Caratteristiche Tecniche quadro Q.AUX T.X.Y.

5.6.8 QUADRO DI PARALLELO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO (Q.FV)

Quadro di parallelo dell'impianto fotovoltaico, collegato al QMT-20 kV attraverso un trasformatore da 0,63 MVA (rapporto di trasformazione 20/0,4 kV) permette lo scambio di energia con l'impianto fotovoltaico previsto a progetto. Da questo quadro derivano le nove partenze dedicate agli inverter, una dei quali gestisce la porzione di impianto presente in copertura alla CEB e le rimanenti l'impianto su pensilina. Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:

Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	1
Tensione nominale	V	1000
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	630
Corrente di corto circuito	kA	25
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Lamiera
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP30

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	

Pag. 172 di 319

Tabella 58: Caratteristiche Tecniche quadro Q.FV

5.6.9 QUANDO ILLUMINAZIONE (Q.ILL)

Quadro per l'illuminazione delle banchine, dell'area portuale e del piazzale IV Novembre. Alimenta l'interezza delle torri faro presenti nel porto oltre che a tutta l'illuminazione delle banchine dedicate al Cold Ironing (banchina 2 e banchina 3), quelle dedicate alla sosta di navi da diporto (banchina 4 e banchina 5), tutta l'area del piazzale IV Novembre e in fine l'illuminazione delle pensiline fotovoltaiche. Sarà predisposto per la futura alimentazione dedicata in bassa tensione. Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:

Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	1
Tensione nominale	V	500
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	250
Corrente di corto circuito	kA	16
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Lamiera
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP43

Tabella 59: Caratteristiche Tecniche quadro Q.ILL

5.6.10 QUADRO DIPORTO (Q.DIP)

Quadro che fungerà da alimentazione della colonnina da diporto trifase da 400 A che sarà posizionata all'interno della Banchina 4. Sarà predisposto per la futura alimentazione dedicata in bassa tensione. Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:

Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	1
Tensione nominale	V	500
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	630
Corrente di corto circuito	kA	16
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Lamiera
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP43



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	
		Pag. 173 di 319

Tabella 60: Caratteristiche Tecniche quadro Q.DIP

5.6.11 QUADRO DEI SERVIZI DEDICATI ALLE PENSILINE FOTOVOLTAICHE Q.SFV

Quadro dei servizi dedicati alle pensiline fotovoltaiche, alimentato direttamente dal Q.ILL permette l'alimentazione dell'impianto di illuminazione. Le caratteristiche principali di questo quadro sono le seguenti:

Caratteristica	u.m.	Valore
Numero scomparti	-	1
Tensione nominale	V	500
Tensione esercizio	V	400/230 Vac
Corrente nominale nelle sbarre	A	63
Corrente di corto circuito	kA	6
Frequenza	Hz	50
Sbarre	-	3F+N
Materiale	-	Isolante
Verniciatura	-	RAL 7035
Grado di protezione esterno	-	IP65



Tabella 61: Caratteristiche Tecniche quadro Q.SFV

5.7 RIFASAMENTO

A progetto è previsto l'inserimento di un sistema di rifasamento automatico idoneo per reti trifase a 400 Vac con elevato contenuto armonico in corrente, dotato di induttanze di blocco per la protezione dei condensatori da sovratensioni armoniche.

Il rifasatore dovrà essere conforme alle seguenti caratteristiche tecniche minime:

- Tensione nominale di esercizio: 400 Vac, 50 Hz;
- Tensione di isolamento: 690 Vac;
- Potenza di Rifasamento nominale: 175 kVAr;
- Condensatori: tipo autorigenerante, Heavy Duty, dotati di dispositivo antiscoppio e resistenza di scarica. Collegamento a triangolo con:
 - Tensione nominale 550V;
 - tensione massima 600V.
- Perdite dielettriche: $\leq 0,2$ W/kvar; totali $\leq 0,4$ W/kvar;
- Induttanze di blocco: nucleo in lamierino a cristalli orientati, avvolgimenti in alluminio impregnati in resina, con sonda termica per sovratemperatura.
- Regolatore automatico: tipo HPR6 o HPR12, misura varmetrica 4 quadranti, comando logico a microprocessore.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 174 di 319</div>

- Sistema di monitoraggio CCS: integrato, con visualizzazione remota dei parametri, invio e-mail di allarmi e archiviazione dati storici.
- Protezione: IP30/31 esterno, IP20 interno; protezioni da sovratensione, sovratemperatura, THDi e THDu elevati;
- Raffreddamento: ventilazione naturale.

Norme di riferimento:

- Condensatori: IEC/EN 60831-1 / 2 – certificazione IMQ;
- Apparecchiature: IEC/EN 61439-1 / 2, IEC/EN 61921;
- Compatibilità elettromagnetica: Direttiva 2014/30/CE;
- Sicurezza: Direttiva 2014/35/CE.

Installazione per interno, in ambienti con grado di inquinamento 1, temperatura -5/+40 °C, altitudine <1000 m s.l.m., posizione ben ventilata e protetta da irraggiamento solare.



5.8 GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' (UPS)

La presente specifica tecnica descrive le principali caratteristiche del Gruppo statico di continuità (UPS), e dei relativi sistemi ausiliari sintetizzabili in:

- Sistema statico di continuità (UPS) costituito gruppo con potenza riferita ad una temperatura di 40°C, e cos ϕ 0.99, con ingresso trifase 400 V 50Hz (neutro passante) e uscita trifase a 400 V 50Hz;
- Convertitore AC/DC con tecnologia IGBT;
- Commutatore statico;
- By-pass manuale;
- By-pass automatico;
- Batterie costituite da accumulatori stazionari, al piombo di tipo ermetico regolati a valvola.

Il tutto da fornire in opera completo e funzionante ed in accordo con le normative in vigore e approvazione di conformità.

Il sistema di continuità (UPS) in oggetto è impiegato in particolare per l'alimentazione di ausiliari BT. Il dimensionamento delle batterie è stato eseguito sulla base di quanto indicato negli elaborati di progetto e secondo le Norme tecniche applicabili. L'autonomia minima alla potenza di 15 kW risulta pertanto essere pari a 60 minuti. La Norma Europea EN 61000-2-2 impone un valore massimo della distorsione totale armonica di tensione dell'8%. Sulla base delle caratteristiche delle macchine a monte dell'UPS e le utenze alimentate acquistate, l'Appaltatore ha in onere gli eventuali filtri per rientrare nei valori di THDv. L' UPS dovrà essere dotato di sistema per la correzione automatica del fattore di potenza lato rete migliore di 0,9 ed il filtraggio delle armoniche. Deve essere previsto il dispositivo come prescritto dalla nuova normativa CEI 0-16 e CEI 11-20 (impianti di I e II categoria). Il sistema di continuità, nel caso di “ritorno d'energia”,



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 175 di 319</div>

dallo stesso (ad esempio per un guasto sui thyristors del by-pass statico) il flusso di energia verso l'impianto a monte deve essere bloccato.

In seguito le caratteristiche generali che dovrà avere l'UPS.

Caratteristiche Raddrizzatore		
Tensione nominale	(Vca)	400 trifase + N
Tolleranza sulla tensione al 100% del carico per non intervento da batteria	(Vca)	320 ÷ 480
Frequenza nominale (60 Hz selezionabile)	(Hz)	50
Tolleranza della frequenza	(Hz)	40 ÷ 72
Corrente d'ingresso massima	[A]	40
Fattore di potenza ingresso @ 100% del carico applicato	-	0.99
Distorsione armonica della corrente d'ingresso	(%)	≤3
Caratteristiche di uscita dell'inverter		
Tensione nominale	(Vca)	400 trifase + N
Frequenza nominale (60 Hz selezionabile)	(Hz)	50
Potenza apparente nominale	(kVA)	20
Potenza attiva con Fattore di Potenza da 0,9 induttivo a 0,9 capacitivo	(kW)	20
Stabilità statica	(%)	±0.5
Fattore di cresta del carico senza declassamento	-	3:1
Distorsione di tensione con carico lineare e distorcente (EN 62040-3)	(%)	< 1% con carico lineare ≤1.5% con carico distorcente
Distorsione della tensione di uscita con il 100% di carico non lineare come specificato nella Norma IEC/EN62040-3	(%)	≤3
Stabilità della frequenza di uscita con oscillatore interno	(%)	0,01
Sovraccarico inverter (@40°C)	[min] / [sec]	110% permanentemente 125% 60 min 150% 10 min 200% 60 sec > 200% 20 sec
Efficienza massima in funzionamento a batteria	[%]	96.4

Tabella 62: Caratteristiche generali UPS

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 176 di 319</p>

5.9 CAVI ELETTRICI

Nell'ambito della realizzazione dell'impianto previsto, l'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera di cavi elettrici per le installazioni ex-novo come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Tutti i cavi utilizzati dovranno essere in possesso di marcatura CE ed IMQ. I cavi dovranno inoltre rispondere ai requisiti previsti dal Regolamento CPR.

Il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR, Direttiva Europea 305/2011) è la legge europea che stabilisce i requisiti base e le caratteristiche essenziali armonizzate che tutti i prodotti progettati e realizzati per essere installati in modo permanente nelle opere di ingegneria civile devono garantire.

Il Regolamento è recepito a livello tecnico nella CEI 64-8 Variante V4 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V in corrente alternata”.



Dovranno essere rispettate le sezioni minime riportate sugli schemi unifilari di progetto allegati alla presente relazione. Le sezioni non potranno comunque essere inferiori a 1,5 mmq per i circuiti di illuminazione e 2,5 mmq per i circuiti forza motrice ed in particolare:

- La sezione del conduttore di neutro dovrà essere uguale a quella di fase fino a mmq 16 e pari alla sua metà per valori superiori ma con sezione minima di mmq16. Gli stessi valori dovranno essere rispettati per il conduttore di protezione se contenuto nel medesimo tubo o facente parte dello stesso cavo del conduttore di fase;
- Dove non specificatamente definito eventuali linee di derivazione degli impianti di illuminazione, linee di alimentazione corpi illuminanti, linee derivate da interruttori unipolari, deviatori ecc., dovranno avere una sezione di mmq 1,5. Eventuali linee di derivazione dalla dorsale alle prese 10/16 A dovranno avere una sezione minima di mmq 2,5.

I cavi dovranno essere identificati univocamente nei loro terminali mediante numerazione indicata dalle norme CEI 16-1 e 16-4. Tutti i conduttori dovranno essere in rame e contraddistinti dai colori prescritti dalle tabelle CEIUNEL 00722. Durante la posa dei conduttori si dovranno usare precauzioni per evitare il danneggiamento della guaina, dell'isolante e del conduttore stesso, che potrebbe compromettere il suo successivo funzionamento. In particolare:

- Il raggio di curvatura dei cavi non dovrà risultare inferiore ai valori indicati nelle norme CEI o nelle tabelle di unificazione CEI-UNEL relative a ciascun tipo di cavo. Dovranno inoltre essere rispettati i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore del cavo; si consiglia che il raggio minimo di curvatura R superi di almeno 12 volte il diametro D del cavo;
- Si dovrà avere cura che il coefficiente di riempimento dei tubi protettivi e dei canali portacavi sia inferiore a 0,7 e che sia agevole l'infilaggio e lo sfilaggio;
- Non sono ammesse giunzioni o derivazioni all'interno dei tubi.

Si ricorda che è consentita la posa di circuiti diversi in una sola conduttura (cavedio impianti) a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale presente più elevata.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 177 di 319</div>

5.9.1 CAVO TIPO RG26H1M16

Descrizione del cavo:

Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G26, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Caratteristiche tecniche:

- Anima: conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso;
- Semiconduttivo interno: elastomerico estruso;
- Isolante: miscela speciale di gomma ad alto modulo di qualità G26;
- Semiconduttivo esterno: Elastomerico estruso pelabile a freddo;
- Schermatura: a filo di rame rosso;
- Rivestimento interno: riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico;
- Guaina: Termoplastica speciale di qualità M16;
- Tensione nominale U0/U: 20/24 kV;
- Temperatura massima di esercizio: 105°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Temperatura massima di corto circuito: 140°C;
- Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo;
- Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1.

Condizioni di impiego:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze; particolarmente indicati nei luoghi con pericolo d'incendio, nei locali dove si concentrano apparecchiature, quadri e strumentazioni dove è fondamentale la loro salvaguardia. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammessa la posa interrata, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011/UE e Norma EN 50575: il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.


5.9.2 CAVO TIPO RG16H1R12

Descrizione del cavo:

Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Caratteristiche tecniche:

- Anima: conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso;
- Semiconduttivo interno: elastomerico estruso;
- Isolante: miscela speciale di gomma ad alto modulo di qualità G16;
- Semiconduttivo esterno: Elastomerico estruso pelabile a freddo;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 178 di 319</div>

- Schermatura: a filo di rame rosso;
- Guaina: Termoplastica speciale di qualità R12;
- Tensione nominale U0/U: 3.6/6 kV;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- Raggio minimo di curvatura: 14 volte il diametro esterno massimo;
- Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1.

Condizioni di impiego:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art.4.3.11 della norma CEI 11-17.

5.9.3 CAVO TIPO FG16R16 / FG16(O)R16

Descrizione del cavo:



Cavo unipolare/multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Temperatura minima di posa: 0°C;
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°;
- Sforzo Massimo di trazione: 50 N/mm²;
- Raggio minimo di curvature: 4 volte il diametro esterno massimo;
- Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3.

Condizioni di impiego:

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi simili. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 179 di 319</div>

5.9.4 CAVO TIPO FG29OHM16

Descrizione del cavo:

Adatto per il collegamento tra i sensori e il controllo dei sistemi di rivelazione incendio quando sono richieste caratteristiche speciali come: resistenza al fuoco, ridotta emissione di fumo opaco, ridotta emissione di gas tossici e corrosivi e priva di alogeni.

Caratteristiche tecniche:

- Conduttore: rame rosso ricotto;
- Isolamento: gomma siliconica mix speciale – Tipo 29;
- Separatore: nastro di plastica;
- Schermatura: nastro PETP su filo di drenaggio in rame stagnato;
- Guaina esterna: termoplastica Low Smoke, Halogen Free – LSZH – Tipo M16;
- Tensione nominale U0/U: 100/100 V;
- Tensione di prova: 2000 V;
- Temperatura massima di esercizio: 180°C;
- Temperatura minima di esercizio: -30°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Raggio minimo di curvature: 8 volte il diametro esterno massimo;
- Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1.

Condizioni di impiego:

Possono essere utilizzati per i collegamenti degli apparati dei sistemi fissi automatici di rivelazione e segnalazione manuale allarme d'incendio, collegati o meno ad impianti d'estinzione o ad altro sistema di protezione (sia di tipo attivo che di tipo passivo), destinati ad essere installati in edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso. Idonei negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio come strutture sanitarie, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere, palestre e centri sportivi. Alberghi, pensioni, motel, villaggi, residenze turistico - alberghiere. Scuole di ogni ordine, grado e tipo. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24m. (Rischio medio)



5.9.5 CAVO TIPO H1Z2Z2-K

Descrizione del cavo:

I cavi H1Z2Z2-K – 1000ac/1500dc V sono cavi unipolari flessibili per interni e cablaggi, isolati con PVC di qualità S17.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale U0/U: 450/750 V;
- Tensione di prova: 1000 V;
- Temperatura massima di esercizio: 70°C;
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Raggio minimo di curvature: 4 volte il diametro esterno massimo;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 180 di 319</div>

- Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3.

Condizioni di impiego:

Cavi indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi simili. Resistenti all'ozono secondo EN 50396. Resistenti ai raggi UV secondo HD605/A1. Cavo testato per durare nel tempo secondo la EN 60216 Interpretazione norma Temperatura in uso continuo 120°C per 20.000 h (=2,3 anni) temperatura in uso continuo 90°C(=30 anni) . Adatti anche per posa interrata diretta o indiretta. Per alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo.

5.9.6 CAVO TIPO FS17

Descrizione del cavo:

I cavi FS17 – 450/750 V sono cavi unipolari flessibili per interni e cablaggi, isolati con PVC di qualità S17.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale U0/U: 450/750 V;
- Tensione di prova: 1000 V;
- Temperatura massima di esercizio: 70°C;
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Raggio minimo di curvature: 4 volte il diametro esterno massimo;
- Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3.

Condizioni di impiego:

I cavi FS17 sono particolarmente indicati per installazione entro tubazioni in vista o incassate o anche sistemi chiusi simili, in ogni caso solo all'interno di edifici.



Per Installazione fissa all'interno di apparecchi di illuminazione o apparecchiature di interruzione e di comando. In questo caso è consentito l'utilizzo per tensioni fino a 1000 V in c.a. e 750 V in c.c. in rapporto alla terra. Per installazioni a rischio di incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C. Cavo non adatto per la posa all'esterno.

5.10 MATERIALI ACCESSORI PER DISTRIBUZIONE DI IMPIANTO

5.10.1 TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI

Per tutti gli impianti, compresi quelli a tensione ridotta, è consentito soltanto l'impiego di tubazioni contemplate nelle vigenti tabelle UNEL, di acciaio smaltato a lembi saldati, o di tipo Mannesman, o di materiali plastici, ferme restando le esclusioni di impiego per taluni degli anzidetti tipi, nella realizzazione di impianti specifici.

Allo scopo di meglio definire le caratteristiche delle tubazioni e delle canalizzazioni che potranno essere installate, in funzione delle indicazione degli elaborati grafici, si riporta di seguito un elenco delle principali caratteristiche di dette apparecchiature. Si ricorda che le tubazioni ed i sistemi di tubazioni portacavi per

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 181 di 319</div>



installazioni elettriche dovranno essere realizzati conformemente alle prescrizioni indicate nelle Norme relative CEI EN 50086-1 / CEI 23-39. In particolare:

Le tubazioni protettive flessibili in PVC ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norme CEI 23-83 e la loro installazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui alla Norma CEI EN 61386-21 / CEI 23-81. Le tubazioni che saranno utilizzate:

- dovranno avere carico minimo di schiacciamento sopportabile di 450 N su 5 cm a 20 °C (serie pesante);
- dovranno avere superato la prova di urto a freddo (-5 °C) con martello di massa variabile con il diametro, previo condizionamento a 60 °C;
- il raggio minimo di curvatura dovrà essere pari a tre volte il diametro esterno;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla temperatura per 24 ore alla temperatura di 60 °C;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla fiamma autoestinguendosi in meno di 30 secondi;
- dovranno avere spessore tale da resistere alla tensione di 2000 V a 50 Hz applicata per un tempo non inferiore a 15 minuti;
- la resistenza di isolamento, misurata con una tensione di 500 V applicata per un minuto, dovrà risultare di almeno 100 MOhm.

Le tubazioni protettive pieghevoli in PVC ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norme CEI 23-82 e la loro installazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui alla Norma CEI EN 61386-21 / CEI 23-81. Le tubazioni che saranno utilizzate:

- dovranno avere carico minimo di schiacciamento sopportabile di 450 N su 5 cm a 20 °C (serie pesante) con riduzione del diametro fino al 50%;
- dovranno aver superato la prova di rinvenimento verificata mediante il passaggio di un opportuno calibro all'interno del tubo;
- dovranno avere superato la prova di urto a freddo (-5 °C) con martello di 1 Kg da 40 cm di altezza, previo condizionamento a 60 °C;
- il raggio minimo di curvatura a -5 °C dovrà essere pari a tre volte il diametro esterno;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla temperatura per 24 ore alla temperatura di 60 °C mediante pressione di 2 Kg trasmessa da un tondino di acciaio;
- dovranno avere spessore tale da resistere alla tensione di 2000 V a 50 Hz applicata per un tempo non inferiore a 15 minuti;
- la resistenza di isolamento, misurata con una tensione di 500 V applicata per un minuto, dovrà risultare di almeno 100 MOhm;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 182 di 319</p>



- dovranno aver superato la prova di resistenza alla fiamma autoestinguendosi in meno di 30 secondi.

Le tubazioni protettive rigide, filettabili e non, in materiale termoplastico autoestinguente (PVC autoestinguente) ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norme CEI 23-81 e la loro installazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui alla Norma CEI EN 61386- 21 / CEI 23-81. Le tubazioni che saranno utilizzate:

- dovranno avere carico minimo di schiacciamento sopportabile di 450 N su 5 cm a 20 °C (serie pesante); dovranno avere superato la prova di urto a freddo (-5 °C) con martello di massa variabile con il diametro;
- prova di curvatura a -5 °C con molla piegatubi in acciaio previo condizionamento a 60 °C;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla temperatura mediante pressione di una sfera per 1 ora a 60 °C;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla fiamma autoestinguendosi in meno di 30 secondi;
- dovranno avere spessore tale da resistere alla tensione di 2000 V a 50 Hz applicata per un tempo non inferiore a 15 minuti;
- la resistenza di isolamento, misurata con una tensione di 500 V applicata per un minuto, dovrà risultare di almeno 100 MOhm.

Le tubazioni protettive rigide in materiale termoplastico autoestinguente a bassa emissione di alogeni ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norme CEI 23-81 e CEI 20-37 e la loro installazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui alla Norma CEI EN 61386-21 / CEI 23-81. Le tubazioni che saranno utilizzate:

- dovranno avere carico minimo di schiacciamento sopportabile di 450 N su 5 cm a 20 °C (serie pesante);
- dovranno avere superato la prova di urto a freddo (-5 °C) con martello di massa variabile con il diametro previo condizionamento a 60 °C;
- prova di curvatura a -5 °C con molla piegatubi in acciaio;
- dovranno avere spessore tale da resistere alla tensione di 2000 V a 50 Hz applicata per un tempo non inferiore a 15 minuti;
- la resistenza di isolamento, misurata con una tensione di 500 V applicata per un minuto, dovrà risultare di almeno 100 MOhm;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla fiamma autoestinguendosi in meno di 30 secondi (Norma CEI 23-81);

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 183 di 319</div>

- prova di infiammabilità IEC 695-2-2 V1 secondo UL 94 850 °C secondo IEC 695-2-1;
- prova di reazione al fuoco Cat. I secondo CSE RF 1/75/A Cat. II secondo CSE RF 3/77 classe 2 secondo DM del 26/6/84;



Le guaine isolanti spiralate (termoplastiche a base di PVC autoestinguente) ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norme CEI 23-39 e la loro installazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui alla CEI EN 61386-21 / CEI 23-81. Le guaine che saranno utilizzate:

- dovranno avere carico minimo di schiacciamento sopportabile di 320 N su 5 cm a 20 °C (serie leggera);
- dovranno avere superato la prova di urto a freddo (-5 °C) con energia d'urto 2 Joule;
- dovranno avere superato la prova di curvatura a -5 °C con 500 flessioni a 90° alternate;
- dovranno avere superato la prova di cedimento a caldo per 24 ore a 60° senza alterazioni;
- dovranno avere superato la prova di resistenza alla temperatura DF: -20 °C +70 °C DFT: -20°C +90 °C;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla fiamma autoestinguendosi in meno di 30 secondi (VO secondo UL 94);
- dovranno avere spessore tale da resistere alla tensione di 2000 V a 50 Hz applicata per un tempo non inferiore a 15 minuti.

Le guaine isolanti lisce (termoplastiche a base di PVC autoestinguente) ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norme CEI 23-39 e la loro installazione dovrà rispettare le prescrizioni di cui alla CEI EN 61386-23 / CEI 23-83. Le guaine che saranno utilizzate:

- dovranno avere superato la prova di urto a freddo (-5 °C) con energia d'urto 2 Joule;
- dovranno avere superato la prova di curvatura a 0 °C con raggio di curvatura pari a 3 volte il diametro esterno;
- dovranno aver superato la prova di resistenza alla fiamma autoestinguendosi in meno di 30 secondi;
- dovranno avere spessore tale da resistere alla tensione di 2000 V a 50 Hz applicata per un tempo non inferiore a 15 minuti;
- dovranno avere la resistenza di isolamento, misurata con una tensione di 500 V.

Le tubazioni protettive in acciaio zincato od in acciaio inox filettabile e non, ed i loro accessori (raccordi con grado di protezione IP67) che verranno installati dovranno essere realizzate secondo le Norma CEI 23-39 e CEI 23-81. Potranno essere utilizzati come conduttori di protezione solo se installati con appositi raccordi a Marchio IMQ. Potranno essere installate tubazioni ad innesto rapido complete di raccordi con grado di protezione IP67. Tali raccordi e le ghiera di fissaggio dovranno essere conformi alle Norma UNI.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 184 di 319</div>

I cavidotti isolanti corrugati ed i loro accessori per posa interrata che verranno installati dovranno essere realizzati secondo la Norma NF C 68-171. Le caratteristiche tecniche sono determinate tramite prove realizzate conformemente alla Norma di cui sopra. Le tubazioni che saranno utilizzate:



- dovranno avere carico minimo di schiacciamento sopportabile di 450 N per 10 minuti con una deformazione inferiore al 10% del diametro iniziale;
- dovranno avere superato la prova di resistenza all'urto (-25 °C) con martello di massa 1Kg da un'altezza di 60 cm;
- dovranno avere superato la prova di resistenza alla perforazione (-15 °C) con martello di massa 600g da un'altezza di 75 cm;
- dovranno aver superato la prova di piegatura secondo le Norma NF C 68-171;
- dovranno essere caratterizzati da una temperatura minima di trasporto non superiore a -25 °C;
- dovranno essere caratterizzati da temperatura minima di stoccaggio non superiore a -25 °C;
- dovranno essere caratterizzati da una temperatura minima di posa non superiore a -15 °C.

I canali portacavi in materiale plastico isolante autoestinguente ed i loro accessori che verranno installati dovranno essere realizzati secondo la Norma CEI 23-32 e CEI 23-104 (ad uso portacavi e portapparecchi a parete) – utilizzo in cabina 74bis. Tali canali dovranno essere realizzati in modo da rispettare le caratteristiche tecniche riportate sotto:

- grado di protezione IP40 secondo la Norma CEI EN 60529 / CEI 70-1;
- smontabilità del coperchio e degli accessori (applicazione traversine di irrigidimento fianchi a 50 cm una dall'altra);
- grado di resistenza meccanica all'urto determinato tramite prova con energia d'urto di 2 Joule a temperatura ambiente;
- resistenza al calore 60 °C 2 °C;
- resistenza al calore normale e alla propagazione alla fiamma con autoestinzione in meno di 30 secondi effettuando la prova direttamente con becco Bunsen su canale e coperchio;
- resistenza al calore anormale ed al fuoco degli accessori effettuando la prova con filo incandescente a 650 °C; ed 850 °C richiesta dalla Norma CEI 64-8 Sez. 751 “Ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

I canali metallici e le passerelle portacavi in acciaio zincato (Norma CEI 23-104) dovranno essere costituiti con acciaio di laminazione Fe P01/G. Ciascuno dei componenti stessi deve essere fornito con uno dei seguenti trattamenti superficiali:

- zincatura a caldo Sendzimir, prima della lavorazione, di grado Z 275;
- zincatura (come sopra) più verniciatura con resine epossidiche;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 185 di 319</div>

- ove sia richiesta una particolare protezione dagli agenti corrosivi potrà essere praticato il trattamento di:
 - zincatura a caldo per immersione (dopo la lavorazione) secondo Norma CEI 7-6 o tabella UNI 5744, classe C.

La zincatura dovrà essere realizzata con strato di zinco con bobina a passaggio continuo. Le viterie di connessione meccanica e/o elettrica saranno di acciaio - precisamente conformi a tabella UNI 3740, “passo grosso”, “classe 5,8 (5S)” - zincate elettroliticamente. Le eventuali piastrine di collegamento elettrico saranno di rame elettrolitico semicotto nichelate elettroliticamente.

Gli spessori utilizzati per le lamiere sono:

- canali/passarelle 1 mm;
- accessori 1 mm;
- coperchi 0,8 mm.

La bordatura dovrà essere realizzata con particolare sagomatura per la maggior tenuta a sforzi meccanici rendendo i coperchi autoreggenti. Dovranno essere installate inoltre viti a testa bombata e dadi con flangia zigrinata al centro di ogni estremità dei vari elementi e viti a testa esagonale al centro di ogni estremità maschia del coperchio per assicurare la continuità elettrica del sistema.

Le passerelle dovranno essere perforate con asole simmetriche che incidano in misura non oltre il 15% della superficie del fondo. Il complesso dei costituenti la canalizzazione deve:

- resistere alle possibili sollecitazioni d'urto, secondo modalità ed intensità determinate dalla Norma CEI 23-104;
- resistere alle regolari condizioni di carico, nel senso di non subire deformazioni superiori a quelle ammesse dalla Norma CEI 23-104.



5.10.2 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE

Le scatole e le cassette di derivazione a parete saranno realizzate in contenitori stagni adatti per la derivazione, la connessione ed il fissaggio di apparecchiature elettriche ed elettroniche. Dove richiesto saranno installate in modo da garantire il doppio isolamento (Norma CEI EN 60439-1 / CEI 17- 13/1), a tal scopo non saranno attraversate da parti conduttrici suscettibili di trasferire all'interno una tensione di guasto. Sono impiegabili in ambienti con grado di inquinazione 3 (per impieghi più gravosi si vedano le relative Normative). Le cassette ed i contenitori saranno conformi alla Norma CEI C.431.

All'interno di tali cassette potranno essere realizzate derivazioni utilizzando morsettiere che dovranno essere conformi alle Norme CEI 23-20 e CEI 23-21. Il grado di protezione potrà essere IP40, IP44, IP55 o IP56 secondo i luoghi di installazione specifici.

Dovrà essere realizzata la prova di reazione al fuoco che, secondo le indicazioni delle Norme riportate sopra, dovrà dare i seguenti risultati:

- prova filo incandescente 960 °C oppure 750 °C;
- prova di pressione con biglia 70 °C oppure 120 °C;
- autoestinguenza Classe V0 oppure Classe V2.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 186 di 319</p>

Dovrà essere realizzata la prova di resistenza agli urti con energia d'urto 6 Joule;

L'installazione delle apparecchiature dovrà poter essere effettuata tra -25 °C e + 60 °C. Le scatole di derivazione che saranno installate potranno essere di varie forme e dimensioni: circolari, rettangolari o quadrate a coperchio alto e rettangolari o quadrate a coperchio basso. Per il fissaggio delle tubazioni o dei cavi attestantisi alle scatole dovranno essere utilizzati degli appositi raccordi aventi differenti gradi di protezione a seconda dei locali di installazione e comunque delle specifiche richieste di Capitolato.

I tipi di raccordi che possono essere installati sono:

- raccordi tubo cassetta IP66, IP44;
- passacavi IP55;
- raccordi per canalina IP40;
- pressacavi IP66;
- pressacavi con alloggiamento per tubo rigido IP66.

Le scatole di derivazione che saranno installate potranno essere di varie dimensioni secondo le indicazioni del progetto.

Le cassette o le scatole metalliche devono essere trattate con vernice antiruggine prima della verniciatura di rifinitura.

Per il sistema di fissaggio dei coperchi alla cassetta è preferibile quello a viti. Per l'impiego di scatole o cassette stagne, dovranno essere metalliche di fusione, ovvero in materiali plastici di tipo cosiddetto infrangibile od antiurto. I relativi morsetti devono essere su basi in ceramica o materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche.

Le scatole di derivazione a parete in lega di alluminio primaria pressofuso (UNI 3051, 3599, 4514) e piastra di fondo in acciaio zincato, saranno realizzate in contenitori con grado di protezione IP55 adatti per la derivazione e la connessione delle linee elettriche. Dovranno essere fornite burattate e sbavate, con pareti completamente chiuse e coperchio avvolgente. Saranno complete di viti per il fissaggio del coperchio e di una vite di messa a terra, con guarnizione di gomma atta a garantire il grado di protezione di cui sopra.

5.10.3 MORSETTI DI GIUNZIONE



Le derivazioni dalle linee principali di alimentazione delle varie utenze dovranno essere realizzate entro le scatole descritte al capitolo precedente. E' fatto espresso divieto di realizzare derivazioni entro tubi, canali o passerelle. Non saranno inoltre accettate derivazioni realizzate tramite nastratura anche se realizzate all'interno di scatole di derivazione. E' buona norma che giunzioni e cavi all'interno delle scatole di derivazione non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa. Non sono in ogni caso ammessi morsetti del tipo Mammuth se non specificatamente approvati nel tipo e nella posa dalla D.L..

Fino a conduttori di sezione 6 mmq si consiglia l'uso di morsetti volanti per cassette di derivazione conformi alle Norme CEI EN 60998-1 / CEI 23-20 e CEI EN 60998-2-1 / CEI 20-21.

Le parti in tensione dei morsetti dovranno risultare non accessibili al dito di prova (IP20), l'involucro dovrà essere trasparente per una perfetta visione della derivazione.

I morsetti utilizzati non dovranno accogliere ognuno un numero di cavi superiore a quanto riportato nelle Norme CEI 23-20 e CEI 23-21. In caso di un numero elevato di conduttori da collegare, potranno essere utilizzati morsetti di derivazione doppi.

I morsetti utilizzati per la derivazione da montanti di linee principali aventi sezioni dei conduttori superiori o uguali a 25 mmq, dovranno essere dotate di asola per il fissaggio al fondo della scatola del morsetto e di indicazione del conduttore (fase, neutro o PE) da collegare.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 187 di 319</p>

In ogni caso dove le sezioni dei conduttori superino i 6 mmq si consiglia l'installazione di morsettiere fisse in materiale ceramico o in poliammide.

Le morsettiere che dovranno essere utilizzate, saranno realizzate con morsetti aventi le caratteristiche descritte di seguito e comunque conformi alle Norme CEI 17-48 e CEI 17-62.

5.10.4 SCATOLE PER COMANDI E PRESE DI ENERGIA

Le scatole di contenimento dei comandi e delle prese di corrente devono essere metalliche o di robusto materiale isolante, escluso il legno, e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Debbono inoltre essere adatte al fissaggio inamovibile dei frutti mediante viti. Le scatole potranno essere posate dove necessario con appositi inserti di fissaggio in metallo od in plastica. Potranno essere di differenti dimensioni atte comunque a contenere le apparecchiature previste in progetto. Durante la posa delle scatole dovrà essere prestata particolare attenzione a non arrecare danni di natura meccanica alle scatole stesse ed a permettere la posa all'interno di esse dei frutti descritti nel capitolo successivo.

Il fissaggio del gruppo apparecchi-supporto al contenitore dovrà avvenire con viti, gli imbocchi per i cavi od i tubi sarà realizzato attraverso prefratture di dimensioni 19-24 mm, la protezione dai contatti accidentali sarà assicurata da un diaframma isolante (supporto e sottoplaacca). Dovrà essere garantito il grado di protezione almeno IP41. Ove le scatole siano di materiale conduttore dovranno essere collegate al conduttore di protezione della linea elettrica.

5.10.5 COMANDI E PRESE DI ENERGIA

Gli apparecchi di comando (Norma CEI 23-9) dovranno avere superato le prove di cui alla relativa Norma. Gli apparecchi di comando per usi domestici e similari dovranno essere adatti a funzionare alla tensione di 250V a 50Hz sinusoidale con morsetti posteriori e dovranno poter essere collegati con conduttori di sezione massima 4mmq. Gli apparecchi potranno essere interruttori, deviatori, invertitori e pulsanti con comando a bilanciere a tasto normale o luminoso o a tirante (solo pulsanti).

Le prese a spina (Norma CEI 23-34 e CEI 23-50 per usi domestici e similari, Norma CEI EN 60309-1 / CEI 23-12 per usi industriali) aventi corrente nominale superiore a 16A devono essere dotate di dispositivo di comando; sarà possibile installare prese a spina per uso domestico e similare anche in quegli ambienti dove non sia previsto un esercizio gravoso con forti urti e vibrazioni. Si raccomanda inoltre che l'asse di inserzione risulti distanziato dal piano di calpestio di almeno:



- 175 mm se a parete (con montaggio incassato o sporgente);
- 40 mm se da torrette o calotte (sporgenti dal pavimento).

Nel caso di torrette o calotte (sporgenti dal pavimento) e di scatole (affioranti dal pavimento), si raccomanda che il fissaggio al pavimento assicuri almeno il grado di protezione IP52. Il grado minimo di protezione di cui sopra non si riferisce all'applicazione particolare su pavimenti sopraelevati o riportati (a pannelli accostati) per la cui pulitura non si prevedono spargimenti di liquidi. I gradi di protezione sopra indicati si intendono con spine sia inserite che disinserite. Per le sezioni d'impianto incassate devono adottarsi i frutti della serie da incasso scelta, mentre per le sezioni "a vista" devono essere adottati i normali tipi in scatola metallica di fusione o quelli con custodia in materiali plastici antiurto, con imbocco a pressacavo e contatti sempre su materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche.

Le prese che saranno utilizzate si distinguono quindi per usi domestici e similari ed in prese per usi industriali:

Le prese per uso terziario e similari che potranno essere installate devono avere superato le prove di resistenza al fuoco ed al calore anormale per quel che riguarda le parti isolanti e sono dei seguenti tipi:

- 2P+T 16A bivalente;
- 2P+T 16A tipo UNEL;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 188 di 319</div>

Ognuno dei tipi di prese elencate sopra potrà essere dotato di sezionatore bipolare di comando da installare nella stessa scatola da incasso.

Le prese per gli impianti speciali dovranno essere conformi alle relative Normative e potranno essere:

- prese telefoniche;
- connettori telefonici e dati RJ45.

Le prese per usi industriali che potranno essere installate saranno del tipo con interruttore di blocco o senza e dovranno avere superato le prove di cui alle relative Norme. Potranno essere utilizzate prese entro quadretti precablati dal costruttore (Norma CEI EN 60439-3) oppure prese separate assemblate secondo le esigenze dalla Ditta Installatrice. Nella fase di cablaggio di quadretti prese da parte della Ditta installatrice dovranno essere rispettate le prescrizioni del costruttore al fine di garantire le caratteristiche tecniche prerogativa di una perfetta installazione a regola d'arte.

Le prese potranno essere a tensione industriale o con trasformatore di sicurezza a 24 V con fusibili di protezione lato primario e secondario e grado di protezione IP44. Le prese a tensione industriale potranno essere di tipo orizzontale o verticale e potranno essere adatte all'allacciamento dei seguenti conduttori:

- 2P+T;
- 3P+T;
- 3P+N+T.

Avranno corrente nominale di 16A, 32A.

Il grado di protezione che dovrà comunque essere garantito in fase di installazione delle prese (o quadretti) potrà essere, in funzione del locale e delle prescrizioni progettuali, IP44, IP55, IP56, IP67. Dove necessario l'interblocco dovrà impedire l'inserzione o l'estrazione della spina dalla presa in presenza di tensione. Non sarà ammesso nessun tipo di installazione che causi l'eliminazione di tale protezione.

In tutte le installazioni di prese di ogni tipo non sarà ammessa l'inserzione di più spine nella stessa presa (utilizzo di prese multiple).


5.10.6 ESECUZIONE DEI CIRCUITI

Nella scelta e nella messa in opera delle condutture si devono tenere in considerazione le prescrizioni tecniche riguardanti i materiali utilizzati riportate nei capitoli precedenti.

I tipi di pose ammesse in funzione delle varie situazioni devono essere in accordo le Tabelle 52A, 52B, 52C, della Norma CEI 64-8 in cui vengono riassunte le tipologie di esecuzione dei circuiti ammesse.

I conduttori che verranno infilati nell'una o nell'altra soluzione dovranno essere sempre del tipo isolato; inoltre le canalizzazioni dovranno sempre completare il percorso senza mai lasciare alcun tratto di conduttore scoperto. In tutti i circuiti, i conduttori, sempre di tipo flessibile, dovranno essere sfilabili dalle tubazioni, perciò posti in opera dopo che le canalizzazioni siano state murate sotto intonaco o sotto pavimento, oppure sia stato completato il percorso “a vista”.

Non saranno accettate le installazioni con posa nelle stesse condutture di circuiti aventi differenti categorie di valori di tensione, che non siano isolati per la tensione più elevata presente tra parti attive. In tal caso dovranno essere previste condutture separate o setti di separazione all'interno di canali o tubazioni. Tale separazione dovrà essere mantenuta per tutto il tratto della condutture anche all'interno degli utilizzatori

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 189 di 319</div>

eventualmente alimentati da entrambe le linee (tale prescrizione vale anche per i servizi di sicurezza alimentati da gruppi di continuità).

Le tubazioni saranno perfettamente verticali nei tratti ascendenti e discendenti, orizzontali nei tratti piani, avendo cura di ottenere una leggera pendenza per il drenaggio delle eventuali condense. Particolarmente curato sarà l'ingresso dei tubi nelle cassette di derivazione in modo da evitare ogni possibilità di danneggiamento al rivestimento dei conduttori per effetto dello scorrimento dei cavi stessi. I tubi in materiale plastico o metallico, pertanto, avranno le estremità lisciate in modo da togliere ogni sbavatura. Si precisa che la potenza prevista, sia per il servizio luce che per quello F.M. sarà frazionata per ogni quadro, in vari circuiti protetti da adeguati interruttori, in modo da ottenere la massima funzionalità di esercizio e manutenzione.

5.10.7 GIUNTI A “I” PER CAVI MT

Giunti ibridi passanti adatti per tutti i cavi isolati polimerici a 1 nucleo (PVC, PE, XLPE, EPR). Consentono la connessione di cavi con diverse sezioni trasversali e materiali conduttori, anche con diverse tecnologie per lo strato semiconduttivo del cavo (rivestimento in grafite, removibile o spellabile) e design dello schermo (schermo a filo di rame o nastro). Con connettore a vite.

Applicazioni e idoneità

- Interno;
- Esterno;
- Sotterraneo;
- Acqua;
- Condotti di installazione;
- Canali di ventilazione.

Caratteristiche tecniche

- Livello di tensione: U0/U (Um) 6/10 (12) kV - 19/33 (36) kV;
- Sezioni cavo applicabili: da 95mmq a 400 mmq;
- Lunghezza giunto: 600 mm (da 95mmq a 240mmq) e 700 (da 240mmq a 400mmq);
- Grado di protezione: IP68.



Standard di prova

CENELEC HD 629.1 (DIN VDE 0278, parte 629-1)

5.11 IMPIANTO DI TERRA

5.11.1 COMPONENTI DELLA RETE DI TERRA

Fermo restando i richiami alle norme CEI ed alle leggi in materia antinfortunistica devono essere osservate le seguenti disposizioni:

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 190 di 319</p>

- tutti gli utilizzatori comunque asserviti alle sorgenti di energia elettrica avranno le masse metalliche collegate al circuito di terra tramite conduttori con isolamento giallo-verde di tipo armonizzato;
- la rete di terra farà capo a pozzetti ispezionabili in corrispondenza ai dispersori che verranno infissi nel terreno ad una adeguata profondità in modo da non risentire degli effetti di asciugamento o congelamento del terreno e conseguente riduzione della conducibilità. Il valore della resistenza di terra dovrà essere tale da garantire i valori richiesti dal dimensionamento dell'impianto.

. I dispersori possono essere costituiti da:

- nastri, corde;
- conduttori nello scavo di fondazione;
- ferri di armatura del calcestruzzo;
- altre strutture adatte allo scopo (Norma CEI 64-8 Articoli 542.2.5-6).

Durante la posa dovrà essere prestata particolare attenzione a che mutazioni delle condizioni del terreno non aumentino la resistenza di terra del dispersore al di sopra del valore richiesto. Per la realizzazione del dispersore si consiglia l'utilizzo di rame, acciaio rivestito di rame o materiali ferrosi zincati.

I valori minimi accettabili per le dimensioni dei dispersori in terreni non particolarmente aggressivi sono dati dalla Tabella riportata nei Commenti all'Art. 542.2.3 e 542.2.4 della Norma CEI 64-8.

Tutti i materiali dell'impianto di terra dovranno essere tali da assicurare una efficienza duratura nel tempo in relazione alle azioni di deperimento legate alle condizioni ambientali dei vari componenti, dovranno avere dimensioni tali che l'impulso termico provocato dalle eventuali correnti di guasto sia limitato al di sotto dei valori tollerabili in modo da non arrecare danno ai componenti ed alle giunzioni in modo particolare.

5.12 APPARECCHIATURE IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI


La fornitura e posa in opera delle varie tipologie di apparecchiature per gli impianti di rivelazione incendi previste dal progetto deve comprendere ogni onere ed accessorio per consegnare l'opera indicata, perfettamente eseguita a regola d'arte ed idonea alle funzioni richieste secondo buona norma e consuetudine. Dovranno essere compresi il montaggio di ogni elemento, il montaggio e fissaggio di ogni accessorio in dotazione, il cablaggio a regola d'arte secondo la circuitistica e l'architettura prevista dal progetto.

In caso di rivelazione di un incendio, il sistema di condizionamento verrà spento dal sistema di supervisione.

5.12.1 CENTRALINA DI RIVELAZIONE INCENDI

Centrale di rivelazione incendio ad intelligenza distribuita con microprocessore RISC predisposta per l'installazione di 4 linee espandibili sino a 32 tramite sette ulteriori box aventi ciascuno capacità massima di 4 linee collegati su di una linea Can Bus ad anello chiuso.

La centrale è dotata di display touchscreen a 7" retroilluminato a led. Sulla linea CanBus possono essere collegati sino a 7 display, questi permettono la gestione e la supervisione dell'intero sistema e potranno essere installati sia sul campo che sui singoli box.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 191 di 319



Ciascun box potrà avere dei terminali di ripetizione, collegato alla seriale RS485 di un singolo box, per la visualizzazione dei punti collegati a quest'ultimo. Possibilità di stampare gli eventi tramite interfaccia da installare su uno dei box oppure di salvarla su chiave USB connettendosi sulla porta posta sul display principale.

Caratteristiche tecniche

- Certificato CPR in accordo alla normativa EN 54 parte 2 e 4;
- Possibilità di collegare le linee a stella o ad anello chiuso;
- Porta USB 2.0 per aggiornamento firmware, upload e download dei file di programmazione;
- 1 uscita seriale RS485 per collegare sino a 16 pannelli remoti generali o 16 parziali;
- display touchscreen 7" TFT 800 x 480 pixel a 65.000 colori con retroilluminazione a led regolabile;
- quattro livelli d'accesso come richiesto dalla normativa EN54-2;
- scritte programmabili: descrizione punto e zona a 32 caratteri;
- equazioni di controllo (CBE) per attivazioni con operatori logici (AND-OR-DEL-ecc.);
- auto programmazione delle linee con riconoscimento automatico del tipo dei dispositivi collegati;
- riconoscimento automatico di punti con lo stesso indirizzo;
- algoritmi di decisione per i criteri di allarme e guasto;
- cambio automatico sensibilità Giorno/Notte;
- segnalazione di necessità di pulizia dei rivelatori;
- segnalazione di scarsa sensibilità sensori;
- soglia di Allarme dei rivelatori programmabile;
- programmazione di funzioni software predefinite per diversi dispositivi in campo;
- funzioni di test automatico dell'impianto e walk test manuale;
- comando di evacuazione;
- comando d'azzeramento ritardi;
- comando tacitazione ronzatore;
- comando tacitazione sirene;
- comando ripristino.

Specifiche tecniche

Ingresso rete	230 Vca +/- 15% +10%/60 50Hz
Tensione nominale del sistema	da 19 a 29 Vcc
Alimentatore	4A 27,6 Vcc
Corrente di ricarica	1 A per accumulatori sino a 18Ah
Uscite controllate per sirene	1 uscita 30Vcc 1 A

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 192 di 319</div>

Uscite utenze esterne	28Vcc 1,5A
Uscita relè di allarme	contatto di scambio 30Vcc 2A
Uscita relè di guasto	contatto di scambio 30Vcc 2A
Uscite User1 e 2	contatto di scambio 30Vcc 2A
Uscite seriali	1 x RS485 standard
Comunicazione	1x Ethernet (TCP/IP)
Dimensioni	408 x 333 x 160 mm

5.12.2 RIVELATORE TERMOVELOCIMETRICO INDIRIZZABILE

Il rivelatore termovelocimetrico usa un elemento termico combinato con un circuito integrato ASIC, specificamente progettato, che provvede a rivelare quei fenomeni termici che sono legati alla presenza di incendi. Questo rivelatore risulta particolarmente adatto per proteggere ambienti al cui interno sono presenti quei materiali che, in caso d'incendio, non emettono fumo e sfuggono ai rivelatori ottici.

All'interno della camera del rivelatore sono presenti due sensori: termovelocimetrico e di massima temperatura, il primo rileva la velocità di cambiamento della temperatura (la soglia di allarme è fissata in gradi per minuto) e il secondo indica la temperatura istante per istante (la soglia di allarme è fissata in gradi).

Il rivelatore non risulta adatto per tutti i luoghi dove le condizioni ambientali possono essere normalmente soggette a rapidi sbalzi di temperatura.

Specifiche tecniche:

Tensione di funzionamento nominale	12/24 Vcc
Consumo in stand-by	130µA
Temperatura di funzionamento	da -20°C a +60°C
Umidità relativa	da 5% a 95% (senza condensa)
Dimensioni (senza base)	32.5 mm x 102 mm
Peso	75 g



5.12.3 RILEVATORE OTTICO DI FUMO INDIRIZZABILE

Il rivelatore ottico di fumo utilizza il principio della diffusione della luce (scattering) per individuare la presenza di particelle di fumo in sospensione nell'aria, generate dalla combustione. Questo tipo di rivelatore è particolarmente indicato per ambienti in cui si possono sviluppare incendi con lenta combustione e abbondante produzione di fumo, come uffici, locali tecnici, archivi, aree residenziali o commerciali.

Il sensore è dotato di una camera ottica oscurata alla luce ambientale, all'interno della quale un LED infrarosso emette impulsi luminosi che vengono riflessi dalle particelle di fumo verso un fotodiode ricevente. Al superamento della soglia programmata di riflessione, viene generato l'allarme incendio. Il dispositivo è progettato per ridurre al minimo i falsi allarmi causati da polvere o vapori, ed è dotato di sistema di compensazione automatica del drift (deriva del segnale), che mantiene costanti le prestazioni nel tempo. Non è indicato per ambienti con presenza costante di fumi, vapori o polveri in sospensione.

Specifiche tecniche:

Tensione di funzionamento nominale	12/24 Vcc
------------------------------------	-----------

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 193 di 319</div>

Consumo in stand-by	100µA
Temperatura di funzionamento	da -10°C a +60°C
Umidità relativa	da 5% a 95% (senza condensa)
Dimensioni (senza base)	48 mm x 102 mm
Peso	85 g

5.12.4 PULSANTE RIVELAZIONE INCENDI INDIRIZZABILE

Pulsante di allarme manuale a rottura vetro dotato di modulo d'indirizzamento a selettori rotanti e di doppio isolatore.

Questo presenta due led sul frontale che permettono l'individuazione della condizione d'allarme, dell'eventuale condizione di corto circuito (in ingresso o in uscita) e della presenza di alimentazione.

Il pulsante è realizzato in conformità alla norma EN.54.11.

Insieme viene fornita una chiave per effettuare il test una volta installato il pulsante. La chiave provoca la caduta del vetrino e la simulazione dell'allarme.

Il pulsante grazie al doppio isolatore ed alle informazioni fornite dai due led garantisce un'elevata affidabilità ed una rapida ricerca anomalie, lo sportello di copertura garantisce inoltre ulteriore protezione.

Specifiche tecniche:

Tensione di funzionamento	15-32Vcc
Corrente a riposo senza comunicazione	390 microA
Corrente a riposo con comunicazione	560 microA
Corrente di allarme	5 mA con led attivo
Temperatura di funzionamento	da 0 °C a + 50 °C
Umidità relativa (senza condensa)	10 - 93%
Grado di protezione	IP44


5.12.5 TARGHE OTTICO ACUSTICHE

Pannello ottico acustico indirizzato di colore bianco opaco con FILM Rosso e scritta rossa. Funzionamento con protocollo CLIP e ADV.

Tutti i materiali impiegati rispettano la normativa per gli impianti incendio e il contenitore utilizza materiali non propaganti l'incendio. Il pannello deve essere installato da personale qualificato all'interno degli edifici tenendo in considerazione tutte le norme relative all'installazione rispettando distanze e altezze per la miglior resa acustica dello stesso.

Specifiche tecniche

Tensione nominale	24 Vdc (da 20 Vdc a 30 Vdc)
Corrente massima assorbita dallo speaker	20mA +/- 5Ma
Frequenza lampeggio strobo	0.6Hz
Frequenza principale del suono (media)	Suono 1 983 Hz

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 194 di 319</div>

Suono principale	Suono 1 continuo
Modulazioni disponibili	2 Modulati, Impulsato, Bitonale, Continuo
Temperatura operativa	da -10°C a +55°C
Grado di protezione IP	IP41C (Tipo A, per uso in ambienti interni)
Dimensioni (LxAxP)	307 x 117 x 55 mm
Peso	539 g
Norme	EN54-3:2001 + A1:2002 + A2:2006, EN54-23:2010

5.12.6 MODULI I/O

Modulo di ingresso ed uscita indirizzato per il controllo di 1 circuito di ingresso in Classe B (a ramo) provenienti da contatti NA o NC liberi da potenziale ed il comando di 1 uscita a relè con contatto di scambio pulito. L'ingresso può essere configurato per operare in stile B (corto circuito = allarme) oppure in Stile C (corto circuito = guasto) e deve essere monitorato per apertura e corto circuito tramite opportuna resistenza di fine linea. L'uscita deve essere costituita da un contatto di scambio libero da potenziale in grado di commutare fino a 2A @ 24 Vdc. Ingresso e uscita devono poter operare in modo assolutamente distinto tra loro.

Il modulo sarà alimentato direttamente dal loop digitale ed essere in grado di trasmettere all'unità di controllo le seguenti condizioni:

- Ordinario;
- Attivazione;
- Guasto Corto Circuito / Guasto Circuito Aperto;
- Guasto Alimentazione;
- Tipo Dispositivo non Valido / Dispositivo non Risponde.



Un led rosso integrato nel modulo deve lampeggiare ad ogni ciclo di interrogazione dalla centrale di controllo e accende a luce fissa quando rilevato l'ingresso attivo.

Il modulo deve essere certificato secondo le norme di prodotto EN54-17/18 e conforme alla Regola Europea N° 305/2011 (CPR).

5.13 SISTEMA SCADA

Per le caratteristiche prestazionali minime del sistema Scada e della sua componentistica si rimanda ai seguenti elaborati specialistici facenti parte di questo progetto:

- Elaborato Grafico: 32016019IESDIS11;
- Elaborato descrittivo: 32016019IESREL04.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 195 di 319</p>

5.14 SISTEMI DI CONNESSIONE HVSC CON *JUNCTION BOX*

I punti di connessione nave-terra previsti nel presente progetto sono del tipo fuori terra. Per queste tipologie nel prosieguo sono descritte le peculiarità e le caratteristiche principali.

5.14.1 *JUNCTION BOX*

Le *Junction Box* risponderanno agli standard di riferimento, pertanto, saranno provviste dei sistemi di sicurezza passiva che garantiranno la sicurezza della connessione elettrica sia in fase preparatoria che in fase di erogazione dell'energia. L'accessibilità alle parti in tensione sarà quindi impedita e, l'accessibilità alle prese sarà possibile solo a linea sezionata. Allo stesso modo, l'utilizzo dei contatti dei circuiti pilota implementati nelle prese e spine, garantiranno che, il dispositivo di interruzione a monte della linea possa essere manovrato solo in caso di corretto inserimento.



Il gruppo prese è un componente passivo tramite cui transita la potenza richiesta dalla nave, erogata alle tensioni di 6,6 kV o 11 kV e frequenza pari a 50 Hz o 60 Hz. Unitamente alla potenza si ha anche transito dei segnali, come previsto dallo standard IEC 80005-1, che permettono di avere una comunicazione standardizzata tra i sistemi di bordo ed il sistema di *Cold Ironing* a terra.

Inoltre, si è previsto che le *Junction Box* rispettino le seguenti caratteristiche generali:

- Ingombro contenuto e tale da minimizzare possibili interferenze con cime di ormeggio posizionate su bitte adiacenti nel caso di installazione fuori terra;
- Componenti trattati per ambienti marini con durata di vita di almeno 20 anni;
- Grado di protezione idoneo all'utilizzo permanente in esterno ed in presenza continua di acqua/umidità;
- Presenza di sistema anticondensa;
- Operabilità in qualsiasi condizione meteo-climatica prevedibile per l'area di installazione (temperatura, vento, ecc.);
- Ergonomia e sicurezza garantite durante le fasi di connessione e sconnessione anche in previsione di utilizzo da parte di una sola persona;
- Resistenza all'azione atmosferica ed in particolare al vento in zona 8 secondo NTC 2018;
- Ridotta necessità di manutenzione;
- Gruppi presa dedicati al CMS in grado di permettere il moto di quest'ultimo in asse al molo in entrambe le direzioni;
- Presenza di switch di controllo per la richiusura delle prese ad operazioni concluse;

Infine, si sono previste le seguenti **caratteristiche tecniche**:

- Tensione nominale di impiego: 6,6 / 11 kV;
- Frequenza nominale: 50 / 60 Hz;
- Grado di protezione: IP67 (o superiore);
- Prese in grado di permettere la connessione a cavi in rame aventi sezione di 185 mm² (per ciascuna fase);

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 196 di 319</p>

- Materiale: acciaio inossidabile marino AISI316L (1.4404);
- In grado di garantire il corretto esercizio per un range di valori di temperature ambientali idoneo al luogo geografico ove saranno installate.

Soluzioni alternative perseguibili nelle future fasi progettuali saranno considerate equivalenti solamente se garantiranno pari prestazioni.

5.14.2 CABLE MANAGEMENT SYSTEM CRUISE

Il sistema *Cable Management System* (CMS) è un mezzo mobile per gestire i cavi necessari al collegamento elettrico delle navi da crociera, attraccate in banchina, alla rete elettrica di terra.

Dev'essere progettato per essere conforme ai requisiti della "IEC 80005: 1 IEC/IEEE International Standard - Utility connections in port -- Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems - General requirements" relativi alla sicurezza del sistema di gestione dei cavi.

Il collegamento elettrico alla rete di terra consente alla nave di spegnere i propri generatori, assicurando in tal modo riduzioni significative del rumore e dell'inquinamento atmosferico. Le navi da crociera che attraccano al porto sono ormeggiate in posizioni diverse e di conseguenza l'ubicazione del portellone di collegamento a terra (*hatch*) lungo l'attracco può variare.

Il carro sarà in grado di gestire i cavi di collegamento a terra tra un punto fisso in banchina (*Junction Box*) e la posizione del portellone di collegamento e inoltre, grazie all'utilizzo di un pantografo (installato a bordo dello stesso), sarà in grado di passare i cavi dal molo a bordo della nave.

I cavi di collegamento a terra lungo l'ormeggio saranno protetti in conformità alle normative locali.

Il CMS potrà svolgere il proprio compito sfruttando un banco di batterie apposito a cui sarà collegato, la cui ricarica sarà possibile mediante l'uso di una presa dedicata (disposte in prossimità del ricovero) e ad un particolare collegamento con le varie *Junction Box*.

Quando non in uso, il carro può essere scollegato dalla cassetta di giunzione e parcheggiato in un apposito ricovero situato all'interno dell'area portuale.

Il carro mobile è dimensionato per gestire i cavi di alimentazione a terra e fornire alla nave fino a 16 MVA quando funzionante a 11 kV. Il CMS è inoltre idoneo al funzionamento a 6,6 kV e alle frequenze di 50 e 60 Hz. Insieme ai cavi di potenza, un altro cavo isolato (cavo neutro) sarà gestito dal carro per consentire il collegamento del centro stella del trasformatore di terra a bordo della nave (come richiesto dalla norma IEC 80005:1).



Nel seguito sono riportate le caratteristiche tecniche salienti del CMS individuato.

Caratteristiche del *cable reel* (avvolgicavo a bordo del CMS)

La trasmissione di corrente tra i cavi connessi alla *Junction Box* a quelli avvolti nell'avvolgicavo del CMS avviene per tramite di un anello a contatti striscianti avente le seguenti caratteristiche:

- N° poli: 4 x 3 poli + PE + 1 neutro + 7 contatti pilota;
- Alimentazione: elettrica;
- Classe di protezione: IP67 (o superiore);
- Capacità avvolgicavo lato banchina: 50 m;
- Massima lunghezza interno nave: 5 m.

Caratteristiche dell'unità di erogazione cavo su braccio telescopico

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 197 di 319</div>

L'unità consiste di cinque catenarie porta cavi motorizzate che garantiscono l'erogazione del singolo cavo verso la nave. Il sistema è composto dalle seguenti parti principali:

- Catenarie porta cavi;
- Motori elettrici e relativa trasmissione.

Caratteristiche dei cavi di potenza

- Sezione: 4x 3x185 + 2x95 + 1x(7x2,5)C + 1x(12G62,5)C, colore rosso 6/10kV;
- Tensione di impiego: max. 12 kV;
- Standard per il collegamento con la nave: IEC 80005-1.

Connettori di potenza:



- Standard per il collegamento con la nave: IEC80005-1;
- Pin:3 poles + PE, 1x pilot;
- Corrente massima: max. 500 A;
- Sezione PIN di Potenza: 185mm²;
- Sezione PIN PE: 95mm²;
- Sezione contatti pilota: 2,5mm²;
- Versione: Femmina lato nave / maschio lato terra;
- Grado di protezione: IP67H;
- Interblocco: meccanico.

Connettore del neutro:

- Standard per il collegamento con la nave: IEC80005-1;
- Pin: 1 pin;
- Corrente massima: max. 250 A;
- Sezione: 95mm²;
- Versione: Femmina lato nave / maschio lato terra;
- Grado di protezione: IP67H;
- Interblocco: meccanico.

Connettore cavo segnali 24V & 110V:

- Pin: max. 24 pin;
- Corrente massima: max. 16 A (acc. to IEC);
- Tensione massima: 500 V (acc. to IEC);
- Sezione massima connettabile: 2,5 mm²;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 198 di 319</div>

- Versione: Femmina lato nave / maschio lato terra;
- Grado di protezione: IP65;
- Interblocco: a baionetta;
- Standard per il collegamento con la nave: IEC 80005-1.

5.15 COLONNINE DA DIPORTO

Il progetto prevede l'installazione di una nuova colonnina destinata al diporto, che sarà posizionata all'interno della banchina quattro. Inoltre, è prevista la sostituzione delle colonnine attualmente presenti in banchina uno, utilizzate dai mezzi di servizio. Le nuove colonnine in banchina uno non saranno dotate di sistema di prepagamento, in quanto riservate a un uso interno e non accessibile a terzi. Al contrario, la colonnina in banchina quattro, destinata all'utenza esterna, sarà predisposta per tale sistema. Tutte e quattro le colonnine previste non includeranno l'allaccio idrico, poiché la fornitura d'acqua è già garantita da infrastrutture esistenti in loco.

Le caratteristiche elettriche previste per ciascuna sono riassunte sinteticamente in Tabella 63



Banchina	Nome colonnina	Tipologia alimentazione	Corrente [A]	Tensione [V]	Numero prese
1	P.1.1	Monofase	16/32	230	2+1
1	P.1.2	Monofase	16/32	230	1+2
		Trifase	16	-	1
1	P.1.3	Trifase	125	400	2
4	P.4.1	Trifase	400	400	1

Tabella 63: Caratteristiche colonnine da diporto previste a progetto

La gamma di prodotti sarà composta da prese conformi agli standard dimensionali e prestazionali unificati a livello internazionale (IEC 309) e recepiti dalla normativa europea (EN 60309) ed italiana (CEI 23-12).

5.15.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- CEI EN 62208 (CEI 17-87): Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1)+(A1): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 199 di 319</div>

- CEI 64-8/7: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari (con particolare attenzione alle varianti V3 e V4 alla CEI 64-8 del 2006)

5.15.2 CARATTERISTICHE GENERALI

Le colonnine dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche generali:

- Grado di protezione: IP44/66 con un portello asolato e un portello non asolato. IP66 con due portelli non asolati;
- Resistenza meccanica: IK10;
- Tipo di materiale: isolante;
- Marchio: IMQ conforme alla norma EN62208;
- Scocca in vetroresina termoindurente SMC autoestinguente in classe V0 secondo la UL94;
- Vano porta apparecchiature elettriche in vetroresina termoindurente BMC autoestinguente in classe V0 secondo la UL94;
- Portelli in polycarbonato infrangibile autoestinguente in classe V2 secondo la UL94 e trattato contro i raggi UV. Apertura dal basso verso l'alto e chiudibili con serratura a chiave;
- LED 12W 4000k° per l'illuminazione del piano di calpestio circostante;
- Struttura portante interna in vetroresina termoindurente.

Per la colonna P.1.1 dovranno prevedersi:

Lato A:

- n. 2 prese CEE 2P+T16A-230V IP44 interbloccate;
- n. 1 presa CEE 2P+T32A-230V IP44 interbloccate.



Lato B:

- n. 1 dispositivo di sezionamento generale;
- n. 1 portafusibile e spia presenza tensione;
- n. 1 crepuscolare;
- n. 2 interruttori differenziali magnetotermici 2xC16A-Id=0,03A AC 6ka;
- n. 1 interruttore differenziale magnetotermico 2xC32A-Id=0,03A AC 6ka;
- n. 1 morsettiera ingresso-uscita 5x50mmq.

Per la colonnina P.1.2 dovranno prevedersi:

Lato A:

- n. 2 prese CEE 2P+T32A-230V IP44 interbloccate;
- n. 1 presa CEE 2P+T16A-230V IP44 interbloccate;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 200 di 319</p>

- n. 1 presa CEE 3P+N+T16A-230/400V IP44 interbloccate.

Lato B:

- n. 1 dispositivo di sezionamento generale;
- n. 1 portafusibile e spia presenza tensione;
- n. 1 crepuscolare;
- n. 2 interruttori differenziali magnetotermici 2xC32A-Id=0,03A AC 6ka;
- N. 1 interruttore differenziale magnetotermico 2xC16A-Id=0,03A AC 6ka;
- N. 1 interruttore differenziale magnetotermico 4xC16A-Id=0,03A AC 6ka.

Per la colonnina P.1.3 dovranno prevedersi:

Lato A:

- n. 2 prese CEE 3P+N+T125A-230/400V IP67 con micro per interblocco elettrico.

Lato B:

- n. 1 dispositivo di sezionamento generale;
- n. 1 portafusibile e spia presenza tensione;
- n. 1 crepuscolare;
- n. 2 interruttori differenziali magnetotermici 4xC125A-Id=regolabile 16ka.



Per la colonnina P.4.1 dovranno prevedersi:

Lato A:

- n.1 Morsettiera 4x400A per allacciamento cavo utente;
- n.1 Centralina con lettore chiave per sistema prepagato.

Lato B:

- n.1 modulo spie presenza tensione;
- n.1 interruttore differenziale magnetotermico 4x250A Id=reg;
- n.1 interruttore differenziale magnetotermico 4xC6A-0,03A AC 6KAa protezione degli ausiliari.
- n.1 contatore elettronico di energia attiva con visualizzatore per lettura diretta e con uscita impulsi. I contatori qui descritti sono conformi alla Direttiva M.I.D. (Measuring Instruments Directive) (D.Lgs. n. 22 del 2007 di attuazione della Direttiva 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura) e muniti di marcatura CE e della marcatura metrologica supplementare M, numero di certificazione;
- n.1 blocco T.A. per contatore di energia.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 201 di 319</div>

Il sistema prepagato consente la gestione autonoma dei consumi energetici da parte dell'utente tramite una chiave elettronica a transponder ricaricabile. Inserendo la chiave nella centralina, l'utente può attivare una presa elettrica libera. L'erogazione di energia si avvia all'estrazione della chiave e si interrompe al termine del credito disponibile o con il reinserimento della chiave, che consente il recupero del credito residuo. La centralina fornisce in tempo reale informazioni sullo stato del servizio e segnala l'esaurimento imminente del credito, visualizzando istruzioni multilingua tramite display. La detrazione del credito avviene in base ai consumi effettivi. La ricarica della chiave può avvenire tramite apposita consolle presso la reception o tramite dispositivi self-service. Il sistema consente un'elevata flessibilità operativa, riducendo i costi di gestione e favorendo il risparmio energetico.

Il sistema utilizza contatori elettrici con visualizzazione diretta dei consumi, conformi alla Direttiva MID (2004/22/CE, recepita con D.lgs. n. 22/2007), che garantisce elevati standard di precisione e tutela per le transazioni commerciali. Per le nuove installazioni o rifacimenti, l'impiego di contatori conformi MID è obbligatorio, con sanzioni previste da 500 a 1.500 € per ogni strumento non idoneo.

5.16 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

A progetto è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico diviso in:

- Impianto FV su pensiline (potenza totale circa 300 kWp);
- Impianto FV su tetto CEB (potenza totale circa 31 kWp).

Nel seguito di questo paragrafo saranno esposte le caratteristiche minime che si prevede dovranno avere i vari elementi che compongono il sistema fotovoltaico. Per una descrizione di massima di quest'ultimo si rimanda alla relazione tecnica generale 32016019PE0GENREL02, per approfondimenti in merito si rimanda invece agli elaborati grafici specifici.

5.16.1 CARATTERISTICHE MODULI FOTOVOLTAICI (IMPIANTO FV SU PENSILINA)



Fornitura e posa in opera di modulo fotovoltaico monocristallino bifacciale ad alta efficienza, con tecnologia TOPCon N-Type con vetro anteriore e posteriore temprato da 2,0 mm e cornice in lega di alluminio anodizzato.

Il modulo dovrà presentare una potenza nominale non inferiore a 595 W, efficienza pari almeno al 23%, e possibilità di incremento della potenza grazie al guadagno dal lato posteriore, fino a un massimo del 25%.

Dotato di junction box con grado di protezione IP68, diodi di bypass, connettori MC4 o compatibili, e lunghezza cavi di almeno 1400 mm con sezione 4 mm². Il modulo dovrà essere installabile anche sul lato corto, nel rispetto delle specifiche tecniche del produttore, e conforme alle norme IEC 61215 e IEC 61730.

Il prodotto dovrà essere garantito per almeno 25 anni contro i difetti di fabbricazione e per almeno 30 anni con garanzia lineare di produzione.

Parametro	Valore Minimo Richiesto
Tipo di celle	144 celle monocristalline
Tecnologia	TOPCon bifacciale
Potenza nominale (Pmax)	≥ 595 W
Efficienza modulo	≥ 23,0 %
Tensione a Pmax (Vmp)	44,48 V
Corrente a Pmax (Imp)	13,38 A
Tensione di circuito aperto (Voc)	53,12 V

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 202 di 319</div>

Corrente di corto circuito (Isc)	14,13 A
Tensione massima di sistema	1500 V
Dimensioni modulo (L x H x P)	2278 x 1134 x 30 mm
Peso	≤ 32 kg
Materiale vetro fronte/retro	Vetro temperato 2,0 mm
Cornice	Alluminio anodizzato
Connettori	MC4 o compatibili
Junction Box	IP68 con 3 diodi di bypass
Temperatura di funzionamento	da -40°C a +85°C
Reazione al fuoco	Classe 1 (UNI 9177)
NMOT	43 ± 2 °C
Coeff. temperatura (Pmax)	-0,29 %/°C
Coeff. temperatura (Voc)	-0,25 %/°C
Coeff. temperatura (Isc)	+0,046 %/°C
Certificazioni	IEC 61215-1/-2, IEC 61730-1/-2

Tabella 64: Caratteristiche Tecniche Pannello Fotovoltaico



5.16.2 CARATTERISTICHE MODULI FOTOVOLTAICI (IMPIANTO FV SU TETTO CEB)

Fornitura e posa in opera di modulo fotovoltaico monocristallino flessibile e ultraleggero, privo di vetro, autopulente, calpestabile, e progettato per l'installazione su coperture con bassa portata, senza forature, telai, zavorre o strutture accessorie.

Il modulo deve essere idoneo alla posa su coperture nuove o esistenti, anche soggette a vincoli paesaggistici, previa applicazione di membrana certificata compatibile. Deve integrare scatola di giunzione IP68, connettori MC4 o compatibili, e cavi a tecnologia fotovoltaica da 4 mm².

Il modulo deve garantire una potenza nominale di almeno 430 W, efficienza non inferiore al 19%, e possedere le certificazioni IEC 61215 e IEC 61730. Deve inoltre disporre di classe 2 di reazione al fuoco, ed essere accompagnato da 12 anni di garanzia sui difetti di fabbricazione e 25 anni di garanzia lineare sulla potenza.

Parametro	Valore Minimo Richiesto
Numero celle	144 celle monocristalline
Tecnologia	Flessibile, senza vetro
Potenza nominale (Pmax)	≥ 430 W
Efficienza modulo	≥ 19,0 %
Tensione a Pmax (Vmp)	42,2 V
Corrente a Pmax (Imp)	10,24 A
Tensione di circuito aperto (Voc)	49,8 V
Corrente di corto circuito (Isc)	10,74 A
Tensione massima di sistema	1000 V
Dimensioni modulo (L x H)	2054 x 1083 mm
Peso	≤ 7,5 kg

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 203 di 319</p>

Scatola di giunzione	IP68
Connettori	MC4 o compatibili
Temperatura di funzionamento	da -40°C a +85°C
Reazione al fuoco	Classe 2 (Circolare VVF 1324/2012)
NOCT	41 ± 2 °C
Coeff. temperatura (Pmax)	-0,38 %/°C
Coeff. temperatura (Voc)	-0,28 %/°C
Coeff. temperatura (Isc)	+0,020 %/°C
Certificazioni	IEC 61215, IEC 61730

Tabella 65: Caratteristiche Tecniche Pannello Fotovoltaico (Tetto CEB)



5.16.3 CARATTERISTICHE INVERTER FOTOVOLTAICO IBRIDO E SISTEMA DI ACCUMULO (IMPIANTO FV SU TETTO CEB)

Fornitura e posa in opera di inverter ibrido trifase senza trasformatore, potenza nominale 30 kW, adatto per impianti fotovoltaici con accumulo in batterie al litio (LiFePO₄), dotato di interfacce integrate per la gestione della produzione, dei carichi e della batteria.

L'inverter dovrà essere dotato di monitoraggio remoto via Wi-Fi e LAN, display LCD per la gestione in locale, e 3 inseguitori MPPT con 6 ingressi totali (2 per ciascun MPPT), per una massima flessibilità di configurazione stringhe.

Il dispositivo dovrà essere idoneo all'installazione esterna (grado di protezione IP66), con ventilazione forzata e raffreddamento a convezione naturale, in grado di operare fino a +60°C (derating oltre i +45°C) e fino a 3000 m di altitudine.

Parametro	Valore Minimo Richiesto
Tipo	Inverter ibrido trifase
Potenza nominale AC	30.000 W
Potenza massima AC	30.000 VA
Corrente nominale AC	43,5 A
Range tensione di rete	220/380 V – 230/400 V
Frequenza di rete	50 / 60 Hz
Numero MPPT	3
Numero ingressi CC	6 (2 per MPPT)
Range tensione MPPT	160 – 950 V
Tensione massima in ingresso DC	1000 V
Corrente massima in ingresso DC	36 A per ingresso
Tipo batteria compatibile	Litio (LiFePO ₄)
Tensione d'ingresso batteria	180 – 800 V
Interfaccia batteria	RS485/BMS
Efficienza europea	97,7 %
Grado di protezione	IP66

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 204 di 319</div>

Protezioni integrate	Anti-isolamento, polarità inversa, sovratensioni DC/AC, cortocircuito, surriscaldamento
Interfacce di comunicazione	Wi-Fi + LAN, RS485, DRM, DI/DO
Schermo	LCD integrato
Raffreddamento	Ventilazione e convezione naturale
Range temperatura operativa	-35°C a +60°C (derating da +45°C)
Livello di rumore	< 45 dB
Montaggio	A parete con staffa
Peso	<48 kg
Certificazioni richieste	CEI 0-21, CEI 0-16, IEC, EN, CE

Tabella 66: Caratteristiche Tecniche Inverter fotovoltaico Ibrido

Fornitura e posa in opera di sistema di accumulo a batterie agli ioni di litio (LiFePO_4) ad alta tensione, modulare e impilabile, composto da 10 moduli da 3,6 kWh ciascuno, con capacità nominale totale di 36,8 kWh e energia utile pari a 33,1 kWh (90% DOD), da installarsi su base di montaggio a pavimento.

Il sistema deve essere dotato di unità BMS (Battery Management System) e modulo di serie, con cavi di comunicazione e alimentazione inclusi, e supportare comunicazione RS485 e CAN per l'interfacciamento con inverter ibridi trifase compatibili.

Il sistema deve essere adatto all'installazione sia all'interno che all'esterno (grado di protezione IP65), operativo in un ampio intervallo di temperature e dotato di funzione di riscaldamento integrata per basse temperature.

Parametro	Valore Minimo Richiesto
Tecnologia	Litio ferro fosfato (LiFePO_4)
Capacità nominale	36,8 kWh
Potenza nominale	17,9 kW
Potenza massima	25,6 kW
Tensione nominale	512 V
Intervallo tensione di funzionamento	450 – 580 V
Corrente max. carica/scarica	50 A
Profondità di scarica	90 %
Comunicazione	RS485
Installazione	Pavimento (base di montaggio)
Grado di protezione	IP65
Range temperatura carica	0 ~ 53 °C (fino a -30 °C con riscaldamento)
Range temperatura scarica	-20 ~ 53 °C (fino a -30 °C con riscaldamento)



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 205 di 319</div>

Tabella 67: Caratteristiche Tecniche Sistema di Accumulo



5.16.4 CARATTERISTICHE INVERTER (IMPIANTO FV SU PENSILINA)

Fornitura e posa in opera di inverter di rete trifase, senza trasformatore, con potenza nominale di 40 kW, adatto per impianti fotovoltaici connessi alla rete, dotato di 4 inseguitori MPPT, ciascuno con 2 ingressi indipendenti, e in grado di operare con una tensione massima in ingresso fino a 1100 V.

L'inverter deve essere dotato di sistema di monitoraggio remoto via LAN (incluso) e Wi-Fi (opzionale), display LCD retroilluminato per il controllo locale, e scaricatori di sovratensione tipo II su entrambi i lati CC e CA. L'installazione dovrà essere possibile in ambienti esterni grazie al grado di protezione IP66, con raffreddamento a ventilazione forzata e convezione naturale, idoneo al funzionamento fino a +60°C (con derating da +45°C).

Parametro	Valore Minimo Richiesto
Tipo	Inverter di rete trifase
Potenza nominale AC	40.000 W
Potenza massima AC	44.000 VA
Tensione nominale di rete	220/380 V, 230/400 V
Frequenza nominale	50 Hz
Numero MPPT	4
Tensione massima in ingresso CC	1100 V
Tensione di avvio	200 V
Range tensione MPPT	180 – 1000 V
Corrente massima in ingresso per MPPT	32 A
THDi (a potenza nominale)	< 3 %
Connessione	Trifase 3L + N + PE
Efficienza europea	98,1 %
Protezione	Sovra/sottotensione, isolamento CC, sovracorrente, corrente residua, sovratensione tipo II (CC e CA), monitoraggio rete, anti-islanding, protezione termica
Raffreddamento	Ventilazione regolata + convezione
Grado di protezione	IP66
Temperatura operativa	-25°C a +60°C (derating da +45°C)
Rumore massimo	< 67 dB
Peso	44 kg
Comunicazione	LAN, Wi-Fi, porta USB, COMM, LED, LCD retroilluminato
Certificazioni richieste	CEI 0-16, IEC, EN, CE

Tabella 68: Caratteristiche Tecniche Inverter Fotovoltaico

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 206 di 319</p>

6 PRESCRIZIONI TECNICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

6.1 NOTE CIRCA LE MARCHE DELLE APPARECCHIATURE DESCRITTE

Le indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportati all'interno della presente relazione, degli elaborati grafici e, più in generale, nei vari documenti di progetto, sono da intendersi come vincolanti ove non sia specificata la possibilità di prevederne alternativi equivalenti.

Le eventuali indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportate nelle specifiche tecniche, disegni, e più in generale nei documenti di progetto, sono da intendersi come dichiarazioni di caratteristiche tecniche.

Sono ammessi tipi e marche alternativi, rispetto a quanto eventualmente indicato a progetto, purché tecnicamente e funzionalmente equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore.

Laddove si renda necessario, per motivi di compatibilità con gli impianti ed i sistemi esistenti, vincolare la fornitura di specifiche parti a determinate marche e modelli, l'Appaltatore dovrà seguire le relative indicazioni fornite dalla documentazione di progetto.

Per garantire la piena compatibilità degli apparati in fornitura e la relativa manutenzione del sistema, l'Appaltatore, ove espressamente indicato, dovrà inoltre provvedere alla realizzazione dell'impianto utilizzando componenti hardware rilasciati da unico *vendor*.

6.2 GENERALITÀ


Gli impianti di illuminazione in progetto prevedono proiettori su torri faro, armature con sbracci su pali da 12 e da 9 m fuori terra e plafoniere per le strutture coperte delle pensiline parcheggi e dei locali interni alla cabina elettrica di *Cold Ironing*. Di seguito si elencano le specifiche tecniche che individuano i prodotti in progetto.

6.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROIETTORE PER TORRE FARO



6.3.1 PROIETTORE TIPO MASTER M04





Figura 16: Tipologia proiettore MASTER M04 per torre faro

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 207 di 319</p>

Nome prodotto	Master - tipo asimmetrico MR04
Flusso luminoso	fino a 65.000 lm
Assorbimento di potenza	fino a 475 W
Mantenimento del flusso luminoso [L90B10]	90'700 ore
Mantenimento del flusso luminoso [L70B50]	> 140.000 ore
Efficienza degli apparecchi di illuminazione	135 lm/W
Ottica secondaria	Matrice di rifrazione in policarbonato anti-ingiallimento
Numero di LED	128
Corrente di guida	fino a 1250 mA
Contenitore ottico	Schermo in vetro temperato da 4 mm
Corpo e staffa	Acciaio inox AISI304 disegnato con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento.
Finitura dei metalli	Primer anticorrosivo e verniciatura a polvere
Colore - Corpo	nero
Radiatore	Lega di alluminio estruso anodizzato AL6060
Peso del proiettore	15,5 Kg
Livello di protezione IP	IP66 - protetto contro i getti d'acqua potenti
Resistenza all'impatto	IK09 - Impatto 10 J

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 208 di 319</div>

Dimensioni (L x P x A)	434 x 333 x 345 mm
Unità driver	Integrato
Peso dell'unità driver	1,9 kg
Livello di protezione	IP67 - immersione fino a 1 m per 30 minuti
Sistemi di controllo disponibili	0-10 V, DALI
Protezione contro le sovratensioni	10 kV linea-terra, 6 kV linea-linea
Protezione da cortocircuito	Ripristino automatico
Protezione contro il surriscaldamento	Riduce la corrente di uscita
Corrente di spunto (a 480 V di ingresso)	1,07 A2s - 25°C avvio a freddo, durata=4,12 ms, 10%Ipk-10%Ipk
Corrente di spunto (a 220 V di ingresso)	1,03 A2s - 25°C avvio a freddo, durata=6,52 ms, 10%Ipk-10%Ipk
Numero massimo di driver sotto i 16A MCB tipo C	4 (a tensione di ingresso 220 Vac) 6 (a 480 Vac di tensione di ingresso)
Distorsione armonica totale (THD)	10% (a 200-240 Vac e carico 75%-100%) 20% (a 277-480 Vac e carico 60%-100%)
Temperatura di lavoro	-40°C / +75°C
Intervallo di umidità	10% - 95%

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	



Pag. 209 di 319

6.3.2 PROIETTORE TIPO MASTER M07





Figura 17: Tipologia proiettore MASTER M07 per torre faro

Nome prodotto	Master - tipo asimmetrico MR07
Flusso luminoso	fino a 130.000 lm
Assorbimento di potenza	fino a 880 W
Mantenimento del flusso luminoso [L90B10]	90'700 ore
Mantenimento del flusso luminoso [L70B50]	> 140.000 ore
Efficienza degli apparecchi di illuminazione	148 lm/W
Ottica secondaria	Matrice di rifrazione in policarbonato anti-ingiallimento
Numero di LED	192
Corrente di guida	fino a 1500 mA
Contenitore ottico	Schermo in vetro temperato da 4 mm
Corpo e staffa	Acciaio inox AISI304 disegnato con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 210 di 319</div>

Finitura dei metalli	Primer anticorrosivo e verniciatura a polvere
Colore - Corpo	nero
Dissipatore di calore	Lega di alluminio estruso anodizzato AL6060
Peso del proiettore	13,7 Kg
Livello di protezione IP	IP66 - protetto contro i getti d'acqua potenti
Resistenza all'impatto	IK09 - Impatto 10 J
Dimensioni (L x P x A)	426 x 153 x 87 mm
Unità driver	Remoto - può essere installato sulla staffa o sulla base dell'albero
Peso dell'unità driver	4,4 Kg (+1,5 Kg con staffa driver)
Livello di protezione	IP67 - immersione fino a 1 m per 30 minuti
Distanza massima dal modulo	200 m (utilizzando un cavo di sezione 1,5 mmq)
Sistemi di controllo disponibili	DALI-2, DMX
Opzioni di tensione di ingresso	220V-480 V ca 50-60Hz
Fattore di potenza	0,95
Classe di isolamento	Classe IEC I
Protezione contro le sovratensioni	10 kV linea-terra, 6 kV linea-linea



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
	PROGETTO ESECUTIVO
 REGIONE SICILIANA	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 Pag. 211 di 319

Protezione da cortocircuito	Ripristino automatico
Protezione contro il surriscaldamento	Riduce la corrente di uscita
Corrente di spunto Avvio a freddo a 25°C, durata=0,25 ms, a 400 V di ingresso, a pieno carico	8.2 A
Numero massimo di driver sotto i 16A MCB tipo C	3
Distorsione armonica totale (THD)	10% (a 220-400 Vac e carico all'80%)
Temperatura di lavoro	-40°C / +75°C
Intervallo di umidità	5% - 95%

6.4 CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE TORRI FARO IDONEE COME SUPPORTO PROIETTORI

Si prevedono torri porta-fari a corona mobile, realizzate in regime di controllo qualità certificato ISO9001 e da centro di trasformazione autorizzato secondo DM 14/01/08, costituite da:

- Stelo mono-tubolare a sezione poligonale in più tronchi ad innesto forzato per sovrapposizione, ottenuto mediante formatura a freddo di trapezi lamiera in acciaio S355JO EN 10025 e successiva saldatura longitudinale eseguita con procedimento automatico MAG omologato e controllo qualità saldature secondo EN ISO 3834 predisposto per l'ancoraggio al basamento mediante infissione nel blocco di fondazione, o con piastra di base e tirafondi, e dotato alla base di passaggio per il cavo di alimentazione, attacco per la messa a terra e portello, adeguatamente rinforzato, per l'accesso alle apparecchiature interne. In cima è provvisto di una flangia per il fissaggio della testa di trascinamento. Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051;
- La corona mobile è realizzata con profili di acciaio zincato a caldo e composta da due anelli concentrici collegati da tre nervature a 120°; su ogni nervatura è fissato il sistema elastico di aggancio costituito da perni in acciaio inox e da doppie lamine in acciaio armonico;
- Paranco elettrico, da fissare alla base della torre, per effettuare la movimentazione della corona, quando necessario; viene azionato dall'operatore, a distanza di sicurezza, tramite una pulsantiera in bassa tensione. Il motore elettrico, collegato e alimentato dalla presa interbloccata in

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 212 di 319</div>

corrispondenza del portello, trasmette il movimento alla catena del paranco e quindi alle funi di sospensione della corona mobile, consentendo quindi la salita – discesa dei proiettori montati sulla stessa.

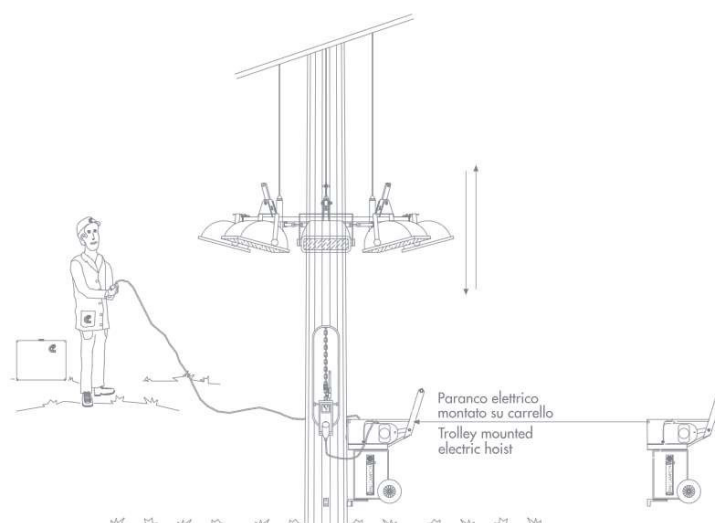


Figura 18: esempio di movimentazione corona proiettori



Caratteristiche dimensionali palo torre faro

- Altezza fuori terra: 30m;
- Diametro di base: 800mm;
- Diametro di testa: 240mm.



6.5 CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE MOLO SU PALO






Figura 19: Tipologia app. per grandi aree e stradale su palo h=12mft a singolo e a doppio sbraccio

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0
Pag. 213 di 319	



Nome prodotto	Giovi M2 – stradale e Giovi high performance
Corpo	in alluminio pressofuso Lega EN-AB 47100 disegnato con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura. Il coperchio permette, una volta rimosso di accedere al vano accessori elettrici.
Attacco palo	in alluminio pressofuso idoneo per pali di diametro da min.46mm a max.76mm orientabile da -20° a +10° per applicazione a frusta, e da 0° a +20° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5°.
Colore - Corpo	Grafite
Diffusore	vetro extra-chiaro sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1:2001).
Ottica	in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV.
Tipo di distribuzione fotometrica	Medio / Comfort
Verniciatura	fase di pretrattamento superficiale del metallo, verniciatura con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline, stabilizzata ai raggi UV.
Verniciatura speciale	a richiesta: verniciatura conforme alla norma UNI EN ISO 9227, test di corrosione in atmosfera artificiale per ambienti aggressivi o marini (fronte mare).
Dissipatore	il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento dei LED con temperature idonee per garantire ottime prestazioni/rendimento ed un' elevata durata di vita.
Superficie esposta al vento (frontale)	252000 mm ²

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 214 di 319</div>

Superficie esposta al vento (laterale)	62000 mm ²
Sigla cablaggio	CLD
Frequenza nominale	50 Hz
Tipo di tensione	AC
Tensione Min (V)	220 V
Tensione Max (V)	240 V
Frequenza Min (Hz)	50 Hz
Frequenza Max (Hz)	60 Hz
Controllo e regolazione	Nessuno
Low flicker	apparecchio con Flicker molto contenuto: luce uniforme per una maggior sicurezza visiva.
Fattore di potenza	≥ 0.9
Surge (modo comune)	10 kV
Surge (modo differenziale)	6 kV
Equipaggiamento - Dotazione	- connettore stagno per una rapida installazione senza dover aprire l'apparecchio.- valvola anticondensa.- dispositivo di controllo della temperatura con ripristino automatico.- dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi.- funzioni integrate ADVANCED PROG.
A richiesta	- dispositivo mezzanotte virtuale, sottocodice - 30- Nema Socket, sottocodice -40 (tappo da ordinare a parte)- Zhaga Socket, sottocodice - 0054 (tappo incluso)
Sorgente luminosa	LED

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 215 di 319</div>

Corrente nominale	700 mA
Flusso luminoso uscente	34615 lm
Potenza totale apparecchio	238 W
CCT	4000 K
CRI	70
Efficienza luminosa	145 lm/W
Temperatura ambiente - max	50 °C
Temperatura ambiente - min	-30 °C
Lumen maintenance Ta 25° (L)	90
Failure Rate (Ta=25°C) (B)	10
LED Rated Life - (h)	100000 hr
Rischio fotobiologico	RG0 Ethr
Norme di riferimento	EN60598-1. Hanno grado di protezione secondo la norma EN60529. Registered Design DM/100271.
Test di laboratorio	conformi alle prove di vibrazione, con certificazione da ente terzo, secondo la norma ANSI C136.31: illuminazione stradale – Vibrazione degli apparecchi di illuminazione. Livello di prova: 3.0G livello 2 per installazione su ponti e cavalcavia.
Marcature - Certificazioni	CE, ENEC+, ZHAGA D4i, ENEC
Classe isolamento elettrico	Classe II
IP (totale apparecchio)	66



	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 216 di 319</div>

IK	IK09
Altezza	121 mm
Larghezza	355 mm
Lunghezza	735 mm
Peso netto	10 kg
Dimensioni codolo	46-76 mm
Garanzia	5 yr
Etichetta energetica	C



6.6 CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE PARCHEGGIO





Figura 20: Tipologia apparecchio da arredo urbano su palo h=9mft a singolo e a doppio sbraccio

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 217 di 319</p>



Nome prodotto	Mini Giovi - high performance - grandi aree
Corpo	in alluminio pressofuso Lega EN-AB 47100 disegnato con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura. Il coperchio permette, una volta rimosso di accedere al vano accessori elettrici.
Attacco palo	in alluminio pressofuso idoneo per pali di diametro da min.46mm a max.76mm orientabile da -20° a +10° per applicazione a frusta, e da 0° a +20° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5°.
Colore - Corpo	Grafite
Diffusore	vetro extra-chiaro sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1:2001).
Ottica	in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV.
Tipo di distribuzione fotometrica	Medio / Comfort
Verniciatura	fase di pretrattamento superficiale del metallo, verniciatura con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline, stabilizzata ai raggi UV.
Verniciatura speciale	a richiesta: verniciatura conforme alla norma UNI EN ISO 9227, test di corrosione in atmosfera artificiale per ambienti aggressivi o marini (fronte mare).
Dissipatore	il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento dei LED con temperature idonee per garantire ottime prestazioni/rendimento ed un' elevata durata di vita.
Superficie esposta al vento (frontale)	155100 mm ²

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 218 di 319</div>

Superficie esposta al vento (laterale)	49500 mm ²
Sigla cablaggio	CLD
Frequenza nominale	50 Hz
Tipo di tensione	AC
Tensione Min (V)	220 V
Tensione Max (V)	240 V
Frequenza Min (Hz)	50 Hz
Frequenza Max (Hz)	60 Hz
Controllo e regolazione	Nessuno
Low flicker	apparecchio con Flicker molto contenuto: luce uniforme per una maggior sicurezza visiva.
Fattore di potenza	≥ 0.9
Surge (modo comune)	10 kV
Surge (modo differenziale)	6 kV
Equipaggiamento - Dotazione	- connettore stagno per una rapida installazione senza dover aprire l'apparecchio.- valvola anticondensa.- dispositivo di controllo della temperatura con ripristino automatico.- dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi.- funzioni integrate ADVANCED PROG.
A richiesta	- dispositivo mezzanotte virtuale, sottocodice - 30- Nema Socket, sottocodice -40 (tappo da ordinare a parte)- Zhaga Socket, sottocodice - 0054 (tappo incluso)
Sorgente luminosa	LED

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 219 di 319</div>

Corrente nominale	700 mA
Flusso luminoso uscente	9732 lm
Potenza totale apparecchio	68 W
CCT	4000 K
CRI	70
Efficienza luminosa	143 lm/W
Temperatura ambiente - max	50 °C
Temperatura ambiente - min	-30 °C
Lumen maintenance Ta 25° (L)	90
Failure Rate (Ta=25°C) (B)	10
LED Rated Life - (h)	100000 hr
Rischio fotobiologico	RG0 Ethr
Norme di riferimento	EN60598-1. Hanno grado di protezione secondo la norma EN60529. Registered Design DM/100271.
Test di laboratorio	conformi alle prove di vibrazione, con certificazione da ente terzo, secondo la norma ANSI C136.31: illuminazione stradale – Vibrazione degli apparecchi di illuminazione. Livello di prova: 3.0G livello 2 per installazione su ponti e cavalcavia.
Marcature - Certificazioni	CE, ENEC+, ZHAGA D4i, ENEC
Classe isolamento elettrico	Classe II
IP (totale apparecchio)	66

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 220 di 319</div>



IK	IK09
Altezza	115 mm
Larghezza	293 mm
Lunghezza	559 mm
Peso netto	6.2 kg
Dimensioni codolo	46-76 mm
Etichetta energetica	C

6.7 CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE PENSILINE





Figura 21: Tipologia plafoniera stagna a Led in policarbonato infrangibile per fissaggio su strutture coperte



Nome prodotto	Echo - monolampada LED - RADAR SENSOR
Corpo	stampato ad iniezione, in policarbonato grigio RAL 7035, infrangibile, stabilizzato ai raggi UV, di elevata resistenza meccanica grazie alla struttura rinforzata da nervature interne.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 221 di 319</div>



Colore - Corpo	Grigio
Diffusore	stampato ad iniezione in polycarbonato con righe interne per un maggior controllo luminoso, autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, finitura esterna liscia per facilitare la pulizia necessaria per avere la massima efficienza luminosa.
Ottica	in acciaio zincato preverniciato bianco a forno con resina poliestere stabilizzato ai raggi UV. Fissata al corpo con innesto rapido mediante dispositivo ricavato direttamente sul corpo.
Sigla cablaggio	CLD
Frequenza nominale	50 Hz
Tipo di tensione	AC
Tensione Min (V)	220 V
Tensione Max (V)	240 V
Frequenza Min (Hz)	50 Hz
Frequenza Max (Hz)	60 Hz
Controllo e regolazione	Sì (Integrato)
Tecnologia Sensore	Sensore di presenza radar sensor
Funzioni Integrate	Movimento, Presenza
Low flicker	apparecchio con Flicker molto contenuto: luce uniforme per una maggior sicurezza visiva.
Fattore di potenza	≥ 0.9

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 222 di 319</div>

Equipaggiamento - Dotazione	-guarnizione di tenuta iniettata in materiale ecologico di poliuretano espanso antinvecchiamento-staffe di fissaggio a plafone e gancio per sospensione in acciaio Inox-connettore rapido-chiusura con ganci e viti di sicurezza in acciaio inox
Sorgente luminosa	LED
Flusso luminoso uscente	2870 lm
Potenza totale apparecchio	19 W
CCT	4000 K
CRI	≥80
Efficienza luminosa	151 lm/W
Temperatura ambiente - max	40 °C
Temperatura ambiente - min	-30 °C
Lumen maintenance Ta 25° (L)	90
Failure Rate (Ta=25°C) (B)	10
LED Rated Life - (h)	80000 hr
Rischio fotobiologico	RG0
Norme di riferimento	EN60598-1. Hanno grado di protezione secondo la norma EN60529. L'apparecchio di illuminazione rispetta i requisiti previsti dai consorzi IFS e BRC, Direttiva HACCP, per gli impianti illuminotecnici nelle industrie alimentari.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 223 di 319</div>

Test di laboratorio	-le norme U.L.94 sono considerate un riferimento comune per indicare il grado di autoestinguenza di un materiale plastico. Il materiale delle stagne è in classe V2: il provino si spegne entro 25”.-resistente alla prova del filo incandescente per 850°C.
Marcature - Certificazioni	CE
Classe isolamento elettrico	Classe I
IP (totale apparecchio)	66
IK	IK10
Altezza	97 mm
Larghezza	92 mm
Lunghezza	1300 mm
Peso netto	1.6 kg
Sensori	Sensore di luce/presenza: dispositivo che rileva qualsiasi presenza entri nel suo campo d'azione.
Etichetta energetica	C

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0



Pag. 224 di 319

6.8 CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHIO ILLUMINAZIONE CABINE ELETTRICHE





Figura 22: Tipologia plafoniera stagna a Led in polycarbonato infrangibile



Nome prodotto	Hydro LED - High Performance
Corpo	stampato ad iniezione, in polycarbonato grigio RAL 7035, infrangibile, stabilizzato ai raggi UV, di elevata resistenza meccanica grazie alla struttura rinforzata da nervature interne.
Colore - Corpo	Grigio
Diffusore	stampato ad iniezione in polycarbonato con righe interne per un maggior controllo luminoso, autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, finitura esterna liscia per facilitare la pulizia necessaria per avere la massima efficienza luminosa.
Ottica	in acciaio zincato preverniciato bianco a forno con resina poliestere stabilizzato ai raggi UV. Fissata al

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 225 di 319</div>

	corpo con innesto rapido mediante dispositivo ricavato direttamente sul corpo.
Sigla cablaggio	CLD-E
Frequenza nominale	50 Hz
Tipo di tensione	AC
Tensione Min (V)	220 V
Tensione Max (V)	240 V
Frequenza Min (Hz)	50 Hz
Frequenza Max (Hz)	60 Hz
Controllo e regolazione	Sì (Integrato)
Low flicker	apparecchio con Flicker molto contenuto: luce uniforme per una maggior sicurezza visiva.
Fattore di potenza	≥ 0.9
Equipaggiamento - Dotazione	-guarnizione di tenuta iniettata in materiale ecologico di poliuretano espanso antinvecchiamento-staffe di fissaggio a plafone e gancio per sospensione in acciaio Inox-connettore rapido-chiusura con ganci e viti di sicurezza in acciaio inox
Sorgente luminosa	LED
Flusso luminoso uscente	9561 lm
Potenza totale apparecchio	59 W
CCT	4000 K

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 226 di 319</div>

CRI	≥80
Efficienza luminosa	162 lm/W
Temperatura ambiente - max	40 °C
Temperatura ambiente - min	5 °C
Lumen maintenance Ta 25° (L)	90
Failure Rate (Ta=25°C) (B)	10
LED Rated Life - (h)	80000 hr
Rischio fotobiologico	RG0
Norme di riferimento	N60598-1. EN60529.L'apparecchio rispetta i requisiti previsti dai consorzi IFS e BRC, Direttiva HACCP, per le industrie alimentari. Il prodotto risponde alla normativa americana Premium LED L90 - 36.000h
Test di laboratorio	-le norme U.L.94 sono considerate un riferimento comune per indicare il grado di autoestinguenza di un materiale plastico. Il materiale delle stagne è in classe V2: il provino si spegne entro 25".-resistente alla prova del filo incandescente per 850°C.
Marcature - Certificazioni	CE, ENEC
Classe isolamento elettrico	Classe I
IP (totale apparecchio)	66
IK	IK10
Altezza	102 mm

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 227 di 319</div>

Larghezza	120 mm
Lunghezza	1260 mm
Peso netto	2.4 kg
Etichetta energetica	C

6.9 TELECONTROLLO E REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Il telecontrollo è realizzato con una rete wireless costituita da tanti nodi quanti sono gli apparecchi di illuminazione o raggruppamenti di essi. Essa costituisce una rete cosiddetta *mesh* in cui i nodi comunicano tra loro creando un'unica rete *wireless* che garantisce una connessione stabile in tutta l'area internodale. La rete *mesh* permette inoltre di dare continuità alla connessione dati anche in caso di guasti su alcuni nodi della rete stessa.

6.9.1 CONFIGURAZIONE TELECONTROLLO DI PROGETTO PER ARMATURE SU PALO

Le armature su palo in progetto sono dotate di un connettore con attacco zhaga tale da permettere una connessione rapida con i nodi *wireless* prelevando alimentazione e segnali DALI, direttamente dal connettore senza necessità di aprire le armature led. L'impianto di telecontrollo in progetto è strutturato in modo che tutti gli apparecchi di illuminazione montati su palo siano dotati di un nodo *wireless* applicato dall'esterno al connettore zhaga dell'armatura led. In

Figura 23 la rappresentazione del sistema di connessione all'apparecchio per la comunicazione wireless.

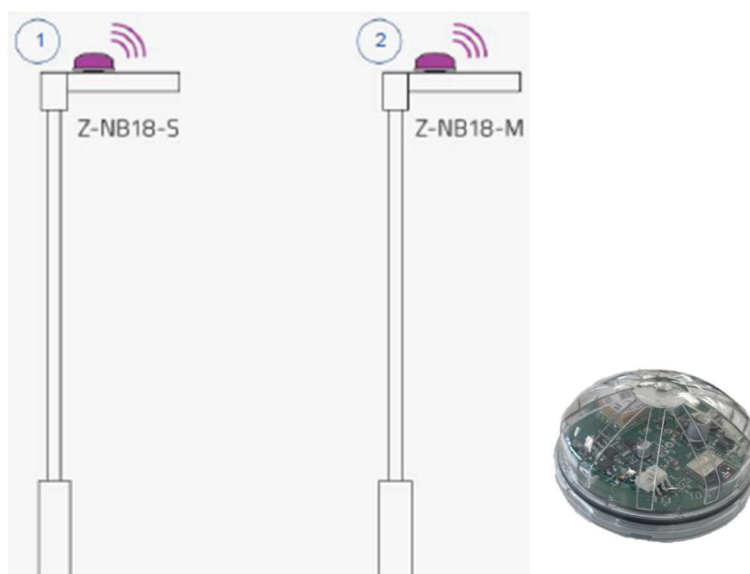




Figura 23: nodo wireless z-nb18 di comunicazione connesso al driver dell'apparecchio led tramite la connessione facilitata zhaga

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 228 di 319</p>

6.9.2 CONFIGURAZIONE TELECONTROLLO DI PROGETTO PER PROIETTORI SU TORRI FARO

I proiettori delle torri faro hanno anch'essi i *driver* di comunicazione DALI ma non sono provvisti di connettore zhaga. In questo caso si adotterà un unico nodo *wireless* per ogni torre faro tramite il componente denominato Z-cube che è un nodo *controller wireless* in grado di gestire fino a 16 *driver* con output DALI. Lo Z-cube andrà cablato direttamente sulla corona porta-proiettori e necessita solo di una alimentazione a 230V derivabile dalla linea dei proiettori. Inoltre, andrà cablato un bus tra lo z-cube e i *driver* dei proiettori per raccogliere le informazioni con protocollo DALI da ogni singolo proiettore della corona mobile. In Figura 24 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** una rappresentazione schematica del nodo Z-cube connesso con bus DALI ai *driver* dei proiettori sulla torre faro. Figura 25 un'immagine tipologica dell'apparato Z-cube da connettere ai *driver* dei proiettori o degli apparecchi di illuminazione in genere.

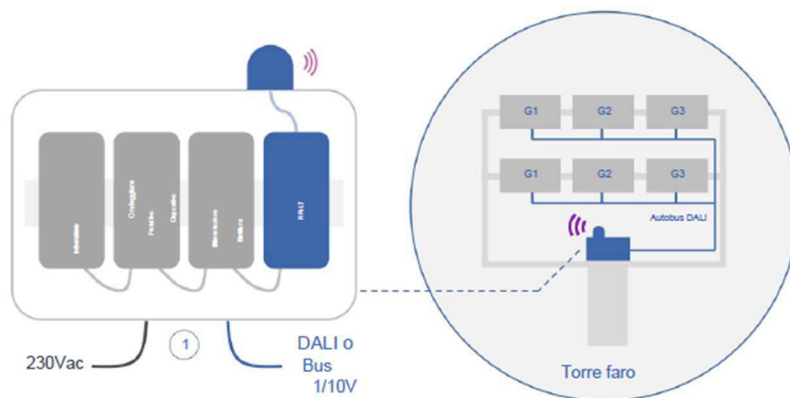


Figura 24: Schema connessione Nodo *wireless* Z-CUBE ai driver dei proiettori Led tramite cavo bus





Figura 25: Nodo *wireless* Z-CUBE di comunicazione per la connessione ai *driver* dei proiettori Led o in generale a gruppi di apparecchi di illuminazione predisposti per il telecontrollo

6.9.3 CONFIGURAZIONE TELECONTROLLO DI PROGETTO PER PLAFONIERE SU PENSILINA

I parcheggi coperti da pensiline fotovoltaiche e il ricovero per il CMS saranno illuminati adottando plafoniere a tenuta stagna idonee per l'esterno e anch'esse dotate di *driver* per comunicazione DALI

In modo del tutto analogo a quanto descritto per le torri faro, la comunicazione delle plafoniere avverrà tramite un nodo Z-cube per ogni fila di N.10 plafoniere, per un totale di N.4 Z-cube.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 229 di 319</p>

Ognuno di essi prenderà alimentazione dal quadro elettrico generale di pensilina e tramite cavo *bus* andrà a connettere in entra-esce tutta la fila delle N.10 plafoniere. In Figura 26 si riporta uno schema di collegamento dello Z-cube wireless alle plafoniere di pensilina. Allo stesso modo anche la struttura per il ricovero CMS dovrà essere dotata di un nodo Z-cube *wireless* per la connessione con cavo *bus* delle N.6 plafoniere presenti.

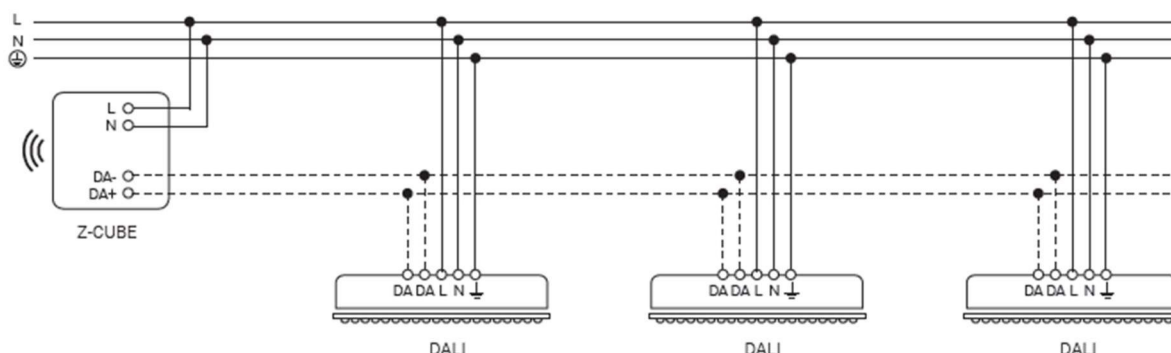


Figura 26: Schema connessione Nodo *wireless* Z-CUBE ai driver delle plafoniere a Led in pensilina tramite cavo *bus*



6.9.4 ARCHITETTURA DI SISTEMA E GESTIONE DA REMOTO PREVISTO IN PROGETTO

Il sistema descritto ai paragrafi precedenti va completato con l'introduzione di due dispositivi di raggruppamento detti *GATEWAY* connessi con cavo *ethernet* al dispositivo server centrale. I dispositivi Z-CUBE e Z-NB18-S creano una rete *mesh* trasmettendo il segnale *wireless* a 2,4GHz. il *GATEWAY* di raggruppamento denominato (Z-GWETH V1) riceve il segnale della maglia *mesh* e lo trasmette via *ethernet* al server centrale denominato ZQxSERVER-LTE-SIM. In Figura 27 la modalità di connessione fra server e *GATEWAY*.

I dispositivi Z-GWETH V1 richiedono l'installazione all'interno di una cassetta in materiale plastico IP67. Essi sono dotati di porta *ethernet* POE e possono pertanto essere alimentati da uno *switch* POE in cabina. I due *GATEWAY* saranno posizionati a distanza compatibile con l'alimentazione POE e avranno l'obiettivo di comunicare, uno con i Z-cube delle torri faro e delle pensiline e il secondo con le armature su palo. Il dispositivo ZQxSERVER-LTE-SIM è installabile su guida DIN, e alimentato tramite alimentatore 10-30Vdc. Il server infine dovrà essere collegato alla stessa rete LAN dei *GATEWAY* (Z-GWETH V1)



Figura 27: Schema connessione tra gateway e server di gestione

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 230 di 319</p>

Il sistema di controllo dell'illuminazione può essere configurato anche tramite app dedicata e può essere *stand-alone* o interconnesso e centralizzato tramite *software*, ospitati sull'intranet del cliente (*on-premises*) o in *cloud*.

Tramite il server ZQxSERVER-LTE-SIM il sistema sarà predisposto ad eventuale integrazione con BMS/SCADA di terze parti. L'integrazione sarà possibile tramite protocollo MODBUS o HTTP Rest API. In Figura 28 lo schema di comunicazione con le possibilità di espansione e gestione del sistema.

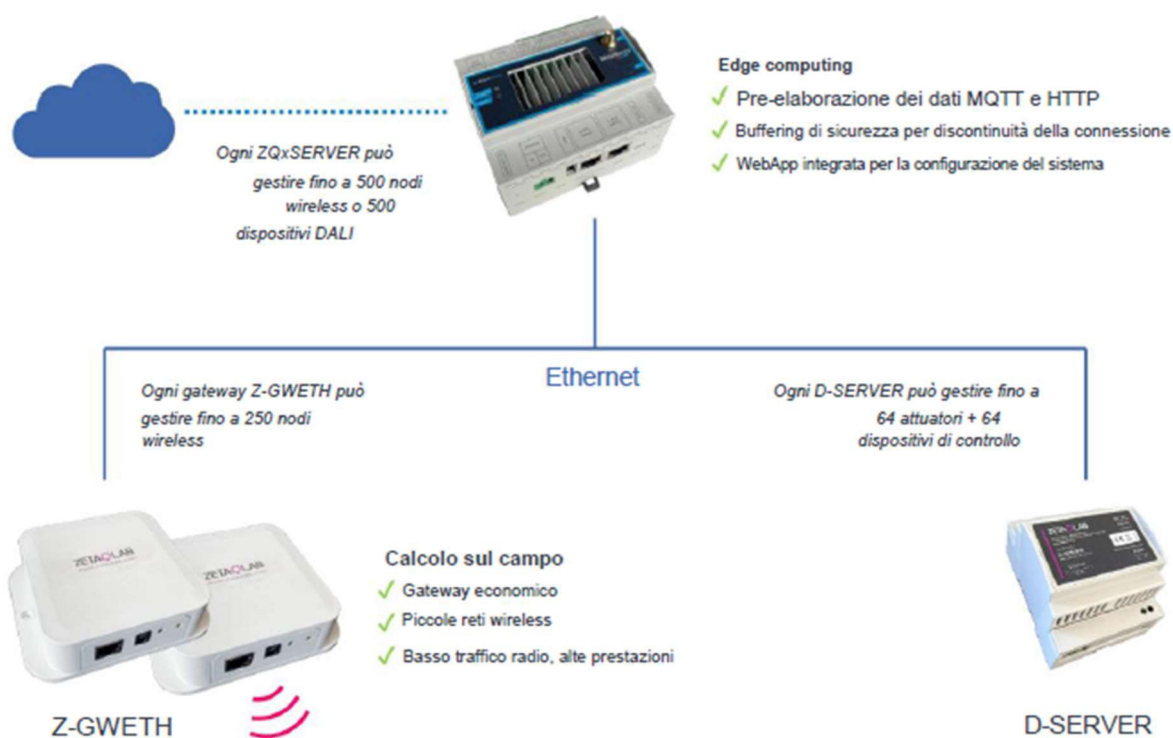




Figura 28: Schema connessione con il server di gestione ed espandibilità del sistema

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 231 di 319</div>

7 PRESCRIZIONI TECNICHE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE

7.1 LEGGI, DECRETI, REGOLAMENTI E NORME



Fermo restando l'obbligo di attenersi alle norme prescritte dalla presente Specifica Tecnica prestazionale e dalla relazione tecnico descrittiva, l'Appaltatore, nell'esecuzione delle opere, sarà tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, i decreti, i regolamenti e le norme specifiche per gli impianti e tutte le disposizioni emanate durante il corso dei lavori da parte degli Enti e delle Autorità Locali, anche se non espressamente citate nei documenti contrattuali.

A titolo indicativo e non esaustivo, si riportano di seguito alcune delle principali disposizioni normative e legislative alle quali l'Appaltatore si deve attenere, senza peraltro esimerlo dall'osservanza di quanto sopra stabilito. Tali norme hanno valore come fossero integralmente riportate.



Gli impianti dovranno essere realizzati secondo le norme UNI e CEI e secondo le normative ISPESL/INAIL, ASL e ARPA applicabili.

Sono da considerare di principale riferimento:


- Norme emanate dal Dipartimento periferico dell'INAIL o dal Servizio Igiene Pubblica dell'ASL territoriale secondo le rispettive competenze, dal Capo Nazionale dei VVF e del Concordato Italiano Incendi, dall'Agenzia regionale per la prevenzione e l'ambiente (ARPA), dal Servizio di Igiene Pubblica dell'ASL di competenza, e da tutte le disposizioni legislative in materia;
- Prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni di eventuali altri Enti emanate ed applicabili agli impianti oggetto dei lavori;
- Norme per il Marchio Italiano di Qualità per i materiali ammessi al regime di tale istituto;
- Legge dello Stato del 27 luglio 1934, n. 1265: Testo unico delle leggi sanitarie, e relative modifiche ed integrazioni;
- D.P.R. del 19 marzo 1956, n. 302: Norme per prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547;
- D.P.R. del 19 marzo 1956, n. 303: Norme generali per l'igiene del lavoro;
- Circolare del 18 dicembre 1958, n. 13643: Ministero dei lavori pubblici - Norme per la progettazione dei lavori relativi alle reti interne di distribuzione degli acquedotti e reti ed impianti di fognature;
- Circolare del 5 maggio 1966, n. 2136: Ministero dei lavori pubblici - Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione di acquedotti;
- Norma ISO n.2631 del 1974: Prescrizioni relative alle vibrazioni;
- Legge del 1° marzo 1968, n. 186 Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- Legge del 10 ottobre 1977, n. 791: Attuazione della direttiva del consiglio delle comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 232 di 319</div>


- Disposizione del 4 febbraio 1977: Ministero dei lavori pubblici - Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettera b), d), e), della legge 10-5-1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- D.M.LL.PP. del 12/12/1985: Norme tecniche per le tubazioni;
- Circolare del 20 marzo 1986, n. 27291: Ministero dei lavori pubblici - Istruzioni relative alla normativa per tubazioni. D.M. 12-12-1985;
- D.P.R. del 24 maggio 1988, n. 236: Attuazione della direttiva CEE numero 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183;
- D.P.R. del 18 aprile 1994, n. 392: Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
- D.P.C.M. del 14 novembre 1997: Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.M. 10 marzo 1998: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- D. Lgs. del 25 febbraio 2000, n. 93: Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione;
- D.P.R. del 6 giugno 2001, n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.lgs. del 8 luglio 2003, n. 235: Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori;
- D. Lgs. del 25 luglio 2006, n. 257: Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro;
- D. Lgs. del 10 aprile 2006, n. 195: Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore);
- Legge dello Stato del 03 agosto 2007, n. 123: Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia;
- D.M. n. 37 22 gennaio 2008: Recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.lgs. del 9 aprile 2008, n. 81 Testo Unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, e successive modifiche e integrazioni;
- D.L. del 30 dicembre 2008, n. 207: Proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni finanziarie urgenti;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 233 di 319</p>

- D.M. del 19 maggio 2010: Ministero dello Sviluppo Economico - Modifica degli allegati al decreto 22 gennaio 2008, n. 37, concernente il regolamento in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- nonché le seguenti norme ANSI, ASHRAE, ISO e UNI:
 - ANSI/TIA 942: Telecommunications infrastructure, Standard for Data Center;
 - Standard IEC Appliances for air-conditioning for household and similar purpose;
 - ASHRAE: Thermal guidelines for Data Processing Environments;
 - ETSI TR 102 489: Thermal Management Guidance for equipment and its deployment
 - UNI EN ISO 5136:2009 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;
 - ISO 9001:2015 Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti;
 - UNI 9182:2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo;
 - UNI 10339:2007: Tubi di acciaio per condotte d'acqua terrestri e marine - Rivestimenti interni di resina epossidica applicati allo stato liquido per la protezione contro la corrosione;
 - UNI 11169:2006: Impianti di climatizzazione degli edifici - Impianti aeraulici ai fini di benessere - Procedure per il collaudo;
 - UNI EN 10255:2007: Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura;
 - UNI EN 12097:2007: Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
 - UNI EN 12101-1:2006: Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Specifiche per le barriere al fumo;
 - UNI EN 12101-2:2017: Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Evacuatori naturali 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 12101-6:2005: Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 6: Specifiche per i sistemi a differenza di pressione - Kit;
 - UNI EN 12237:2004: Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 234 di 319</p>

- UNI EN ISO 12241:2009: Isolamento termico per gli impianti negli edifici e per le installazioni industriali - Metodi di calcolo;
- 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 12735-1:2016: Rame e leghe di rame - Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione - Parte 1: Tubi per sistemi di tubazioni;
- UNI EN 12792:2005: Ventilazione degli edifici - Simboli, terminologia e simboli grafici;
- UNI EN 13136:2019: Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Dispositivi di limitazione della pressione e relative tubazioni - Metodi di calcolo;
- UNI EN 13709:2010: Valvole industriali - Valvole a globo e valvole a globo di intercettazione e ritegno di acciaio;
- UNI EN ISO 14001:2015: Environmental management systems -- Requirements with guidance for use;
- UNI EN 15650:2010: Ventilazione degli edifici - Serrande tagliafuoco;
- UNI EN 15727:2010: Ventilazione degli edifici - Condotte e componenti delle reti di condotte, classificazione della tenuta e prove;
- 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;
- ISO 50001:2018: Sistemi di gestione dell'energia – Requisiti e linee per l'uso;
- Le norme di riferimento antincendio tra le quali:
 - Normativa Nazionale;
 - UNI/TS 11512:2013: Sistemi fissi antincendio - Componenti per sistemi di estinzione incendi a gas – Requisiti e metodi di prova per la compatibilità tra i componenti;
 - Normative Europee;
 - EN 15004-1:2019: Sistemi fissi antincendio - Sistemi di estinzione incendi a gas - Parte 1: Specifiche per sistemi a gas inerti;
 - EN 12094-1:2017: Sistemi fissi antincendio - Componenti per sistemi di estinzione incendi a gas - Parte 1: Bombole ad alta pressione;
 - Normative Internazionali;
 - ISO 14520-1:2015: Sistemi antincendio a gas - Parte 1: Specifiche per agenti estinguenti;
 - NFPA 2001:2020: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems (Normativa sui sistemi antincendio con agente pulito);

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 235 di 319</div>

- Ed in aggiunta
 - Norme di omologazione materiali;
 - Certificazioni CE;
 - Prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni di eventuali altri Enti emanate ed applicabili agli impianti oggetto dei lavori.



7.2 DATI E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Condizioni termoigrometriche esterne considerando per le condizioni critiche i dati forniti dalla ASHRAE 2021c on un tempo di ritorno N pari a 20 anni e per le condizioni standard quanto riportato dalla norma UNI 10349:

- Periodo Estivo (Condizioni critiche):
 - temperatura max bulbo secco: 44,8 °C;
 - temperatura max bulbo umido: 30,7 °C;
 - umidità relativa: 37,4 %;
- Periodo Invernale (Condizioni critiche):
 - temperatura esterna: -2,7 °C;
 - umidità relativa: 60 %;
- Periodo Estivo (Condizioni standard):
 - temperatura max bulbo secco: 33,0 °C;
 - temperatura max bulbo umido: 23,3 °C;
 - umidità relativa: 45 %;
- Periodo Invernale (Condizioni standard):
 - temperatura esterna: 5,0 °C;

Condizioni termoigrometriche interne:

- Locale convertitore e quadri MT
 - Periodo estivo/invernale
 - Temperatura ambiente: 40°C;
- Locale trasformatore:
 - Periodo Estivo/Invernale:
 - Temperatura massima ammissibile: 45°C;
 - Umidità relativa: 20%÷80%;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 236 di 319</div>

- Locale supervisione:
 - Periodo Estivo/Invernale:
 - Temperatura ambiente: 25°C;
- Locale fotovoltaico ed impianti esterni:
 - Periodo Estivo/Invernale:
 - Temperatura ambiente: 40°C.

7.3 PROVE DI COLLAUDO

Costituirà primario oggetto del Collaudo il controllo, a mezzo di misura, delle grandezze fisiche che hanno influenza sul corretto funzionamento delle apparecchiature da installare.



Dovranno essere controllati i valori delle seguenti grandezze:

- Temperatura;
- velocità dell'aria.

Dovranno essere eseguite almeno tre serie di prove, curando che le condizioni di funzionamento possano essere considerate a regime o comunque entro le tolleranze previste:

1. La prima serie di prove si effettuerà facendo funzionare al massimo carico tutte le apparecchiature costituenti l'impianto o nel loro complesso o singolarmente considerate. Raggiunto il regime, si effettueranno le misure delle grandezze che interessano l'efficienza e la massima prestazione delle singole apparecchiature;
2. La seconda serie di prove consisterà nell'esecuzione di tutte le misure che permettono di accertare se, con le condizioni esterne che si verificano durante il collaudo, l'impianto è atto a realizzare e mantenere quelle interne previste nel progetto. Da tali misure il collaudatore, adoperando un corrente procedimento di calcolo, trarrà elementi sufficienti per stabilire se, verificandosi all'esterno condizioni più onerose, l'impianto è idoneo a realizzare e mantenere in tutti i locali le condizioni desiderate all'interno;
3. La terza serie di prove consisterà nel verificare l'efficienza del sistema di regolazione, cioè nel verificare che l'impianto realizzato sia in grado di mantenere le condizioni di progetto in presenza di cause esterne che possono determinare variazioni di regime, quali modificazioni delle condizioni climatiche esterne, dei carichi termici interni (sensibili o latenti), del grado di protezione solare delle schermature o delle tarature dei termostati ambiente.

Se in fase di collaudo dei locali non fossero riscontrati tutti i carichi termici ipotizzati in fase progettuale per i quali è stato dimensionato l'impianto, si dovrà provvedere al noleggio di banchi di carico a portata d'aria e potenza termica variabile.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 237 di 319</div>

7.3.1 CONDIZIONI CLIMATICHE PER L'ESECUZIONE DELLE PROVE DI COLLAUDO

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite in conformità alla normativa vigente, rispettando limiti temporali ed indicazioni climatiche previste dalla UNI 11169.

I collaudi estivi dovranno essere effettuati tra il 1° giugno e il 15 settembre in condizioni climatiche esterne caratterizzate da una temperatura a bulbo secco compresa tra i 31°C e i 38°C ed un'entalpia compresa tra 70,2 kJ/kg e 90,2 kJ/kg.

Mentre i collaudi invernali dovranno essere eseguiti tra il 1° gennaio e il 28 febbraio in condizioni climatiche esterne caratterizzate da una temperatura a bulbo secco compresa tra i -2°C e i 6°C ed un'umidità relativa superiore del 50%.

7.3.2 PROVE PRELIMINARI

Durante l'esecuzione dei lavori si effettueranno in contraddittorie verifiche e prove preliminari, la cui esecuzione dovrà essere ampiamente programmata e condivisa da/con la Direzione Lavori, per accertare la corretta esecuzione delle opere; in particolare per verificare tutte le parti di impianti non più accessibili dopo il completamento dei lavori.

L'esito delle prove dovrà essere opportunamente verbalizzato.



A titolo indicativo e non esaustivo si elencano di seguito alcune prove che dovranno essere effettuate dall'Appaltatore.

- Verifica che il materiale costituente la fornitura per gli impianti corrisponda quantitativamente qualitativamente alle prescrizioni contrattuali;
- Una prova idraulica a freddo delle reti idriche ad una pressione di 1 bar superiore alla normale pressione di esercizio mantenendo tale pressione per almeno 6 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Si riterrà positiva la prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti;
- Una prova preliminare di tenuta a regime per controllare gli effetti della contrazione delle condutture dell'impianto, portando la temperatura al valore inferiore a 5°C rispetto a quella di progetto e mantenendola tale per tutto il tempo occorrente ad una accurata ispezione dell'intera rete di distribuzione dei circuiti di centrale. Il controllo avrà inizio quando il complesso degli impianti avrà raggiunto lo stato di regime della temperatura indicata. Il risultato della prova è favorevole solo quando le contrazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazione permanenti;
- Una prova preliminare della circolazione dell'acqua da effettuarsi portando la temperatura dell'acqua a temperatura ambiente.

Oltre alle prove a carattere idraulico è onere dell'appaltatore verificare che il sistema di controllo abbia completa padronanza di tutti gli eventi critici che si potrebbero verificare durante la vita dell'impianto.

Si precisa che sono a carico dell'Impresa tutte le modifiche da apportare alle opere, anche se già eseguite, in relazione alle eventuali prescrizioni degli Organi, autorità o Enti competenti in sede preventiva ed in sede di collaudo degli impianti.

Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle prove preliminari e delle verifiche suddette l'Impresa rimarrà l'unica responsabile delle deficienze che si riscontrassero in seguito e ciò fino alla fine del periodo di garanzia.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 238 di 319</div>

7.3.3 COLLAUDO FINALE



Sarà eseguito a criterio insindacabile dal Collaudatore, nominato dal Committente.

Il collaudo definitivo avrà lo scopo di accertare:

- che tutti gli impianti e le opere in oggetto siano stati realizzati in conformità alle specifiche contrattuali, a perfetta regola d'arte e con materiali di primaria qualità, nel pieno rispetto delle normative e senza vizi;
- che i rendimenti e le rese di prestazioni delle apparecchiature e degli impianti forniti corrispondano (con lo scarto massimo del 5% oltre le tolleranze degli apparecchi di misura) a quelli indicati in contratto;
- che il funzionamento di tutte le apparecchiature, comprese quelle di sicurezza, controllo, misura e regolazione automatica, risultino tecnicamente razionali e sufficienti allo scopo ed alle prescrizioni contrattuali;
- che gli isolamenti termici ed idrofughi abbiano l'efficienza contrattuale;
- che siano eseguite tutte le opere accessorie a regola d'arte e contrattualmente, che la sistemazione delle centrali tecniche corrisponda ai disegni costruttivi, che tutti gli impianti siano tarati, che tutte le verniciature, sia di antiruggine che di smalto, siano state eseguite e che si sia provveduto agli adempimenti previsti nel progetto esecutivo e nel presente Capitolato;
- che il livello di rumorosità prodotto rientri entro il limite prescritto a capitolato e comunque entro le normative di legge vigenti;
- che sia stata fornita tutta la documentazione relativa all'impianto (tavole “as Built”, manuali tecnici, certificati di garanzia e di omologazione, dichiarazioni di conformità, ecc.);
- che il sistema di supervisione e controllo e i relativi componenti in campo siano in grado di sopperire a tutte le necessità di regolazione/controllo durante eventi a carattere ordinario e critico.

A titolo indicativo e non certo esaustivo si indicano qui di seguito le principali prove e misure che di norma dovranno essere eseguite:

- misura e/o registrazione in continuo per più giorni della temperatura all'interno dei locali nei punti e nelle condizioni indicate dalla D.L. o dal Collaudatore;
- misura della temperatura dei fluidi termovettori nei punti e nelle condizioni indicate dalla D.L. o dal Collaudatore;
- misura della portata dell'acqua nei punti e nelle condizioni indicate dalla D.L. o dal Collaudatore;
- misura del livello di rumorosità prodotto dagli impianti nei punti e nelle condizioni indicate dalla D.L. o dal Collaudatore;
- misura degli assorbimenti elettrici dei motori che azionano le apparecchiature dell'impianto;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 239 di 319</div>

- misure del numero di giri di rotazione di pompe;
- misure chimico-fisiche sulle acque potabili e non in circolo negli impianti;
- una prova di verifica del funzionamento di tutte le apparecchiature con particolare riferimento al controllo delle varie sequenze di funzionamento e dell'intervento di tutti i dispositivi di sicurezza, blocco e segnalazione;
- prova preliminare del regolare funzionamento del sistema di regolazione simulando varie situazioni di scarico e/o anomalie per verificare il regolare esercizio del sistema stesso, con la verifica del regolare azionamento di tutti i comandi e di tutti i segnali analogici e digitali;
- verifica dei dispositivi di sicurezza;
- misura dei rendimenti delle principali apparecchiature di condizionamento.

I risultati delle misure effettuate dovranno essere chiaramente documentati alla D.L. riportando i valori riscontrati o sui disegni di progetto (piante e schermi funzionali) o in apposite tabelle esplicative e comunque in apposita repository da allegare al collaudo finale, accompagnando i valori con una relazione tecnica che precisi i modi, gli strumenti e le condizioni con cui tali misure sono state eseguite.

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

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



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

Qualora nell'effettuare le tarature emerga la necessità d'inserire altri organi di taratura non presenti nel progetto originario, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire tale intervento senza per altro poter richiedere ulteriori compensi in merito, essendo implicito che tale ulteriore dispositivo costituisce elemento necessario per assicurare la corretta funzionalità dell'impianto. A titolo indicativo e non certo esaustivo si indicano qui di seguito le principali tarature che di norma devono essere eseguite:

- taratura dei circuiti aeraulici;
- taratura dei circuiti idrici;
- taratura dei sistemi di misura e regolazione.

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

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

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 240 di 319</div>

Il collaudo definitivo avverrà durante la prima stagione invernale ed estiva successiva all'ultimazione dei lavori, secondo le indicazioni delle norme vigenti e le modalità esecutive prescritte dalle rispettive norme UNI.

L'Appaltatore è impegnato a fornire, in sede di collaudo, tutte le apparecchiature di prova richieste dai collaudatori e tutti gli elementi tecnici che i medesimi riterranno opportuni, predisposti in cantiere alla data prefissata.

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

In deroga a quanto verificato in ordine di tempo sulla esecuzione del collaudo, si precisa che le operazioni verranno iniziate solo quando l'Appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori tutti i permessi e le licenze necessarie rilasciate dagli uffici ed organi di controllo.

7.3.4 MISURE E PROVE STRUMENTALI

Prima di iniziare le operazioni di misurazione, occorre che siano definite e concordate le posizioni nelle quali esse devono essere fatte; i punti di misurazione dovrebbero essere scelti all'interno della zona e dove si presume che le condizioni siano le peggiori.

7.3.5 COLLAUDO DELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

Prima di iniziare le operazioni di misurazione, occorre che siano definite e concordate le posizioni nelle quali esse devono essere fatte; i punti di misurazione dovrebbero essere scelti all'interno della zona e dove si presume che le condizioni siano le peggiori.

MISURA DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

Per le prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna (salvo indicazione contraria) si intende la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 ore precedenti il collaudo, e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura interna e la stessa ora del giorno precedente, ed effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e quelle delle ore 19. In caso di dubbio, si assume la media del diagramma reale della temperatura nelle 24 ore anzidette, rilevata con apparecchio registratore continuo.

Per le prove relative al funzionamento estivo si misura la media registrata dalla temperatura esterna all'ombra, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna.


7.3.6 COLLAUDO DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE

I parametri del microclima interno, le portate d'aria, le prestazioni relative al riscaldamento, raffreddamento ed umidificazione, le caratteristiche elettriche e gli altri valori di progetto devono essere misurati alla portata d'aria nominale del sistema di ventilazione.

In rispetto alla normativa vigente UNI EN 12599 vi prevede il rispetto dei seguenti limiti di tolleranza in fase di misurazione:

Parametri	Tolleranza *
Portata d'aria in ogni singolo terminale	±10%
Portata d'aria impianto	±10%
Temperatura dell'aria di mandata	±2 °C
* I valori indicati comprendono sia le tolleranze ammesse in sede di progetto sia gli errori di misura.	

Tabella 69: Parametri collaudo

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 241 di 319</div>

MISURA DELLA PORTATA D'ARIA ENTRO CONDOTTO

Le misure di portata dovranno essere effettuate in una sezione del canale nella quale i filetti fluidi siano il più possibile paralleli; per questo motivo è necessario che prima e dopo la sezione di misura il canale abbia dei tratti rettilinei sufficientemente lunghi. La lunghezza del tratto rettilineo d'ingresso dipende dalla conformazione del gomito antistante e dalla esistenza o meno di alette di guida.

Tuttavia, dal momento che la velocità dell'aria è raramente uniforme, si dovrà misurarla in più punti della sezione e fare la media dei valori ottenuti.

Saranno utilizzati anemometri a filo caldo o a elica, per misura diretta della velocità dell'aria caratterizzati una precisione almeno del $\pm 0,2$ m/s.

MISURA DELLA PORTATA D'ARIA DEI TERMINALI

Possono essere usati anemometri a filo caldo od a ventolino; la misura deve essere effettuata o dividendo la sezione in più parti e misurando la portata per ognuna di esse o più semplicemente, con l'anemometro a ventolino, muovendo opportunamente lo strumento durante la misura nel piano della sezione frontale del terminale.

L'esito della prova sarà ritenuto positivo quando a tutte le bocchette di mandata e aspirazione, nonché alle griglie di presa aria esterna e di espulsione aria saranno misurate le portate di progetto con una tolleranza non superiore al 10%.

In caso di diffusori lineari a feritoie, per effettuare una misurazione corretta della portata d'aria dovranno essere seguite scrupolosamente le indicazioni fornite dal produttore.

MISURA DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA

Le misure delle condizioni termigrometriche ambiente, nella stagione estiva ed in quella invernale, devono essere effettuate con termometri elettronici digitali (con grado di precisione di $\pm 0,3$ °C), dotati di sonda per ambiente, posti al centro del locale, ad una altezza di 1.5 m dal pavimento e con gli opportuni accorgimenti atti ad evitare possibili influenze radianti sull'elemento sensibile.

La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente, non dovrà essere maggiore di 1°C.

La differenza tra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto, non dovrà essere maggiore di 1°C in inverno e 2°C in estate.

L'Appaltatore deve raccogliere i risultati dei collaudi in apposite tabelle, nelle quali devono essere chiaramente riportati: la data di effettuazione, le grandezze misurate, i valori rilevati, i valori di progetto o limite.



7.3.7 COLLAUDO DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE

Consisterà nel verificare il corretto funzionamento del sistema di regolazione, cioè nel verificare che l'impianto realizzato sia in grado di mantenere le condizioni di progetto in presenza di cause esterne che possono determinare variazioni di regime, quali modificazioni delle condizioni climatiche esterne, dei carichi termici interni (sensibili o latenti) o delle tarature dei termostati ambiente.

7.3.8 PRESCRIZIONI VARIE

La disposizione delle apparecchiature dovrà essere tale da permettere l'accessibilità a tutti i componenti e lo smontaggio e sostituzione delle singole parti senza dover procedere a particolari smontaggi o modifiche delle apparecchiature circostanti.

I componenti dovranno essere scelti in modo da garantire la massima compatibilità e la facilità ed economia di manutenzione, tra loro e rispetto a quanto già installato.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 242 di 319</div>

Tutte le parti metalliche, non zincate o pre-verniciate, dovranno essere protette con due mani di antiruggine, anche se successivamente dovranno essere isolate.

Tutte le macchine dovranno rispettare lo standard ASHRAE 90.1.2010 e dovranno essere dotate di apposita etichettatura installata dal produttore, riportante i parametri e le caratteristiche necessarie a dimostrare il rispetto di quanto richiesto dallo standard stesso.

7.3.9 ONERI PARTICOLARI COMPRESI NEL PREZZO A CORPO DEL LOTTO

Oltre a quanto già specificatamente riportato nei precedenti paragrafi si ribadisce che risultano a carico dell'Appaltatore in quanto compresi tra gli oneri generali nel prezzo a corpo delle opere in appalto i seguenti oneri.

TARATURE DEGLI IMPIANTI

La messa a punto degli impianti sarà a cura dell'Appaltatore e comprende ovviamente la taratura di tutti i circuiti idrici ed aeraulici, con interventi sulle valvole e sulle serrande di taratura al fine di garantire le corrette portate previste a progetto nonché la corretta distribuzione dell'aria in ambiente.

Qualora nell'effettuare le tarature emerga la necessità di inserire altri organi di taratura non presenti nel progetto originario l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tali interventi senza per altro poter richiedere ulteriori compensi in merito, essendo implicito che

ISTRUZIONE DEL PERSONALE E DOCUMENTAZIONE

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

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

A completamento della documentazione tecnica illustrativa dell'impianto l'Appaltatore dovrà produrre tutti i disegni “as built” che dovranno essere consegnati sia su supporto informatico, sia su copia cartacea.

GESTIONE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI FINO A COLLAUDO FINALE

Gli impianti tecnologici o parti di essi potranno, ove necessario, essere messi in funzione ed utilizzati prima del completamento delle opere.


Ciò premesso, resta stabilito ed accettato dall'Appaltatore che egli avrà come suoi oneri la gestione, la conduzione, la manutenzione ordinaria e straordinaria di tali impianti fino ad avvenuto collaudo positivo delle opere.

Le suddette azioni dovranno essere espletate con modalità e con personale abilitato ai sensi delle vigenti disposizioni legislative.

La conduzione degli impianti dovrà garantire la assoluta continuità di esercizio degli stessi in relazione alle esigenze della Stazione Appaltante.

Restano a carico della Stazione Appaltante i consumi energetici ed i prodotti di consumo, oltre a quelli relativi al primo avviamento, anche per gli altri impianti e sistemi previsti nel presente progetto.

Gli oneri della suddetta conduzione, gestione e manutenzione, si intendono compresi nelle spese generali dell'Impresa e come tali l'Appaltatore non avrà diritto a richiedere alcun ulteriore compenso.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 243 di 319</div>

7.3.10 PROVE E CAMPIONATURE

L'Appaltatore dovrà eseguire prove di materiali, apparecchiature o componenti di impianto quando ciò sia richiesto dal Committente o dalla D.L. e con le modalità con la stessa concordata; i risultati dovranno essere comunicati per iscritto al fine di poter dare l'approvazione. Le prove di cui sopra saranno richieste soprattutto nel caso di apparecchiature e materiali con insufficienti documentazioni del costruttore o del fornitore, o per soluzioni ed applicazioni di apparecchiature, materiali e componenti di impianto per le quali si ritiene necessaria una verifica di funzionamento prima della approvazione all'installazione. Le prove saranno eseguite in cantiere od in altra sede secondo quanto concordato.

L'Appaltatore dovrà fornire, su richiesta della D.L. e con le modalità con la stessa concordate, campionature di materiali di apparecchiature e/o modalità di esecuzione e di costruzione di componenti degli impianti. Le campionature dovranno essere chiaramente elencate e contrassegnate in modo che l'approvazione sia data senza possibilità di equivoci. Qualora le campionature sottoposte alla D.L. non siano da questa approvate, l'Appaltatore dovrà sottoporre altre fino alla avvenuta approvazione. Prima di procedere all'approvvigionamento di tutti i materiali, apparecchiature e componenti, descritti nel computo metrico o comunque da installare nell'impianto, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali dei componenti.

Il materiale non approvato non potrà in nessun caso ritenersi idoneo per l'impiego. L'approvazione del materiale non costituirà comunque accettazione, e non pregiudicherà in nessun caso i diritti dell'Amministrazione Appaltante in sede di Collaudo. Per quanto riguarda la scelta dei componenti e dei macchinari, si precisa che il Committente avrà facoltà di richiedere la colorazione più opportuna per gli stessi, senza per questo incorrere in alcuna variante economica.

7.3.11 CERTIFICAZIONI – PROVE E VERIFICHE

L'Appaltatore deve raccogliere i risultati dei collaudi in apposite tabelle.

In tali tabelle devono essere chiaramente riportati: le sigle delle apparecchiature collaudate, la data di effettuazione, le grandezze misurate, i valori rilevati, i valori di progetto o limite, lo strumento utilizzato.



GRUPPO FRIGORIFERO CONDENSATO AD ARIA

CERTIFICAZIONI

- presentazione certificato di conformità della apparecchiatura “Bassa Tensione” (73/23/CE) alla direttiva “Macchine” (89/23/CE) ed alla direttiva “Compatibilità elettromagnetica” 89/336/CE; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento;
- presentazione di certificati di conformità dei componenti alle schede tecniche approvate (a norma UNI EN 10204, punto 2.2);
- Certificazione della resa secondo AHRI 340/360, che deve risultare \geq di quella indicata alla Tabella 6.8.1-2 detta norma ASHRAE 90.1-2010.

VERIFICHE DI COLLAUDO

- verifica verbali prove di tenuta e di pressione tubazioni idrauliche;
- verifica funzionamento sicurezze antigelo, alta e bassa pressione;
- misurazione temperature ingresso ed uscita scambiatori di calore;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 244 di 319</div>

- misurazione pressione differenziale a cavallo scambiatori di calore e calcolo delle portate corrispondenti;
- calcolo delle potenze termiche e frigorifere erogate dai gruppi sulla base delle portate e delle temperature rilevate;
- misurazione in opera del livello di pressione sonora;
- misurazione in opera degli assorbimenti elettrici compressori e ventilatori;
- misurazione in opera della portata aria di condensazione;
- misurazione in opera delle temperature di ingresso ed uscita aria di condensazione;
- calcolo indiretto della potenza frigorifera erogata, sulla base della potenza termica smaltita e degli assorbimenti elettrici rilevati.

ELETTROPOMPE

CERTIFICAZIONE

- presentazione certificato di conformità della apparecchiatura “Bassa Tensione” (73/23/CE) alla direttiva “Macchine” (89/23/CE) ed alla direttiva “Compatibilità elettromagnetica” 89/336/CE; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento;
- presentazione di certificati di conformità dei componenti alle schede tecniche approvate (a norma UNI EN 10204, punto 2.2).



VERIFICHE E COLLAUDO

- misura in opera differenza pressione a cavallo elettropompe;
- misura in opera assorbimenti elettrici elettropompe;
- verifica sui diagrammi delle elettropompe della congruenza dei dati rilevati.

RETI DI DISTRIBUZIONE

VERIFICHE DI COLLAUDO

- Prova idraulica a freddo da eseguirsi se possibile, per tratti di rete, in corso di esecuzione degli impianti, ed in ogni caso ad impianti ultimati, prima di effettuare le successive prove descritte al punto b). Le prove di pressione generali sugli impianti e sui vari circuiti saranno eseguite ad una pressione di prova non inferiore ad 1,5 volte la pressione di esercizio, lasciando il tutto sotto pressione per 12 ore. Eventuali apparecchiature, montate sulle tubazioni, che potessero danneggiarsi sotto tale pressione di prova, andranno preventivamente smontate ed i rispettivi attacchi andranno chiusi con tappi filettati o flange. L'esito della prova si riterrà positivo se nell'arco delle dodici ore non si saranno verificate perdite di pressione e non saranno state rilevate fughe o deformazioni permanenti;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 245 di 319</div>

- Prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera a). Per gli impianti ad acqua calda, portando la temperatura dell'acqua nelle reti di distribuzione alla temperatura di progetto. Il risultato della prova sarà positivo solo quando in tutti i punti delle reti e negli apparecchi utilizzatori, l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza le variazioni di volume dell'acqua contenuta nell'impianto. Per i fluidi di raffreddamento la prova consisterà nella verifica della regolare circolazione e dell'efficienza del vaso di espansione.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con la D.L. o chi delegato per essa, e di ognuna sarà redatto apposito verbale.

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



CONDIZIONATORI DI PRECISIONE

CERTIFICAZIONI

- presentazione certificato di conformità della apparecchiatura “Bassa Tensione” (73/23/CE) alla direttiva “Macchine” (89/23/CE) ed alla direttiva “Compatibilità elettromagnetica” 89/336/CE; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento;
- presentazione di certificati di conformità dei componenti alle schede tecniche approvate (a norma UNI EN 10204, punto 2.2).

VERIFICHE DI COLLAUDO

- verifica verbali prove di tenuta e di pressione tubazioni idrauliche;
- misurazione temperature ingresso ed uscita scambiatori di calore;
- misurazione pressione differenziale a cavallo scambiatori di calore e calcolo delle portate corrispondenti;
- misurazione in opera del livello di pressione sonora;
- misurazione in opera degli assorbimenti elettrici;
- misurazione in opera delle temperature di ingresso ed uscita aria;
- calcolo indiretto della potenza frigorifera erogata, sulla base della potenza termica smaltita e degli assorbimenti elettrici rilevati.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 246 di 319</div>

UNITÀ VENTILANTI

CERTIFICAZIONI

- presentazione certificato di conformità della apparecchiatura “Bassa Tensione” (73/23/CE) alla direttiva “Macchine” (89/23/CE) ed alla direttiva “Compatibilità elettromagnetica” 89/336/CE; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento;
- presentazione di certificati di conformità dei componenti alle schede tecniche approvate (a norma UNI EN 10204, punto 2.2).

VERIFICHE DI COLLAUDO

- misura in opera portata aria;
- misura in opera differenza pressione a cavallo ventilatori;
- misura in opera assorbimenti elettrici ventilatori;
- verifica pressioni di intervento pressostati differenziali (quando presenti).



CANALIZZAZIONI DI DISTRIBUZIONE ARIA

CERTIFICAZIONI

- Deve essere presentata certificazione di conformità della costruzione ed installazione delle canalizzazioni alle schede tecniche ed ai disegni costruttivi presentati per approvazione; allegata alla certificazione di conformità deve essere presentata una dichiarazione che attesti che le installazioni sono pronte per il collaudo;
- Per le serrande tagliafuoco deve essere presentata certificazione di conformità della fornitura al campione sottoposto a prova di laboratorio.

VERIFICHE DI COLLAUDO

- Le prove, a cura e spese della Ditta, devono essere eseguite secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12599, prima della applicazione di eventuali rivestimenti isolanti;
- Per i canali di classe di pressione “A” non è richiesta una specifica prova per la verifica della tenuta; comunque la realizzazione e la successiva installazione dei canali devono essere sempre curate perché non si abbiano palesi perdite d'aria nelle normali condizioni di esercizio;
- Per i canali di classe di pressione B, C e D le prove di tenuta devono essere realizzate secondo quanto specificato nelle norme UNI EN 12237 2e UNI EN 12599;
- Indipendentemente dall'esito della prova, dovranno essere eliminate eventuali perdite che siano fonti di rumorosità.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 247 di 319</div>

TERMINALI DI DISTRIBUZIONE ARIA (BOCCHETTE, DIFFUSORI, GRIGLIE)

VERIFICHE DI COLLAUDO

A montaggi ultimati deve essere effettuata la regolazione e la taratura delle portate d'aria di ogni apparecchio.

Le misure di collaudo saranno effettuate solo dopo aver completato il bilanciamento degli impianti.

L'Appaltatore, per ogni apparecchio di distribuzione o presa d'aria, deve raccogliere ordinatamente in apposite tabelle i seguenti dati:

- sigla e numero progressivo di identificazione (riportati sui disegni come costruito);
- portata di progetto;
- sezione di misura;
- velocità rilevata;
- strumento utilizzato;
- portata effettiva misurata.



UNITÀ ESTERNE IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA

CERTIFICAZIONI

- presentazione certificato di conformità della apparecchiatura “Bassa Tensione” (73/23/CE) alla direttiva “Macchine” (89/23/CE) ed alla direttiva “Compatibilità elettromagnetica” 89/336/CE; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento;
- presentazione di certificati di conformità dei componenti alle schede tecniche approvate (a norma UNI EN 10204, punto 2.2);
- Certificazione della resa secondo AHRI 1230, che deve risultare \geq di quella indicata alla Tabella 6.8.1-10 detta norma ASHRAE 90.1-2010.

VERIFICHE DI COLLAUDO

- verifica verbali prove di tenuta e di pressione tubazioni refrigerante;
- verifica verbali avviamento a cura del costruttore;
- verifica funzionamento sicurezze antigelo, alta e bassa pressione;
- verifica pressione e temperature di evaporazione e condensazione;
- misura portata aria allo scambiatore;
- misura temperatura ingresso e uscita aria;
- misurazione in opera del livello di pressione sonora;
- misurazione in opera degli assorbimenti elettrici compressori;
- calcolo indiretto della potenza frigorifera erogata, sulla base della potenza termica smaltita e degli assorbimenti elettrici rilevati.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 248 di 319</div>

UNITÀ INTERNE IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA

CERTIFICAZIONI

- presentazione certificato di conformità della apparecchiatura “Bassa Tensione” (73/23/CE) alla direttiva “Macchine” (89/23/CE) ed alla direttiva “Compatibilità elettromagnetica” 89/336/CE; nel certificato di conformità devono essere specificate le norme di riferimento;
- presentazione di certificati di conformità dei componenti alle schede tecniche approvate (a norma UNI EN 10204, punto 2.2).

VERIFICHE DI COLLAUDO

- prova di tenuta collegamenti idraulici, come da specifica relativa alle tubazioni;
- prova di tenuta circuiti scarico condensa;
- misura in opera portata aria mandata alla media velocità;
- temperature (bulbo secco e quando necessario bulbo umido) di aspirazione e di mandata aria, con calcolo della potenza termica emessa.

7.4 TUBAZIONI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE



7.4.1 TUBAZIONI IN ACCIAIO

Le tubazioni in acciaio per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione estiva ed invernale dovranno essere in acciaio nero trafilato secondo UNI EN 10255:2007 serie media per diametri fino a 4" e secondo UNI EN 10216-1:2014) per tubazioni di diametro superiore.

- a) Per diametri da 1/2" sino a 4".

DIAMETRI	TUBO NON FILETTATO ESTREMITÀ LISCE	TUBO FILETTATO E CON MANICOTTO
Pollici [inch]	Peso [kg/m]	Peso [kg/m]
1/2"	1.080	1.090
3/4"	1.390	1.400
1"	2.200	2.220
1"1/4	2.820	2.850
1"1/2	3.240	3.280
2"	4.490	4.560
2"1/2	5.810	5.930
3"	7.650	7.820
4"	11.000	11.300

Tabella 70: Tubazioni in acciaio per diametri da 1/2" a 4"

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 249 di 319</div>

b) Per diametri da DN 125 (5") sino a DN 400.

DIAMETRO NOMINALE	DIAMETRO EST. (mm)	SPESSORE A Norma UNI 10216-1 [mm]	PESO [kg/m]
DN 125 (5")	139,7	4,0	13,5
DN 150 (6")	168,3	4,5	18,1
DN 200 (8")	219,1	5,9	31,0
DN 250 (10")	273,0	6,3	41,6
DN 300 (12")	323,9	7,1	55,6
DN 350 (14")	355,6	8,0	68,3
DN 400 (16")	406,4	8,8	85,9

Tabella 71: Tubazioni in acciaio per diametri da 5" a 16"

Le flange saranno del tipo a saldare di testa UNI EN 1092:2013 e seguenti secondo la pressione nominale d'esercizio. Le flange cieche saranno rispondenti alla norma UNI EN 1092:2013. Tutte le flange dovranno avere il risalto di tenuta UNI EN 1092-1:2018 ed il diametro esterno del collarino corrispondente al diametro esterno della tubazione (ISO). Nell'eventualità di situazioni di poco spazio potranno essere utilizzate flange di tipo COMPACT realizzate secondo normativa ANSME B 16.5, ASME VIII

Le guarnizioni da usare saranno tipo Klingerite spessore 2 mm. I bulloni saranno a testa esagonale con dado esagonale o classe di resistenza 8.8 e dadi classe di resistenza 8G; per applicazioni all'esterno i bulloni saranno comunque cadmiati o inox. Le curve saranno in acciaio stampato a raggio stretto e seguenti senza saldatura per i diametri oltre DN 20. I raccordi e le derivazioni saranno in acciaio nero UNI EN 10253-1/2002. Si potranno utilizzare curve piegate a freddo sino al diametro 1"¼ massimo compreso. Non saranno in alcun modo ammesse curve a spicchi od a pizzicotti.

Il dimensionamento delle suddette tubazioni e la valutazione delle perdite di carico delle stesse dovranno essere eseguito considerando i seguenti parametri:

- velocità massima dell'acqua: 2 m/s;
- caduta di pressione complessiva (continue e localizzate) compresa tra 100 e 300 Pa/m.


Non dovrà essere ammesso l'uso di tubazioni, anche se di origine S.S. particolarmente ossidate per prolungata sosta in cantiere, la cui incidenza ossidata superi 1/100 dello spessore del tubo; parimenti non dovranno essere accettate quelle tubazioni zincate che per lavorazioni di cantiere presentino, anche in misura modesta, manomessa la continuità ed integrità del velo di zincatura.

Dovranno essere consentite giunzioni delle tubazioni in acciaio nero realizzate mediante l'impiego di pezzi speciali filettati in ghisa malleabile bordata e rinforzata fino al diametro 1"1/2, mentre le giunzioni per i diametri superiori dovranno essere realizzate mediante saldatura autogena o sistema a giunti scanalati.

Le saldature dovranno essere eseguite con metodo ad arco od ossiacetilenico, dovranno essere esenti da scorie ed eseguite da saldatori qualificati. Tubazioni ed apparecchi all'interno del fabbricato dovranno essere ben distanti dalla posizione dei corpi illuminanti e da porte, finestre o da altre aperture. Le tubazioni installate in alto dovranno essere visibili il meno possibile.

Dovrà essere lasciato, dalle pareti, dai soffitti e dai pavimenti uno spazio sufficiente a permettere la saldatura dei giunti. Si dovrà consentire alle tubazioni la possibilità di espandersi e contrarsi liberamente. Le tubazioni non dovranno essere annegate, ricoperte o isolate finché non siano state ispezionate, provate ed approvate. Materiali ed apparecchiature dovranno essere protetti dalle intemperie.

Le diramazioni delle reti collettrici dovranno essere realizzate mediante raccordi ad invito nel senso di circolazione del fluido, mentre le giunzioni tra tubazioni di diametro diverso dovranno essere effettuate

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 250 di 319</div>

mediante idonei raccordi conici. Non dovrà essere consentito l'innesto diretto di una tubazione di diametro inferiore in altra di diametro superiore, come dovrà essere altresì da evitarsi l'impiego di curve a gomito, e comunque sul tubo, che non presentino un raggio di curvatura di almeno 1,5 volte il diametro della tubazione.

Le saldature dovranno essere eseguite con metodo ad arco od ossiacetilenico realizzate come di seguito:

- smussatura dei raccordi a 37, 50°;
- eliminazione delle scorie con martello, scalpellatura, ecc. fino a rendere le superfici pulite e prive di sbavature;
- adozione, per l'alimentazione delle saldatrici ad arco, di conduttori schermati per eliminare la possibilità di correnti indotte;
- fusione completa del metallo di apporto con quello base in modo omogeneo.

Le saldature dovranno essere esenti da scorie ed eseguite da saldatori qualificati e certificati per l'esecuzione corretta di tale lavoro. Le reti da realizzare in tubo di acciaio zincato dovranno essere tutte corredate di pezzi di raccordo e derivazioni in ghisa malleabile rinforzata, bordata e fortemente zincata. Come sopra detto, anche in questo caso non dovrà essere consentito l'adozione di gomiti con raggio di curvatura inferiore a 1,5 volte il diametro della tubazione, fatta eccezione per i diametri di modesta entità (3/8", 1/2", 3/4").

Non dovrà essere, inoltre, consentito l'impiego di manicotto a filettature destra e sinistra ma, ove occorra, si dovranno adottare scorrevoli filettati con controdado di fissaggio. Nell'effettuare la filettatura per procedere all'attacco dei pezzi speciali, ci si dovrà preoccupare che la lunghezza della stessa sia strettamente proporzionata alle necessità in modo da garantire che non si verifichino soluzioni di continuità nella zincatura superficiale delle tubazioni. Per gli attacchi a vite dovrà essere impiegato materiale per guarnizione di prima qualità e, comunque non putrescibili od a impoverimento di consistenza nel tempo. In linea di massima tutte le reti di distribuzione del fluido vettore, aventi percorsi orizzontali, dovranno essere sistemate in piano, senza contropendenze nel senso inverso di circolazione; per le tubazioni al servizio dell'impianto di climatizzazione si dovrà porre particolare cura nell'evitare punti alti non sfogabili che possano creare difficoltà alla circolazione del fluido nelle tubazioni stesse.

Le staffe di sostegno delle tubazioni e delle apparecchiature della centrale dovranno essere realizzate in profilati d'acciaio statiche ed in versione sismica, esenti da ossidazioni apprezzabili, con zincatura a caldo per immersione.



Gli ancoraggi, i profilati speciali prefabbricati e la relativa bulloneria dovranno essere realizzati in acciaio zincato o cadmiato.

Il montaggio delle tubazioni dovrà essere effettuato in modo tale da consentire la continuità dei rivestimenti isolanti,

anche in corrispondenza degli appoggi sugli staffaggi, nonché il libero scorrimento alle dilatazioni.

Tutte le tubazioni in acciaio nero in corso di montaggio dovranno essere protette alle loro estremità libere da opportuni tappi per evitare l'introdursi di polvere o sporcizia; a tale uso non dovranno essere consentiti chiusure in nylon, plastica e stracci. Nei depositi di cantiere le barre di tubo, in attesa di impiego, dovranno essere protette dagli agenti atmosferici ad evitare processi di ossidazione, per quelle in acciaio nero, e da aggressioni chimiche deterioranti per quelle in acciaio zincato.

Il percorso delle tubazioni, sia orizzontali che verticali indicato sugli elaborati grafici esecutivi, dovrà essere in ogni caso rispettato; nel caso di difformità dovute a causa di forza maggiore o conseguenti a variazioni dell'impianto, le modifiche da apportare ai percorsi delle tubazioni dovranno essere preventivamente sottoposte all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 251 di 319</div>



Tutte le tubazioni, dopo il montaggio, saranno sottoposte a prova di pressione. La pressione di prova sarà 1,5 volte la pressione massima d'esercizio. Il sistema sarà mantenuto in pressione per 24 ore con manometri registratori e documentazione fotografica; durante tale periodo verrà eseguita una ricognizione allo scopo d'identificare eventuali perdite che saranno successivamente eliminate.

La D.L. avrà la facoltà di fare eventualmente ripetere le prove. Dopo la prova idraulica e prima della messa in esercizio degli impianti, le tubazioni saranno accuratamente lavate. Il lavaggio dovrà essere effettuato scaricando acqua dagli opportuni drenaggi, sino a che essa non esca pulita. Il controllo finale dello stato di pulizia avverrà alla presenza della D.L.

SPECIFICHE PER L'ESECUZIONE DELLE SALDATURE DI TUBAZIONI E FLANGE

Ambedue le estremità delle tubazioni da saldare, qualora non siano già preparate in ferriera, devono essere tagliate con cannello da taglio e poi rifinite a mola secondo DIN 2559 e cioè:

- spessore sino a 4 mm sfacciatura piana, distanza fra le testate prima della saldatura 1.5÷4 mm. (fig. 1 DIN 2559);
- spessore superiore a 4 mm bisellatura conica a 30°, più sfacciatura piana interna per 2 mm. (fig. 2 DIN 2559) distanza fra le testate piane prima della saldatura 1.5÷3 mm, in modo da assicurare uno scostamento massimo di ± 0.5 mm del lembo da saldare dal profilo teorico c.s.d.;
- le saldature devono essere eseguite a completa penetrazione;
- per tubazioni di diametro uguale o superiore a 1" è prescritta la saldatura elettrica in corrente continua generata da saldatrici rotative e non da saldatrici statiche;
- è richiesto l'uso di elettrodi Citoflex per la prima passata e OP 48 per la seconda passata e le successive;
- per adottare elettrodi diversi l'Appaltatore deve chiedere il benestare alla Committente circa il tipo e le qualità degli elettrodi che propone in alternativa; comunque gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature delle tubazioni sono esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale Aeronautico) per l'impiego specifico;
- ogni saldatura deve essere punzonata in posizione visibile dall'esecutore. L'Appaltatore deve presentare in offerta l'elenco dei nominativi dei saldatori patentati RINA, la loro qualifica secondo UNI 4633, e le loro posizione assicurativa in seno alla ditta stessa.
- Agli effetti del pagamento non saranno conteggiate le saldature che risultassero senza punzonatura dopo la loro ultimazione:
- prima dell'inizio dei lavori, a giudizio della Committente, può essere richiesta una prova di saldatura al banco per tutti i saldatori impiegati;
- non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura;
- qualora le tubazioni risultassero ovalizzate saranno adottati opportuni accorgimenti tali da eliminare le ovalizzazioni stesse in modo che prima di iniziare la saldatura i lembi risultino perfettamente allineati.

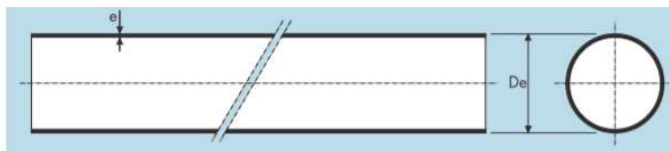
	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 252 di 319</div>

È prescritto (a carico dell'Assuntore, ove previsto dal progetto) un certo quantitativo di radiografie, a discrezione della Committente, sulle saldature delle tubazioni di acqua surriscaldata, refrigerata, aria compressa, gas metano nella misura del 5 % del numero di saldature effettuate. Per ogni saldatura difettosa (che deve essere rifatta a cura e spese dell'Assuntore) sarà effettuata una radiografia supplementare sempre a cura e spese dell'Assuntore. I risultati delle radiografie (lastre e referti) devono essere consegnati alla Committente.

In caso di insufficiente penetrazione ed eccessivo disallineamento dei lembi, sarà imposto il rifacimento della saldatura, previa asportazione con mola a disco della saldatura difettosa.

7.4.2 TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ PEAD A NORMA UNI EN 12201



Diametro esterno De mm	SDR 11		
	PN 16		
	e mm	Barre	Rotoli
20	2,0		●
25	2,3	●	●
32	3,0	●	●
40	3,7	●	●
50	4,6	●	●
63	5,8	●	●
75	6,8	●	●
90	8,2	●	●
110	10,0	●	●
125	11,4	●	
140	12,7	●	
160	14,6	●	
180	16,4	●	
200	18,2	●	
225	20,5	●	
250	22,7	●	
280	25,4	●	
315	28,6	●	
355	32,2	●	
400	36,3	●	
450	40,9	●	
500	45,4	●	
560	50,8	●	
630	57,2	●	
710			
800			
900			
1.000			



La tubazione in polietilene per il trasporto dell'acqua potabile e meteorica in pressione dovrà essere di tipo PE100 (MRS 10 MPa) Sigma 80 – SDR 11 – PN 16 di colore nero con bande azzurre coestruse sulla superficie esterna, interamente rispondenti alla norma UNI EN 12201, UNI 10910 per tubi di PE 100, ed al marchio I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici), per trasporto di liquidi in pressione, dotati di certificati di rispondenza alle disposizioni del Ministero della Sanità relative ai manufatti per liquidi alimentari (Dec. Min. n. 174 del 6 Aprile 2004).

Potranno essere impiegati raccordi a compressione o elettro saldabili prodotti dalle migliori case costruttrici. L'accatastamento all'aperto dei tubi deve essere protetto dai raggi solari diretti.

Il tubo va posto in opera su un letto di circa 15 cm. di sabbia fine e comunque di terra o sabbia vagliata, adottando analoga disposizione, simmetrica, nel rinterro.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 253 di 319</div>

Il letto di posa dovrà essere perfettamente livellato e soffice, escludendo, però l'impiego di qualunque altro materiale che non sia terra o sabbia vagliata.

Completano la corretta posa in opera i nastri di segnalazione tipo safer da posarsi 30/50 cm sopra la tubazione e dopo parziale interro la marcatura riportata sul nastro dovrà essere realizzata in accordo alla norma UNI12613, in base al fluido trasportato, con altezza minima 150 mm.

7.4.3 TUBAZIONE IN RAME RICOTTO PREISOLATO



Tubo di rame trafilato senza saldatura, prodotto secondo EN 12735-1, stato fisico ricotto R220, disossidato al fosforo Cu DHP (Cu + Ag: 99,90% min. – P: 0,015÷0,040%) secondo EN 1412, trattamento di pulizia della superficie interna del tubo secondo EN 12735-1 e ASTM B280 con residuo interno inferiore a 0,38 mg/dm², aspetto lucido della superficie interna, marcatura indelebile ogni 60 cm con punzonatura della superficie esterna del tubo di rame, rivestito in fase di produzione con guaina espansa a cellule chiuse in PE-LD grigio RAL 7040, conduttività termica $\lambda \leq 0,040$ W/mk, protetta da pellicola in PE di colore grigio RAL 7040, resistenza alla diffusione del vapore acqueo “ μ ” maggiore di 15000, marcatura ad inchiostro sulla superficie esterna della guaina con indicazione progressiva della metratura, con marchio del fabbricante, comportamento al fuoco di Classe BL-s1-d0 secondo EN 13501-1.

DIMENSIONI DEL TUBO DI RAME NUDO [mm]	DIMENSIONI TOTALI CON IL RIVESTIMENTO [mm]	SPESSORE DELLA GUAINA ISOLANTE [mm]	PRESSIONE DI SCOPPIO NOMINALE [MPa]	PRESSIONE DI ESERCIZIO NOMINALE (ASTM B 111 M) [atm]	PESO DEL TUBO DI RAME [Kg/m]
BARE COPPER PIPE DIMENSIONS [mm]	TOTAL DIMENSIONS WITH SHEATH [mm]	THICKNESS OF INSULATING SHEATH [mm]	NOMINAL BURSTING PRESSURE [MPa]	NOMINAL NOMINATING PRESSURE (ASTM B 111 M) [atm]	WEIGHT OF COPPER PIPE [Kg/m]
6,35x0,80 (1/4")	19,35	6,5	56,54	14,14	0,124/0,150
9,52x0,80 (3/8")	25,52	7	37,71	9,43	0,194/0,238
12,70x0,80 (1/2")	32,7	10	28,27	7,07	0,265/0,325
15,88x1 (5/8")	36,88	10	28,28	7,07	0,415
19,05x1 (3/4")	39,05	10	23,55	5,89	0,504

Tabella 72: Tubazioni in rame ricotto preisolato

I tubi ed i raccordi in polipropilene PP per scarichi all'interno dei fabbricati dovranno avere i requisiti previsti dalla normativa UNI EN 1451: 2000 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP)”.

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIPUNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 254 di 319</div>

Diametro nominale DN [mm]	Diametro esterno De [mm]	Spessore s [mm]
32	32 $^{+0,3}_0$	1,8 $^{+0,4}_0$
40	40 $^{+0,3}_0$	1,8 $^{+0,4}_0$
50	50 $^{+0,3}_0$	1,8 $^{+0,4}_0$
70	75 $^{+0,4}_0$	1,9 $^{+0,4}_0$
90	90 $^{+0,4}_0$	2,2 $^{+0,5}_0$
100	110 $^{+0,4}_0$	2,7 $^{+0,5}_0$
125	125 $^{+0,4}_0$	3,1 $^{+0,6}_0$
150	160 $^{+0,5}_0$	3,9 $^{+0,6}_0$

Tabella 73: Tubazioni in PP

N.B. le tolleranze esposte in tabella sono ricavate dalla norma di cui sopra



Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente;
- riferimento alla norma (UNI EN 1451);
- codice d'area di applicazione (B o BD);
- materiale (PP o PP-H);
- dimensione nominale DN;
- spessore minimo;
- data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente;
- riferimento alla norma (UNI EN 1451);
- codice d'area di applicazione (B o BD);
- materiale (PP o PP-H);

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 255 di 319</div>

- dimensione nominale DN;
- angolo nominale;
- data di produzione (data o codice).

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguite, come applicabile, in conformità alla norma / guida UNI ENV 13801: 2002 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Materiali termoplastici - Pratica raccomandata per l'installazione”.

7.4.4 TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ PER SCARICHI A NORMA UNI EN 1519

I tubi ed i raccordi fabbricati con polietilene ad alta densità PEHD impiegati al convogliamento di scarichi condensa. Le giunzioni potranno essere eseguite nei seguenti modi:

- con saldatura di testa mediante termoelemento;
- con saldatura con manicotto elettrico;
- con giunzione a innesto mediante manicotto ad innesto o di dilatazione.

Per i collegamenti degli scarichi e per l'esecuzione delle reti generali dovranno essere impiegati gli appositi pezzi speciali previsti nella gamma dei prodotti della Casa Costruttrice.



I sostegni delle tubazioni orizzontali dovranno essere posti a distanze non superiori a 11 volte il diametro nominale delle tubazioni stesse.

7.4.5 TUBAZIONI IN PEHD

Proprietà fisiche	Valore	Unità di misura	Metodo di prova
Densità	954	Kg/m ³	ISO 1183D
Indice di fusione	0,5	g/10min.	ISO 1133 Cond.18
Contenuto in nerofumo	2,0-2,5	%	ASTM D 1603
Resistenza a trazione	> 20	Mpa	ISO/DIS 6259
Allungamento alla rottura	>600	%	ISO/DIS 6259
Coefficiente di dilatazione	0,18	mm/m°C	ASTM D 696

Tabella 74: Tubazioni in PEHD

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare. Gli additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) devono essere dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e devono essere destinati a migliorare le performance di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito. Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2÷2.5% in peso).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 256 di 319</div>

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Massa volumica	955 kg/m ³	ISO 1183
Contenuto di carbon black	2 ÷ 2,5 %	ISO 6964
Dispersione del carbon black	≤ grado 3	ISO 18553
Tempo d'induzione all'ossidazione	> 20 min a 210° C	EN 728
Indice di fusione in massa	0,2 ÷ 0,8 g/10 min (**)	ISO 1133
Contenuto d'acqua	≤ 300 mg/kg	EN 12118
Temperatura d'utilizzo	-40°C + 100°C	
Coefficiente di dilatazione	0,2 mm/m/K	ASTM D 696
Ritiro longitudinale massimo garantito, mediante malleabilizzazione	1 cm/m ***	EN 743 metodo B
Ritiro radiale, mediante malleabilizzazione	0,6 cm /m	EN 743 metodo B
Rigidità anulare	> 0,4 KN/mq	EN ISO 9969

Tabella 75: Tubazioni in PEHD


7.4.6 TUBAZIONI IN PVC CONFORME ALLE NORME UNI EN 1401-1

Per l'esecuzione delle fognature esterne per acque nere e bianche, e per i collettori con passaggio sotto la fondazione dell'edificio (fino a diametro Ø800 compreso), dovranno essere impiegate tubazioni in PVC rigido conforme alle norme UNI EN 1401-1, con giunto a bicchiere con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica secondo UNI EN 681-1, corredate di pezzi speciali.

I tubi, i raccordi e gli accessori di PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP.

Diametro esterno nominale De (mm)	Tolleranza sul diametro esterno - De		Lunghezza del bicchiere Lb (mm)	Tolleranza sullo spessore - S	
	min (mm)	max (mm)		S min (mm)	S max (mm)
110	110	110,3	70	3,2	3,8
125	125	125,3	70	3,2	3,8
160	160	160,4	80	4,0	4,6
200	200	200,4	90	4,9	5,6
250	250	250,5	120	6,2	7,1
315	315	315,6	140	7,7	8,7
400	400	400,7	170	9,8	11,0
500	500	500,9	200	12,3	13,8
630	630	631,1	210	15,4	17,2
710	710	711,2	245	17,4	19,4
800	800	801,3	245	19,6	21,8

Tabella 76: Tubazioni in PVC

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 257 di 319</div>

massa volumica	da 1,50 a 1,57 g/cm ³
grado di rammollimento Vicat	≥79°
tensioni interne	< 5%
modulo di elasticità E (1 min.)	≥ 3200 Mpa (32000 kg/cm ²)
coefficiente medio di dilatazione termica lineare	≈ 0,08 mm/m °C ⁻¹
conducibilità termica	≈ 0,16 WK-1m-1
resistenza elettrica superficiale	> 10 ¹² Ω

Tabella 77: Tubazioni in PVC caratteristiche fisiche

7.4.7 STOCCAGGIO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite ed in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano ed installano le tubazioni a temperature inferiori ai 0°C.

7.4.8 INSTALLAZIONE

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali. Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni ed alle contrazioni.

7.4.9 ACCATASTAMENTO

Per l'accatastamento i tubi lisci dovranno essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, dovranno essere accatastati su traversine di legno in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni e inoltre i bicchieri stessi dovranno essere alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali che in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.



In tal modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si appoggiano l'uno all'altro lungo un'intera generatrice.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

7.4.10 GIUNZIONI (APPLICABILE ALLE TUBAZIONI IN PVC)

Durante l'esecuzione delle giunzioni il tubo va tagliato al suo asse, a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa.

L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere dovrà essere smussata secondo angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile, crescente con i diametri, secondo valori indicati anch'essi dal fabbricante.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 258 di 319</div>

Per eseguire le giunzioni del tipo scorrevole con guarnizione elastomerica si dovrà procedere nel seguente modo:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre;
- segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
 - a) si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
 - b) si ritira il tubo di mm. 3 per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm.;
 - c) si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento.
- inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante;
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

7.4.11 POSA IN OPERA (APPLICABILE ALLE TUBAZIONI PLASTICHE CON POSA IN TRINCEA)


La posa in opera della tubazione interrata avverrà in apposito scavo (trincea) la cui larghezza minima è data dalla seguente espressione:

$L = D + 0,40$ (D = diametro esterno del tubo) Lo scavo dovrà essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare le quote di progetto del fondo dello scavo;
- 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 deformare il tubo di PVC;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e dei tubi, onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sul tubo già posato.

Il fondo dello scavo e, più in generale, il terreno sul quale la tubazione è destinata a poggiare dovrà avere una consistenza tale da escludere cedimenti differenziali da punto a punto. Inoltre, durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare un'instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 259 di 319</p>

Sul fondo dello scavo, livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali altri materiali che impediscano il perfetto livellamento, dovrà essere eseguito il letto di posa con sabbia dello spessore non inferiore a $(10+1/10 D)$ cm. che formi un piano uniformemente distribuito su cui va appoggiato il tubo.

Il tubo dovrà essere poi rinfiancato con sabbia per almeno 20 cm. per lato, fino al piano diametrale, quindi verrà ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm. misurato sulla generatrice superiore.

L'ultimazione del riempimento verrà effettuato sempre con sabbia fino al raggiungimento del sottofondo stradale, per strati successivi non superiori a 30 cm. di altezza che debbono essere costipati e bagnati, se necessario, almeno fino a 1 m. di copertura.

Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice superiore non deve essere inferiore a:

- 150 cm. per strade a traffico pesante;
- 100 cm. per strade a traffico leggero.

Per valori di profondità inferiori, il ricoprimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e di ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente.

Nei casi in cui tale sistema non potrà essere impiegato per limitato spessore di ricoprimento sopra al tubo, la protezione della tubazione dovrà essere eseguita con uno strato di calcestruzzo magro dello spessore minimo di cm 10 su tutta la circonferenza.

Nel corso della posa in opera si raccomanda di chiudere con tamponi di legno o con qualunque altro mezzo idoneo i tronchi di tubazione già posati.

7.4.12 VERNICIATURA (APPLICABILE ALLE TUBAZIONI METALLICHE)

Nei vani tecnici ed in tutti i tratti a vista, le tubazioni non coibentate, dopo la verniciatura antiruggine dovranno avere le seguenti colorazioni distintive di cui alle norme UNI 5634-P:









	Colore Base	Fluido
	Verde	Acqua
	Grigio argento	Vapore-acqua surriscaldata
	Marrone	Oli minerali - combustibili liquidi
	Giallo Ocra	Gas allo stato gassoso o liquefatto
	Violetto	Acidi o alcali
	Azzurro chiaro	Aria
	Nero	Altri liquidi
	Rosso	Acqua riscaldamento (mandata)
	Blu Cobalto	Acqua riscaldamento (ritorno)
	Verde chiaro	Condensa vapore

Tabella 78: Verniciatura tubazioni

Sulle tubazioni in vista non coibentate dovrà essere all'uopo applicata una verniciatura avente le suddette colorazioni. In alternativa alla colorazione continua suddetta è consentito che sulle tubazioni a vista coibentate vengano installate fascette colorate ad intervalli di 6 m.

Frecce direzionali per l'identificazione del flusso del fluido dovranno essere applicate su tutte le tubazioni nei tratti sopraindicati in vista.

Un pannello riportante i colori con l'indicazione dei corrispondenti fluidi dovrà essere installato in ciascun vano tecnico.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 260 di 319</div>

Esempio targa identificazione tubi

COLORI DI IDENTIFICAZIONE TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI <small>SECONDO NORMA UNI 5634</small>		
VERDE		ACQUA
GRIGIO ARGENTO		VAPORE E ACQUA SURRISCALDATA
MARRONE		GLI MINERALI VEGETALI E ANIMALI LIQUIDI COMBUSTIBILI E/O INFIAMMABILI
GIALLO OCRA		GAS ALLO STATO GASSOSO O LIQUEFATTO (ESCLUSA L'ARIA)
ARANCIONE		ACIDI
VIOLETTO CHIARO		ALCALI
AZZURRO CHIARO		ARIA
NERO		ALTRI FLUIDI
ROSSO		ESTINZIONE INCENDI
BIANCO		COMBURENTI
GIALLO		IN SOSTANZA COMBUSTIBILI E/O INFIAMMABILI E/O ESPLODIBILI E/O ALTRE SOSTANZE PERICOLOSE E/O ALTRE SOSTANZE E/O ALTRE SOSTANZE E/O ALTRE SOSTANZE E/O ALTRE SOSTANZE
<small>ATTENZIONE: Per i fluidi pericolosi oltre ai suddetti colori l'identificazione deve essere completa con il nome noto del prodotto ed il simbolo di pericolo.</small>		

Figura 29: Colori di identificazione tubazioni e canali

7.4.13 FINITURA



In base a quanto prescritto negli elaborati di progetto, verrà usato la seguente finitura:

- Rivestimento esterno in lamierino di alluminio 6/10 mm eseguito per le tubazioni con percorso esterno, a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice;
- Il fissaggio lungo la generatrice dovrà essere realizzato, previa ribordatura sovrapposizione del giunto mediante viti autofilettanti in materiale inattaccabile agli agenti atmosferici;
- La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per la sola sovrapposizione, e ribordatura dei giunti;
- I pezzi speciali, quali curve, T, etc., saranno pure in lamierino eventualmente realizzati a settori;
- In ogni caso, per le tubazioni convoglianti acqua fredda o refrigerata, i collarini di tenuta dovranno essere installati dopo aver accuratamente sigillato tutta la testata dell'isolamento con la barriera al vapore e con apposito sigillante;
- La finitura in lamierino di alluminio è prevista per i tratti esterni di tutte le tubazioni e nel polo tecnologico.



7.5 PRESCRIZIONI ACUSTICHE

7.5.1 NOTE GENERALI

Tutti gli impianti meccanici dovranno rispettare le prescrizioni acustiche generali di seguito riportate:

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 261 di 319</div>

- Evitare contatti rigidi delle tubazioni con le solette; prevedere nelle asole il riempimento con materiale fibroso o la chiusura con gettata dopo aver rivestito le tubazioni con materiale elastico.
- Fasciare tutti i tratti verticali delle tubazioni.
- Nel caso di cavedi con molte tubazioni di passaggio acqua è opportuno riempire le cavità con materiale fibroso o rivestire con coppelle fibrose le tubazioni medesime.
- Nella posa dei sanitari si raccomanda di prevedere l'interposizione di un foglio di ateriale resiliente (isolmant, isolgomma o similari) tra il sanitario e la muratura orizzontale e verticale.
- La rete di scarico dovrà essere realizzata utilizzando tubazioni con elevate prestazioni acustiche sia per quanto riguarda i materiali sia per quanto riguarda gli innesti ed i raccordi.
- Nella realizzazione dell'impianto elettrico si dovrà evitare di avere scatole in corrispondenza l'una dell'altra, in un muro divisorio; eventuali fori realizzati in profondità andranno isolati con fogli di piombo/poliuretano o gomma pesante o materiali simili, anche in presenza di partizioni in cartongesso
- La velocità dell'acqua nelle tubazioni deve essere minore di 2 m/sec.
- La dimensione della sezione delle tubazioni deve essere prevista per questa velocità massima.
- Il numero degli elementi di ripartizione delle tubazioni (gomiti, connessioni a T o a Y) deve essere minimo.
- Le tubazioni devono essere di tipo fono isolante (tubazioni stratificate)
- Le tubazioni devono essere raccordate tra loro mediante elementi a sezione graduale; se questo non è possibile si deve isolare i tratti maggiormente disturbanti dal resto della rete mediante connettori flessibili. Le tubazioni sia delle acque nere sia di quelle chiare devono essere isolate dalle strutture dell'edificio nei punti di contatto mediante l'uso di manicotti resilienti o elementi ammortizzanti.
- Nei punti dove una tubazione attraversa una parete, la dimensione del foro deve essere minima; in nessun caso dovrà esserci contatto tra parete e tubazione; lo spazio tra di essi deve essere riempito a mezzo di materiale resiliente in modo da evitare ponti acustici. Le tubazioni di scarico meteorico esterne alle chiusure devono essere isolate dalla struttura mediante inserimento di feltri o collari in neoprene tra tubazioni e anelli di collegamento alla parete.
- Le connessioni tra pompe e tubazioni dell'impianto devono essere realizzate con elementi flessibili.
- Le tubazioni di acque reflue in locali sensibili al rumore devono essere ricoperte di bilamina al piombo e rifiniti con lamierino di alluminio (evitare schiume che creano ponti rigidi di trasmissione).
- Tutte le pompe devono essere isolate dalle partizioni orizzontali tramite l'uso di isolatori di vibrazioni aventi un minimo di deformazione statica pari a 1,2 mm.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 262 di 319</p>

- Gli isolamenti acustici dovranno garantire che le tubazioni, canalizzazioni e macchinari in genere non trasmettano rumori o vibrazioni alle strutture e non innescino fenomeni di risonanza.

7.5.2 ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE TUBAZIONI

Tutte le tubazioni correnti a soffitto e nei controsoffitti dovranno essere ancorate alla struttura dell'edificio mediante staffaggi muniti di tenditore.

Le staffe dovranno essere ancorate agli organi di sospensione o di appoggio attraverso supporti antivibranti tipo "Vibrostop" o similari, di flessibilità adeguata al carico statico cui verranno sottoposti.

Tutte le tubazioni collegate direttamente a macchine con organi in movimento tipo pompe, gruppi frigoriferi, ecc., dovranno essere dotate sugli attacchi di giunti antivibranti in gomma per ottenere il taglio delle trasmissioni dirette per via metallica.

7.5.3 ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE MACCHINE

Tutte le macchine ed apparecchiature che comprendono organi rotanti dovranno essere installate in opera su basamenti rigidi costituenti masse inerziali al fine di ridurre la frequenza di oscillazione.

Detti basamenti dovranno appoggiare alle strutture dell'edificio attraverso sistemi flottanti costituiti da giunti antivibranti in gomma dello spessore minimo di 20 mm (vedi scheda tecnica relativa) o da sistemi a molla.

7.6 ISOLAMENTI TERMICI



Per tutte le tubazioni e canali non preisolati, valgono le prescrizioni sotto riportate, si noti che gli isolamenti termici in prossimità degli staffaggio dovranno essere garantiti per mezzo di guaina interposta tra il collare/staffa o altro e la tubazione/canale.

7.6.1 INDICAZIONI GENERALI

Gli isolamenti delle tubazioni al servizio dell'impianto di climatizzazione estiva ed invernale dovranno essere installati con spessori fissi di 20 mm, per la giustificazione dello spessore si rimanda alla relazione di calcolo.

La validità degli spessori adottati dovrà essere documentata prima della messa in opera in relazione al tipo di isolante proposto.

Le tubazioni con percorso esterno, in tunnel o all'interno delle centrali tecnologiche dovranno essere dotate di rivestimento protettivo in lamierino di alluminio.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 263 di 319</div>

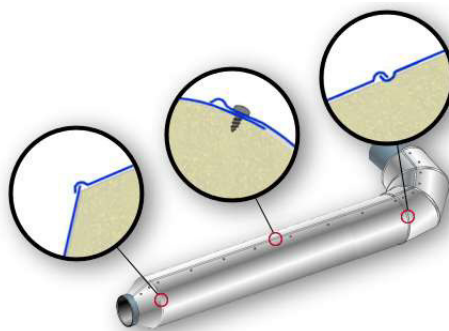


Figura 30: Particolare isolamenti termici

I fogli di lamierino tagliati da coils vengono forati, calandrati e bordati da apposite macchine, così da formare un tubo aperto con bordi su entrambi i lati longitudinali, per un sormonto destro o sinistro, un bordo maschio su una testata e un bordo femmina sulla testata opposta.

Innesti, fondelli, riduzioni e spicchi per curve e fondi bombati si ottengono tagliando il foglio con tracciatura geometrica a mano o da apposite macchine computerizzate, anche questi: forati, calandrati e bordati. Il tutto è posto sopra il materiale isolante e fissato con viti autofilettanti.

7.6.2 ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

TUBAZIONI CON PERCORSO SOTTOTRACCIA

La coibentazione delle tubazioni dei circuiti caldo/freddo installate all'interno del fabbricato sottotraccia dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse, spessore 19 mm



Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 52615 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo UNI 9174 e UNI 8457, conducibilità termica utile dell'isolante minimo 0,040 W/m °C a 40°C.

La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte

Condizioni di esercizio:

- $T_{max} = +105^{\circ}\text{C}$;
- $T_{min} = -45^{\circ}\text{C}$;
- conducibilità termica 0,040 W/m²K a + 40°C;
- classe di reazione al fuoco B-s1, d0.

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 264 di 319</div>

condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità; esso dovrà essere continuo anche alle sospensioni e ai manicotti dei tubi. Dove alle sospensioni il tubo si trovasse ad essere appoggiato sull'isolamento senza inserti, si dovrà prevedere una protezione costituita da lastra in elastomero con inserto di coppella rigida con protezione esterna in lamierino verniciato (per collare) o di fibra minerale di elevata densità, o di altro materiale indicato dalla Direzione dei Lavori, posata su sella in lamiera di uguale lunghezza. Il tutto dovrà essere fasciato con idonea barriera al vapore e provvista di finitura superficiale.

7.6.3 TUBAZIONI INSTALLATE A VISTA NEI LOCALI TECNICI O ALL'ESTERNO

Le tubazioni che adducono fluidi caldi/freddi installate nei locali tecnici o all'esterno, dovranno essere isolate con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse rivestito esternamente con lamierino di alluminio spessore 6/10 completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio. Le tubazioni che adducono fluidi freddi e tutte le apparecchiature installate all'esterno e/o all'interno della sotto-centrale attraversate da fluido freddo dovranno essere isolate con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse rivestito esternamente con lamierino di alluminio spessore 6/10 completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio. Lo spessore dell'isolamento non dovrà essere inferiore a 25 mm.



Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 52615 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo UNI 9174 e UNI 8457, conduttività termica utile dell'isolante pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

Condizioni di esercizio:

- T_{max}= +105°C;
- T_{min}= - 45°C;
- Conducibilità termica 0,040 W/m°K a + 40°C;
- classe di reazione al fuoco B-s1, d0.

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la

condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto tale durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità. Sull'isolamento delle tubazioni della sotto-centrale dovranno essere riportate frecce direzionali e le indicazioni dei vari fluidi. Inoltre, in prossimità delle apparecchiature ed organi di intercettazione dovranno essere applicate mediante

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 265 di 319</div>

saldatura (non dovrà essere ammesso l'incollaggio) targhette pantografate con le indicazioni riguardanti le funzioni dell'apparecchiatura stessa. Le valvole, i pezzi speciali ed i corpi pompa dovranno essere coibentati con materiale di cui sopra ricoperti con lamierino di alluminio calandrato spessore 6/10 completo di collarini e terminali anch'essi di alluminio fissati con viti autofilettanti in acciaio zincato a caldo, completamente smontabile per garantire le necessarie operazioni di manutenzione ordinaria e con giunzioni longitudinali e

trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio in acciaio zincato a caldo. Al fine di assicurare la perfetta tenuta all'infiltrazione d'acqua all'interno dell'isolamento, in corrispondenza delle giunzioni presenti sul lamierino esterno dovrà essere prevista l'adozione di siliconi e/o sigillanti del tipo ed in quantità idonei all'uso specifico.

La coibentazione dovrà essere realizzata, senza soluzione di continuità, anche sulle pompe, sui filtri, sui pezzi speciali ed ogni altro componente dell'impianto. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

7.6.4 TUBAZIONI CON PERCORSO IN SOTTOPAVIMENTO E/O IN LOCALI RISCALDATI

La coibentazione delle tubazioni dei circuiti caldo/freddo installate all'interno del fabbricato all'interno dei sottopavimenti o a vista in locali climatizzati dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse, spessore 19mm.

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 52615 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo UNI 9174 e UNI 8457, conducibilità termica utile dell'isolante minimo 0,040 W/m °C a 40°C.



La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte

Condizioni di esercizio:

- Tmax= +105°C;
- Tmin= - 45°C;
- conducibilità termica 0,040 W/m°K a + 40°C;
- classe di reazione al fuoco B-s1, d0.

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la

condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità; esso dovrà essere continuo anche alle sospensioni e ai manicotti dei tubi. Dove alle sospensioni il tubo si trovasse ad essere appoggiato sull'isolamento senza inserti, si dovrà prevedere una protezione costituita da lastra in elastomero con inserto di coppella rigida con protezione esterna in lamierino verniciato (per collare) o di

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 266 di 319</p>

fibra minerale di elevata densità, o di altro materiale indicato dalla Direzione dei Lavori, posata su sella in lamiera di uguale lunghezza. Il tutto dovrà essere fasciato con idonea barriera al vapore e provvista di finitura superficiale.

7.6.5 ISOLAMENTI PER TUBAZIONI IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

La coibentazione delle tubazioni installate all'interno dei fabbricati, dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse nei diversi spessori in funzione della loro collocazione.

La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione.

Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza.

7.6.6 TUBAZIONI IDRICHE INSTALLATE A VISTA NELLE CENTRALI TECNOLOGICHE

La coibentazione delle tubazioni idriche installate a vista nelle centrali tecnologiche dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse, con spessore classe 1 (100%), rivestita con lamierino di alluminio spessore 6/10 di mm completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio.



Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 52612 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo DIN 4102, conduttività termica utile dell'isolante pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

7.6.7 TUBAZIONI IDRICHE INSTALLATE A VISTA IN LOCALI NON RISCALDATI

La coibentazione delle tubazioni idriche installate a vista dentro i fabbricati in zone non riscaldate, dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse, con spessore 19mm, rivestita con lamierino di alluminio spessore 6/10 di mm completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio. Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 5261 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo DIN 4102, conduttività termica utile dell'isolante pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

7.6.8 TUBAZIONI IDRICHE INSTALLATE IN LOCALI RISCALDATI

La coibentazione delle tubazioni idriche installate in spazi nascosti come: sottotraccia e sottopavimento, dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse, con spessore 20mm.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 267 di 319</div>

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 5261 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo DIN 4102, conduttività termica utile dell'isolante pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

7.7 CRITERI DI PROTEZIONE DAL SISMA

7.7.1 PREMESSA

Le NTC del D.M. del 14 gennaio 2008 contengono una serie di prescrizioni per la progettazione e la realizzazione di un sistema di ancoraggio sismico degli impianti a servizio di un edificio; la scelta del sistema di ancoraggio degli impianti alla struttura è funzione dei seguenti parametri:

- importanza e funzione dell'edificio anche dopo un sisma;
- zona in cui l'edificio è realizzato;
- vulnerabilità sismica del componente dell'impianto.

I requisiti minimi di sicurezza sismica sono definiti con riferimento a specifici obiettivi che, per gli impianti, sono i seguenti:

Impianto	Mantenimento della stabilità	Mantenimento della funzionalità	Assenza di perdite di fluido
Idrico antincendio	X	X	X
Rivelazione ed allarme incendio	X	X	-
Diffusione sonora di evacuazione	X	X	-
Illuminazione normale e di sicurezza	X	X	-
Climatizzazione	X	X	-
Idrico sanitario	X	X	-

Tabella 79: Requisiti minimi di sicurezza sismica

Il dimensionamento di dettaglio e l'elaborazione del progetto costruttivo degli staffaggi antisismici sarà in carico all'impresa esecutrice.



7.7.2 CONDIZIONI ESECUTIVE PER LA PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI

Gli interventi di protezione antisismica sono finalizzati a mantenere al più alto grado possibile di efficienza l'intero sistema impiantistico, onde garantire agli occupanti un elevato grado di sicurezza durante l'evento sismico. A tal fine, considerata la classificazione dell'edificio come sopra definito e l'area in cui è realizzato, si riportano di seguito le prescrizioni minime che dovranno essere ottemperate. In fase di progettazione costruttiva si dovrà, sulla scorta delle caratteristiche proprie delle apparecchiature e/o attrezzature selezionate dimensionare e riportare i dettagli relativi agli ancoraggi con dimensioni e tipo dei bulloni eventualmente usati in ossequio alla Normativa Vigente.

7.7.3 ACCORGIMENTI ANTISISMICI GENERALI

L'installazione delle attrezzature impiantistiche dovrà adottare almeno i seguenti accorgimenti di carattere generale:

- ancorare gli impianti alle strutture portanti dell'edificio preservandoli da spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 268 di 319</p>

- assorbire i movimenti relativi delle varie parti dell'impianto da deformazioni e/o movimenti strutturali senza rottura delle connessioni;
- evitare di attraversare, nei limiti del possibile, i giunti strutturali predisposti nell'edificio;
- evitare, in modo assoluto, di posizionare componenti, attrezzature e macchinari a cavallo di giunti strutturali.

7.7.4 ACCORGIMENTI ANTISISMICI SPECIFICI PER LE APPARECCHIATURE

Per le prescrizioni di montaggio di apparecchiature dotate di dispositivi per l'isolamento delle vibrazioni si renderanno necessari angolari e piastre tali da limitare il movimento e trasferire le forze sismiche direttamente al solaio. Per apparecchiature senza dispositivi di isolamento delle vibrazioni sarà necessario prevedere:

- appoggi e sostegni di contenitori ed attrezzature devono essere tali da resistere alle forze sismiche di progetto;
- tutte le apparecchiature ed i contenitori da installare sul pavimento dovranno essere bullonati alla soletta o comunque fissate alla struttura dell'edificio;
- attrezzature caratterizzate da altezze superiori a 2 m dovranno essere adeguatamente controventate ed ancorate a solette e muri strutturali.

7.7.5 STAFFAGGI (ANTISISMICO)

Il dimensionamento di tutti gli staffaggi antisismici è stato eseguito in conformità alla norma NTC del D.M. del 14 gennaio 2008 assumendo come parametri sismici i seguenti valori $a_g = 0,166g$ (SLC), $F_0 = 2,504$. Per tutti gli staffaggi l'Impresa dovrà far riferimento alle prescrizioni di seguito descritte.

7.7.6 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE

Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.



I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo EN 10326, con sezione a C nervata, con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzmir di spessore 20 micron.

Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la EN 10025, realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzmir 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, 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 controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:

- Angolare sismico, in acciaio S275JR secondo EN 10025-2, realizzati con lamiera di spessore pari a 4 mm con, con alette laterali con foro circolare diametro 10,5mm 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

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 269 di 319</div>

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 due viti M10x25 in acciaio 8.8 e due dadi M10 in acciaio classe 8.8.

- Cerniera sismica pre-assemblata in acciaio S275 JR secondo la EN 10025. 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 una vite M10x25 in acciaio 8.8 ed un dado M10 in acciaio classe 8

SISTEMA DI FISSAGGIO

Fornitura di 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.

Fornitura di ancorante meccanico 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 rotopercussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica specifica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo del Set di riempimento sismico.

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:

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.

Figura 31: Interassi staffaggi antisismici secondo “SMACNA”



La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidezze 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.

Sarà tassativo posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto.

7.7.7 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI TERMOIDRAULICI

Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.

I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo EN 10326, con sezione a C nervata, , con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzmir di spessore 20 micron.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 270 di 319</div>

Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la EN 10025, realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzmir 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 DIN EN 10025 o in acciaio zincato DD11 secondo DIN EN 10111, 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 EN 10025-2, realizzati con lamiera di spessore pari a 4 mm con, con alette laterali con foro circolare diametro 10,5mm 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 due viti M10x25 in acciaio 8.8 e due dadi M10 in acciaio classe 8.8.
- Cerniera sismica pre-assemblata in acciaio S275 JR secondo la EN 10025. 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 una vite M10x25 in acciaio 8.8 ed un dado M10 in acciaio classe 8

SISTEMA DI FISSAGGIO

Fornitura di 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

Fornitura di 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 rotopercussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica specifica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo del Set di riempimento sismico.



Criteri di posizionamento ed installazione

Interassi staffaggi antisismici secondo “SMACNA” - Seismic restraint Manual for Mechanical Systems.

7.7.8 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO

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

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 271 di 319</div>

DX51D Z275 secondo DIN EN 10327, o da collari in acciaio zincato S235JRG secondo DIN EN 10025, filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.

I carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da collari in acciaio zincato S235JRG secondo DIN EN 10025 o da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo DIN EN 10025 o in acciaio zincato DD11 secondo DIN EN 10111.

La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante barre filettate e cerniere sismiche in acciaio zincato elettroliticamente S275JR secondo DIN EN 10025, o con idonei elementi. I binari, se utilizzati, dovranno essere in acciaio S250 GD secondo EN 10326, con sezione a C nervata, con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzmir di spessore 20 micron.

Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la EN 10025, realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzmir 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.

SISTEMA DI FISSAGGIO

Fornitura di 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


Fornitura di 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 specifica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo del Set di riempimento sismico.

Criteri di posizionamento ed installazione:

Interassi staffaggi antisismici secondo “Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio”:

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		

Tabella 80: Interassi staffaggi antisismici

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 272 di 319</div>

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.

7.7.9 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER

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, 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 DIN EN 10025. Cerniere e collari saranno in acciaio S275JRJ secondo la DIN EN 10025 con zincatura elettrolitica, collegati con binari in acciaio S250 GD secondo EN 10326, con sezione a C nervata, del tipo, con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzmir di spessore 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 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.

SISTEMA DI FISSAGGIO

Fornitura di 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

Fornitura di 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 rotopercussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica specifica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo del Set di riempimento sismico.

Piping Material	Maximum Horizontal Distance Between Pipe Hangers, ft (m)								
	Nominal Pipe Diameter, in. (mm)								
	1 (25)	1-¼ (32)	1-½ (40)	2 (50)	2-½ (65)	3 (80)	3-½ (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)	6-½ (1.95)	7 (2.1)	8 (2.4)	9 (2.7)	10 (3.0)	N/A	N/A	N/A

Tabella 81: Interassi staffaggi antisismici secondo FM data sheet 2-0



	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 273 di 319</p>

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.

Tabella 82: Interassi staffaggi antisismici secondo NFPA13

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.

7.7.10 GIUNTI ANTISISMICI E COMPENSATORI

I giunti di espansione angolare sono giunti flessibili che compensano il movimento assialmente, lateralmente ed angolarmente in tre dimensioni ed assorbono il rischio di rotture che potrebbero verificarsi durante i movimenti sismici. Assicurano il funzionamento continuativo degli impianti assorbendo la tensione.

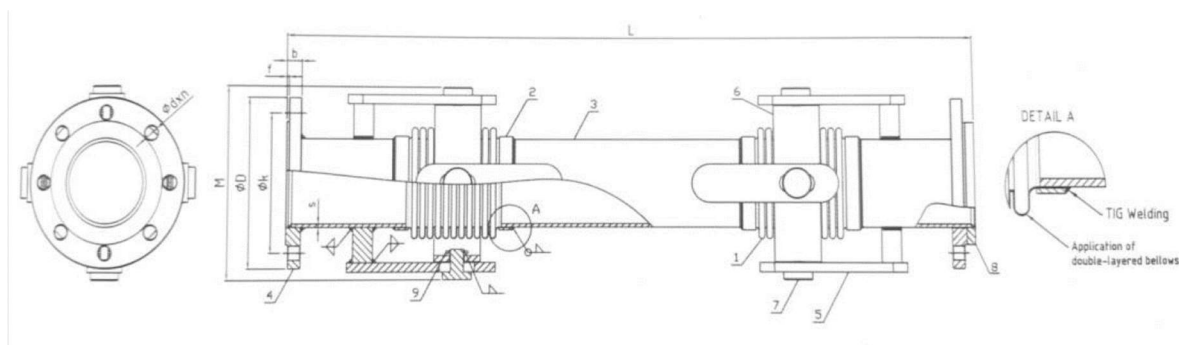




Figura 32: Particolare giunti di espansione angolare

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 274 di 319</div>

Diametro Dimensions			Dilatazione Expansions (L=mm)				Diametro Dimensions				
DN	M	s	x=100, y=100,z=100	x=100, y=200,z=200	x=100, y=300,z=300	x=100, y=400,z=400	Ø D (mm)	Ø k (mm)	f (mm)	b (mm)	d x n (mm)
DN 25	160	3,20	730	930	1130	1330	115	85	2	16	14 x 4
DN 32	160	3,20	730	930	1130	1330	140	100	2	18	18 x 4
DN 40	160	3,20	730	930	1130	1330	150	110	3	18	18 x 4
DN 50	185	3,60	790	990	1190	1400	165	125	3	20	18 x 4
DN 65	205	3,60	790	990	1240	1500	185	145	3	20	18 x 4
DN 80	215	4,00	840	1040	1270	1500	200	160	3	20	18 x 8
DN 100	280	4,50	840	1040	1300	1550	220	180	3	22	18 x 8
DN 125	335	5,00	970	1170	1480	1770	250	210	3	22	18 x 8
DN 150	345	5,00	970	1170	1480	1770	285	240	3	24	22 x 8
DN 200	435	6,30	1140	1360	1710	2060	340	295	3	26	22 x 12
DN 250	495	6,30	1140	1360	1710	2060	405	355	3	29	26 x 12

Tabella 83: Tabella giunti di espansione angolare

7.8 GENERATORI DI FLUIDO TERMOMETTORE

7.8.1 GRUPPO FRIGORIFERO CONDENSATO AD ARIA

Refrigeratore aria-acqua con sistema di pompaggio integrato, per applicazioni HVAC e industriali, prodotto con struttura in acciaio zincato e verniciato con poliestere RAL 9002, polimerizzate in forno, progettate per l'installazione in ambienti esterni e con accesso per la manutenzione tramite pannelli rimovibili con accesso per la manutenzione tramite pannelli rimovibili.



Dotato di microprocessore elettronico per il controllo, fluido refrigerante ecologico, scambiatori di calore esterni in tubo di rame e alette di alluminio, compressori hermec scroll in configurazione tandem, ventilatori assiali AC in versione standard e ventilatori EC come optional.

Valvola di espansione elettronica opzionale. Scambiatore di calore a piastre saldobrasate per interno in acciaio inox AISI 316L in versione WA e a fascio tubiero multi-tubolare in versione WA.

Il gruppo frigorifero, inoltre, è dotato di un sistema di pompaggio integrato comprensivo di vaso di espansione e serbatoio inerziale.

SPECIFICHE TECNICHE

- Design ottimizzato per diversi tipi di refrigerante.
- Elevata efficienza energetica a pieno carico e a carico parziale per ridurre i costi di esercizio.
- Basso livello di rumorosità grazie alle pompe ad alte prestazioni (opzionali) e ai supporti antivibranti per i compressori e il circuito di raffreddamento.
- Controllo elettronico ad alte prestazioni fino a 4 stadi.
- Facile integrazione con i sistemi di comunicazione.
- Tutti i componenti sono verificati e controllati e testati in fabbrica.
- Progettato e disegnato per la manutenzione. Tutti i componenti sono vicini al perimetro della macchina per una migliore manutenibilità e manutenibilità.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 275 di 319</p>

CIRCUITO DEL REFRIGERANTE

- Compressori ermetici scroll, montati su supporti antivibranti. Includono una valvola di non ritorno nella mandata di tutti i compressori, interna o esterna e sonda di temperatura di mandata.
- Quadro elettrico con relè di protezione dei compressori con rilevamento dei guasti di fase, bilanciamento delle fasi e protezione della rotazione.
- Opzione riscaldatore elettrico nel carter per il funzionamento a bassa temperatura esterna o in pompa di calore.
- Valvola di espansione elettronica selezionata appositamente per ciascuno degli scambiatori di calore che possono funzionare come evaporatore.
- Indicatore di liquido.
- Separatore di gocce all'aspirazione del compressore



QUADRO ELETTRICO ED ELETTRONICO

Modulo di controllo elettronico con microprocessore integrato che consente le seguenti funzioni:

- Controllo elettronico per la regolazione dell'unità, con display integrato, protocolli di comunicazione MODBUS, disponibile anche con protocolli LonWorks, Bacnet, ecc.
- Tutte le informazioni sono visualizzate sul display, con il set-point di temperatura e i valori di tutte le sonde.
- Tutte le impostazioni predefinite e gli allarmi sono gestiti dal display. Il file di back-up degli allarmi è disponibile come opzione con la scheda orologio.

IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI OPERATIVI DELLE APPARECCHIATURE DI CONTROLLO E PROTEZIONE

- Controllo della temperatura in ritorno o in mandata.
- Livelli di parametri raggruppati per parola chiave.
- Scelta della modalità di funzionamento, raffreddamento o riscaldamento.
- Gestione e controllo del tempo di sbrinamento anti-ciclo corto.
- Funzionamento con controllo della pressione di condensazione e gestione dei motori dei ventilatori.
- Controllo della pompa idraulica e della resistenza elettrica.
- Bilanciamento dei tempi di funzionamento dei compressori, limitazione del numero di avviamenti dei compressori e protezione antighiaccio degli scambiatori.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 276 di 319

CARATTERISTICHE TECNICHE PRESTAZIONALI GRUPPO FRIGORIFERO

Refrigeratore industriale d'acqua condensato ad aria modello con compressore a vite e refrigerante R513a dotato di controllo a microprocessore e caratterizzato da elevata efficienza in esercizio.



Potenza frigorifera

con miscela acqua e glicole (glicole etilenico 25%) in uscita dal refrigeratore a 20 °C, aria ambiente a 40 °C, altitudine <1000 m s.l.m.

415 kW

Potenza assorbita dai compressori alle condizioni di riferimento

111 kW

Campo di lavoro acqua in uscita dal refrigeratore (con acqua glicolata)

-5 / +25 °C

Tipo di compressore

Stepless Screw (0-25/100%)

Numero di compressori / circuiti frigoriferi indipendenti

2 / 2

Condensatore a microcanali con trattamento protettivo e-coat per ambiente ad elevata salinità

Portata d'aria totale di condensazione

140.734 m³/h

Fluido refrigerante

R513A

Quantità totale di refrigerante nei circuiti

80 kg

Filtri aria metallici a protezione del condensatore

Inclusi

Tipo di ventilatori

Assiali

• Motore installato

EC Brushless

• Diametro ventilatore

800 mm

• Numero di ventilatori

6

• Potenza totale assorbita

15 kW

Dispositivo per il controllo della pressione di condensazione

Stepless con logica di ottimizzazione dinamica

Evaporatore a piastre saldo brasate ad alta efficienza con termostato di sicurezza antigelo

Valvola di espansione termostatica

Elettronica

Elettropompa di ricircolo acqua all'evaporatore

1 Q.tà

• Tipologia

Centrifuga

• Potenza motore

3 kW

Elettropompa di circolazione acqua di processo

1 Q.tà

• Tipologia

Centrifuga

• Potenza motore

9,2 kW

• Campo di portata della pompa

37 ÷ 132 m³/h

• Campo di prevalenza della pompa

3,4 ÷ 1,7 bar

Elettropompa in stand-by identica alla precedente

N/A

Serbatoio di accumulo interno, coibentato e dotato di valvole di sfiato aria e di sicurezza

• Tipo

pressurizzato


• Materiale

AISI 304

• Capacità

760 l

Figura 33: Scheda tecnica gruppo frigorifero

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 277 di 319</p>

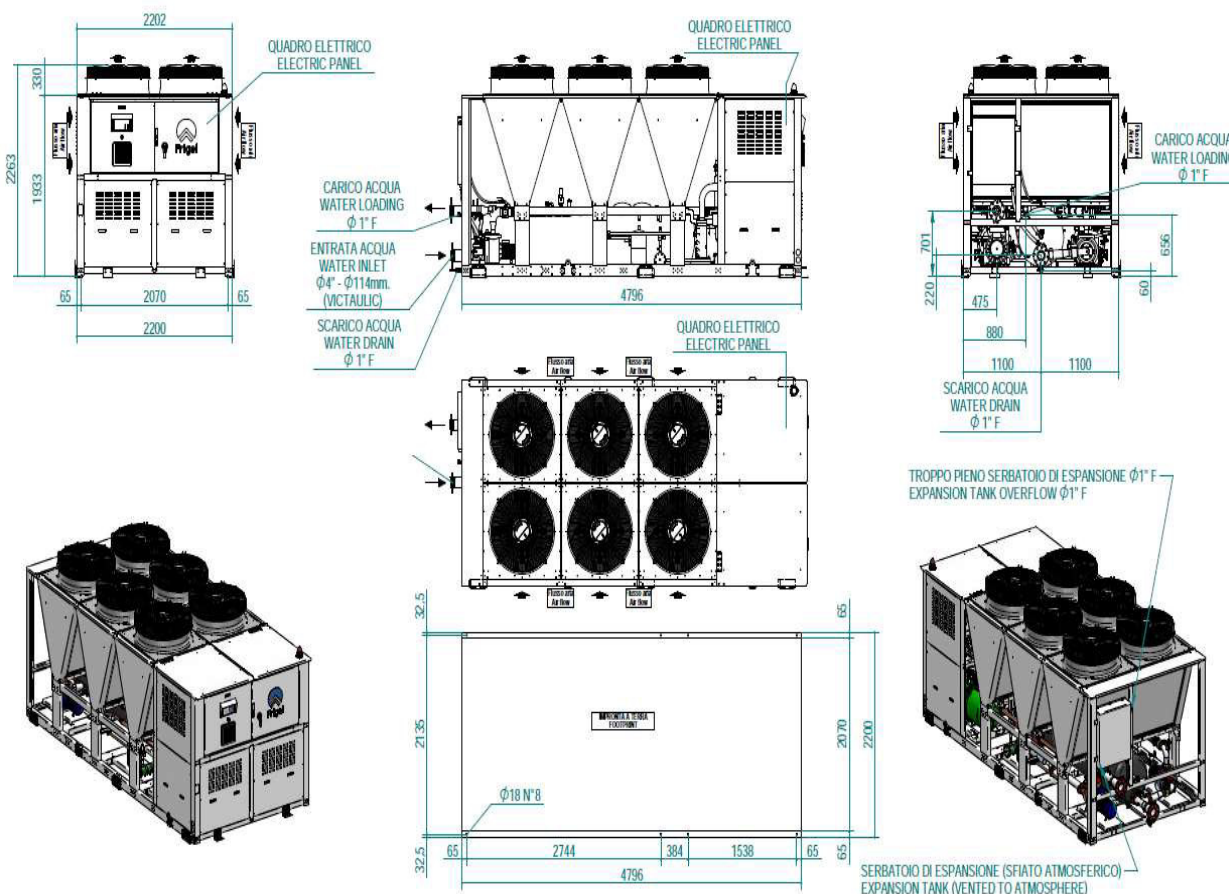




Figura 34: Schema dimensionale gruppo frigo

7.9 CONDIZIONATORI DI PRECISIONE LOCALE CONVERTITORI

7.9.1 DESCRIZIONE GENERALE

Condizionatori di precisione progettati appositamente per soddisfare le esigenze di condizionamento dell'aria dei data center e dei fornitori di servizi Internet, dei centri di elaborazione dati e di qualsiasi ambiente tecnologico caratterizzato da elevati livelli di calore da dissipare. Per garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature in tali impianti, è essenziale mantenere costanti le condizioni di temperatura e umidità per tutto l'anno; per tale ragione le unità di raffreddamento dei locali controllano le condizioni dell'ambiente circostante e non solo il raffreddamento. Gli impianti di condizionamento dell'aria destinati a scopi di "comfort" sono progettati specificamente per garantire il benessere delle persone nel locale e non sono generalmente in grado di garantire la costanza delle condizioni dell'ambiente circostante richieste dalle apparecchiature tecnologicamente avanzate, in particolare in presenza di carichi termici specifici molto più elevati. Nelle applicazioni di condizionamento di precisione, i principali obiettivi da perseguire sono cinque:

- Controllo della temperatura dell'aria ($\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,8^{\circ}\text{F}$));
- Controllo dell'umidità dell'aria ($\pm 7/8\%$);

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 278 di 319</div>

- Flusso aria alto;
- Funzionamento annuale (24 ore al giorno, 365 giorni all'anno);
- Efficienza energetica.

Nel condizionamento dell'aria di grandi locali tecnici, la densità del carico termico (per unità di superficie) è molto elevata, anche 6-10 volte la densità del carico termico in aree simili utilizzate ad esempio come uffici commerciali. Le apparecchiature standard di condizionamento dell'aria utilizzate per garantire il comfort non sono in grado di far fronte a tali densità e tipi di carico termico, soprattutto per quanto riguarda l'assenza totale di qualsiasi caratteristica di carico latente nelle applicazioni tecnologiche.

7.9.2 COMPRESSORE SCROLL

Le unità sono dotate di compressori a velocità variabile. I compressori scroll brushless sono controllati da un variatore di frequenza (VFD) che consente di aumentare o diminuire la velocità del compressore per rispondere alle esigenze di raffreddamento dell'ambiente con un livello di efficienza superiore e consumi di energia inferiori.

7.9.3 VENTILATORI EC FAN

Unità di condizionamento del tipo a dislocamento e ripresa aria diretta dall'ambiente, dotati di ventilatori centrifughi, a singola aspirazione con pale curve indietro, realizzati in materiale composito ad alta efficienza, con motore trifase a commutazione elettronica (EC) direttamente accoppiato a rotore esterno, permettono la regolazione continua della velocità tramite un segnale 10V inviato ed integrato al controllo. Grazie alla loro tecnologia, i ventilatori con motore EC assicurano assorbimenti elettrici ridotti rispetto ai ventilatori centrifughi tradizionali e permettono di adeguare la portata d'aria alla prevalenza richiesta dall'impianto.



Principali componenti:

- Motore EC a commutazione elettronica ad alta efficienza, elettronica di potenza e controllo integrate nel motore e comandate dal microprocessore del condizionatore;
- Velocità di rotazione regolabile in continuo tra il 30% e il 100%;
- Funzione soft-start integrata;
- Girante direttamente accoppiata, con aspirazione singola, pale curve indietro con sviluppo tridimensionale ottimizzato (alta efficienza, bassa rumorosità);
- allarme filtri sporchi che, tramite pressostati differenziali, segnalano la sostituzione dei filtri sul microprocessore e possano interrompere il funzionamento dell'unità in caso di malfunzionamento del ventilatore

7.9.4 QUADRO ELETTRICO

Il quadro elettrico è ubicato in un vano separato dal flusso d'aria ed è conforme alla direttiva 2014/35/UE e alle norme correlate. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- Alimentazione 400 V/3 Ph+N/50 Hz per tutte le unità con alimentazione singola;
- Alimentazione 400 V/3 Ph+N/50 Hz per tutte le unità con alimentazione doppia;
- Circuito secondario a bassa tensione a 24 VCA con trasformatore di isolamento;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 279 di 319

- Schermo di isolamento in metallo per la protezione dai componenti sotto tensione;
- Isolatore generale con interblocco meccanico;
- Interruttori automatici magnetotermici di protezione;
- Morsettiera per contatti di controllo e segnale senza tensione.



Tutte le unità sono sottoposte a un ciclo di prova di sicurezza per controllare la continuità del circuito di protezione e la resistenza di isolamento e a una prova di tensione (resistenza dielettrica).

7.9.5 TELAIO AUTOPORTANTE

La struttura costituita da telaio e parti interne realizzate con profili d'acciaio zincato e collegati con rivetti e supporti che rendono la struttura robusta e adatta per condizioni di trasporto e movimentazione anche estreme. Pannelli di chiusura, fissati alla struttura con connessioni ad apertura rapida, realizzati in lamiera d'acciaio pre-verniciata che assicura una lunga durata all'unità e rivestiti internamente con materiale fonoassorbente autoestinguente, riducendo la rumorosità complessiva dell'unità. Tutti i pannelli frontali e laterali possono essere facilmente smontabili, così da facilitare l'accesso ai componenti principali. Inoltre, il fronte macchina è dotato di doppi pannelli, adeguatamente predisposti per mantenere in funzione l'unità anche a pannelli aperti durante gli interventi tecnici, permettendo regolazioni più accurate e tempi di intervento più rapidi nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria. Caratteristiche tecniche prestazionali.

Temperatura ingresso aria	33,0 °C	Altitudine	0 m
Umidità relativa ingresso aria	40,0 %	Refrigerante	R410A
Portata aria unità	7560 m³/h	Alimentazione unità	400 V/3 ph/50 Hz
ESP	50 Pa	Tipo compressore	Inverter Scroll
Configurazione	Downflow Up	Valvola Termostatica	EEV
		Compressor modulation	90,0 %
Prestazioni unità			
Unità		Potenza elettrica ass. unità	12,81 kW
Resa Frigorifera Totale Lorda	35,7 kW	EER netto sensibile unità	2,65
Resa Frigorifera Sensibile Lorda	35,7 kW	EER netto totale unità	2,65
nSHR	1,00	Potenza elettrica ass. sistema	14,22 kW
Potenza frigorifera totale netta	33,9 kW	Classe filtro interno (EN16890 std)	ePM10 50%
Resa Netta Sensibile	33,9 kW	Perdita di carico filtro	152 Pa
SPL interno (@ 2m, f.f)	64 dB(A)	Perdita di carico batteria lato aria	153 Pa
Temperatura aria uscita macchina	19,1 °C	Perdita di carico aria unità	491 Pa
Umidità relativa aria uscita macchina	91,2 %	Temperatura di condensazione	55,2 °C
		Profondità	890 mm
		Larghezza	844 mm
		Altezza	1970 mm
		Peso	358 kg
Ventilatori DX			
Quantità	1 n°	Corrente assorbita	1 x 2,82 A
ID ventilatore	High Power EC Fans	Corrente a pieno carico	1 x 4,2 A
Alimentazione elettrica	400 V/3 ph/50 Hz	Corrente a rotore bloccato	1 x 0,1 A
Potenza elettrica assorbita	1 x 1,82 kW	Percentuale di modulazione ventilatore (%)	90 %
Compressori			
Tipo	Inverter Scroll	COP compressore	3,29
Alimentazione elettrica	400 V/3 ph/50 Hz	Corrente assorbita	1 x 23,44 A
Potenza elettrica assorbita	1 x 10,96 kW	Corrente a pieno carico	1 x 24,0 A
Dati tecnici rilevanti per singolo CONDENSATORE			
Modello condensatore		SPL esterno massimo (@ 5m, f.f)	59 dB(A)
Versione	Mcx EC Fan	SPL esterno effettivo (@ 5m,f.f.)	59 dB(A)
Configurazione scarico aria	Standard	Potenza elettrica assorbita	1,41 kW
Alimentazione elettrica	400 V/3 ph/50 Hz	Corrente a pieno carico	2,66 A
Variex	Yes	Corrente a rotore bloccato	0,10 A
Carico termico scambiato	46,6 kW	Larghezza	2602 mm
Temperatura aria esterna	47,0 °C	Profondità	1269 mm
Portata aria esterna(max velocità)	23700 m³/h	Altezza	997 mm
Portata aria effettiva al condensatore	23700 m³/h	Peso	200 kg

Figura 35: Parametri tecnici condizionatori di precisione

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 280 di 319</p>

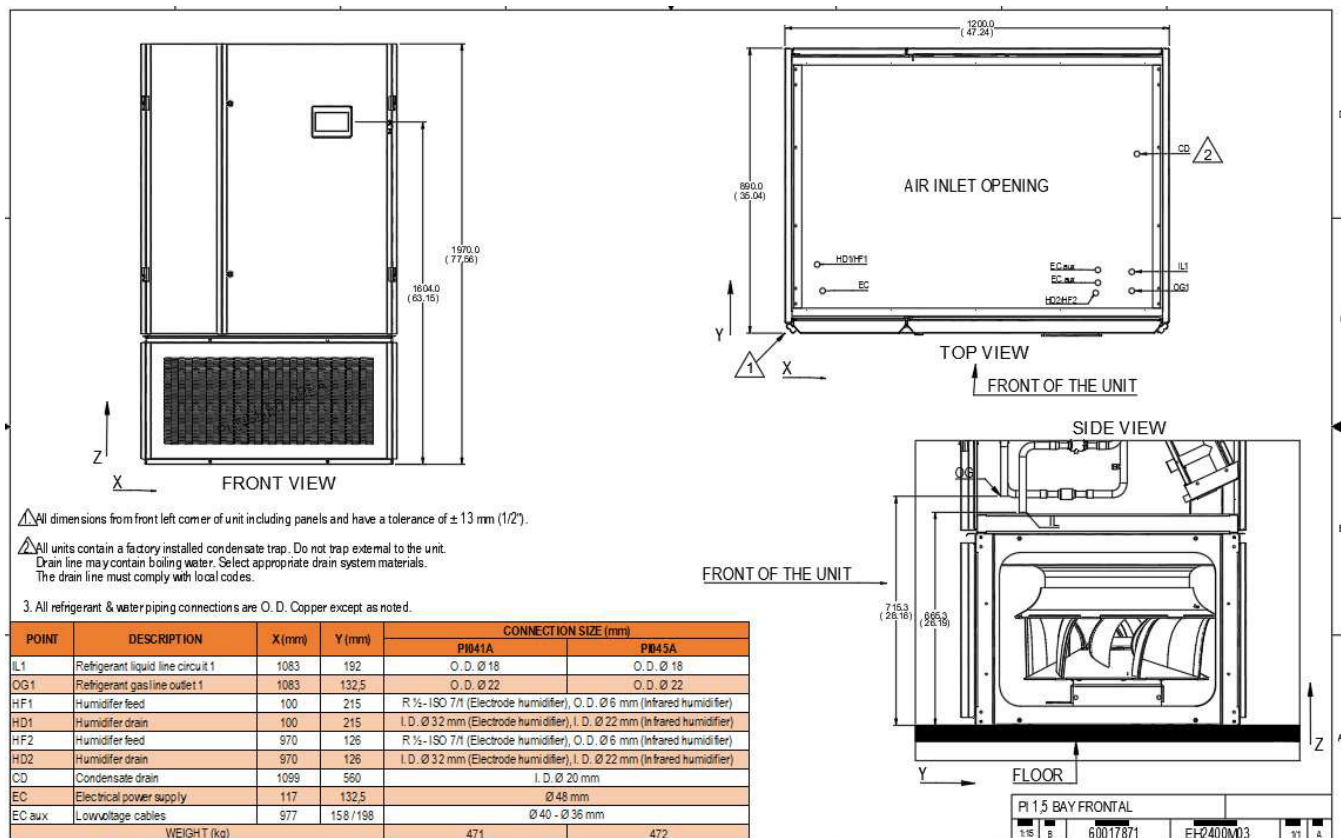


Figura 36: Ingombri e pesi condizionatori di precisione



7.9.6 UNITÀ CONDENSATORE MICRO CHANNEL (UNITÀ ESTERNA) LOCALE CONVERTITORE DESCRIZIONE GENERALE

Il condensatore remoto è uno scambiatore di calore ad aria con tecnologia a batterie microchannel, progettato per il raffreddamento di impianti di climatizzazione con refrigerante R410A. È disponibile in configurazioni a singolo o doppio circuito, con ventilatori assiali a controllo elettronico (EC) o standard (AC). L'unità è idonea all'installazione esterna, in configurazione orizzontale o verticale, con struttura in alluminio resistente alla corrosione e predisposizione per collegamenti frigoriferi ed elettrici semplificati. È dotata di sistemi di controllo per la regolazione automatica della velocità dei ventilatori in base alla pressione del circuito e alla temperatura ambiente.

Progettato secondo le normative europee vigenti, garantisce elevate prestazioni energetiche, basso livello di rumorosità e facilità di manutenzione.

7.9.7 SISTEMA DI VENTILAZIONE

Il sistema di ventilazione del condensatore è composto da ventilatori assiali a rotore esterno, disponibili in versione AC (standard) o EC (controllo elettronico Premium). I ventilatori EC sono dotati di motori a commutazione elettronica e funzionano in modulazione continua, adattando la velocità in base alla pressione del circuito frigorifero e alla temperatura ambiente, ottimizzando così l'efficienza energetica e riducendo la rumorosità.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 281 di 319</div>

La regolazione avviene tramite scheda elettronica integrata con possibilità di comunicazione via CANbus con le unità interne. Nei modelli a più ventilatori, il controllo può essere indipendente per ciascun circuito, garantendo prestazioni ottimali anche in configurazioni a doppio circuito.



7.9.8 SEZIONE COSTRUTTIVA

Il condensatore è costruito con struttura e supporti in alluminio, adatta all'installazione sia verticale che orizzontale. È dotato di batterie di scambio termico microchannel interamente in alluminio, che garantiscono leggerezza, resistenza alla corrosione e alta efficienza.

Le connessioni frigorifere sono protette da mascherature dedicate, mentre la finestra di ispezione consente la pulizia e la manutenzione delle batterie. I componenti di controllo (trasduttori, sensori e schede) sono montati e cablati in fabbrica all'interno di un quadro elettrico stagno.

Principali componenti:

- Struttura portante Telaio e gambe in alluminio per installazione verticale o orizzontale;
- Scambiatori di calore Microchannel in alluminio, con collettori dotati di prese di pressione 1/4" SAE;
- Ventilatori assiali con Motori a rotore esterno, disponibili in versione AC (standard) o EC (elettronica modulata);
- Scheda di controllo (Premium)G;
- Gestione ventilatori EC, comunicazione CANbus, controllo pressione/temperatura, regolazione modulante;
- Trasduttori di pressione misurano la pressione del refrigerante in uscita;
- Sensori di temperatura che rilevano temperatura ambiente e del refrigerante;
- Quadro elettrico stagno (IP55) con schede, cablaggi interni e interfacce di collegamento;
- Griglie di protezione Sui ventilatori e sulle connessioni frigorifere;
- Maschere protettive per protezione delle tubazioni in rame;
- Finestra d'ispezione per la manutenzione e la pulizia dello scambiatore;
- Connettori impermeabili per cavi di alimentazione e comunicazione;
- Peso 200 kg.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 282 di 319</p>

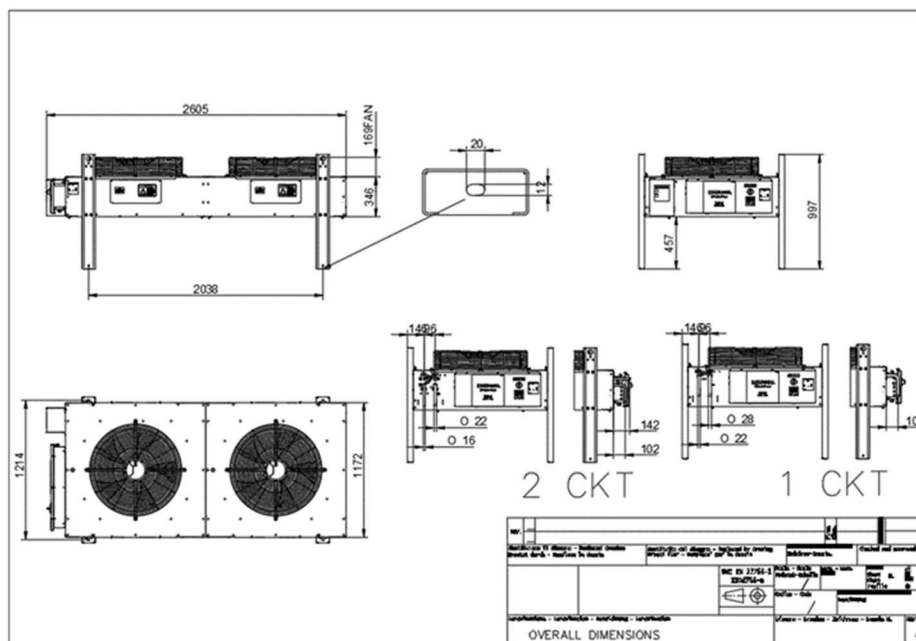


Figura 37: Ingombri unità esterna condizionatori di precisione

7.10 IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO A DUE SEZIONI AD ALTA EFFICIENZA

7.10.1 UNITÀ INTERNA AD ESPANSIONE DIRETTA LOCALI FOTOVOLTAICO, SUPERVISIONE E IMPIANTI ESTERNI



Condizionatore d'aria a due sezioni ad alta efficienza, progettato specificamente per locali tecnologici. Il modello (unità di evaporazione) può essere installato sia a soffitto (standard) che a parete. L'unità di evaporazione a parete è destinata all'installazione in ambienti interni.

DESIGN E FLUSSO D'ARIA

L'unità interna, sia nella versione a soffitto che a parete, è progettata per ottimizzare la distribuzione dell'aria fredda e la gestione del calore all'interno dell'ambiente. Mentre la versione a soffitto immette l'aria fredda direttamente verso il basso, l'unità a parete preleva l'aria calda dalla parte inferiore frontale dell'unità e immette l'aria trattata dalla parte superiore dell'unità. Questo sistema evita la miscelazione tra l'aria fredda del condizionatore e l'aria calda delle apparecchiature elettroniche, con il duplice beneficio di dirigere l'aria fredda dove è più necessaria nei rack e di trattare solo l'aria calda, aumentando significativamente l'efficienza complessiva. La distribuzione intelligente dell'aria contribuisce a mantenere una temperatura appropriata all'interno dei rack, elevata efficienza dell'apparecchiatura e assenza di zone calde nel sito.

INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

L'unità si installa facilmente alla parete del sito utilizzando due file di viti. Non richiede cablaggi interni complessi grazie alla disponibilità di connettori elettrici a innesto rapido (speciali su richiesta). Per la manutenzione, l'unità deve essere dotata di un'area di manutenzione appropriata. L'accesso all'unità di condensazione (la sezione esterna) avviene tramite pannelli rimovibili con fissaggi a viti. L'unità interna può

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 283 di 319</p>

essere posizionata in qualsiasi locale chiuso purché l'ambiente non sia aggressivo (ad esempio, privo di vapori acidi).

CONTROLLO E FUNZIONAMENTO

Il condizionatore è dotato di un *software* di autodiagnostica che verifica automaticamente le operazioni dei componenti principali, accelerando la procedura di avvio del sito. La funzione di autodiagnostica, disponibile con il display remoto o locale, esegue un controllo sequenziale e automatico di componenti come compressore, ventilatore, riscaldatori, serranda *freecooling* e relè di allarme, riducendo il tempo di avvio e consentendo un rapido controllo dei componenti. Il controllo del sistema si basa su una scheda a microprocessore montata all'interno del quadro elettrico, che può essere collegata a un'interfaccia utente (display remoto) posizionabile all'interno della sala. Il funzionamento dell'unità è completamente automatico.



LIMITI OPERATIVI

Le unità sono progettate per funzionare entro specifici intervalli di esercizio. È fondamentale che la macchina operi all'interno di questi limiti, poiché un funzionamento al di fuori di essi può invalidare le clausole di garanzia e causare danni o malfunzionamenti. I dati relativi all'unità specifica sono indicati sull'etichetta interna. Le condizioni operative esterne per i modelli "Advanced" possono estendersi fino a 50 °C o 51 °C, mentre le condizioni interne vanno tipicamente da 24 °C con U.R. del 30%-80% a 30-35 °C con U.R. del 40%.

Il sistema è composto da un'unità di evaporazione posizionata nella sala e un'unità di condensazione posizionata all'esterno.

PRINCIPALI COMPONENTI

- **Sezione dell'Evaporatore**
Costituita da una bobina con tubi di rame e alette in alluminio, progettata con un'ampia superficie frontale per aumentare il rapporto di calore sensibile (SHR) e ottimizzare l'EER (rapporto di efficienza energetica);
- **Ventilatore/i di Evaporazione**
A seconda della versione dell'unità a parete, possono essere di tipo centrifugo o centrifugo a pale rovesce (quest'ultimo per versioni con Freecooling e Freecooling d'emergenza), tutti ad accoppiamento diretto;
- **Filtri dell'aria**
L'unità dispone di filtri per l'aria di ricircolo (3) e un filtro per l'aria di raffreddamento (se l'opzione Freecooling è inclusa);
- **Pannello Elettrico Interno**
Alloggiato in un pannello facilmente accessibile, include l'interruttore automatico per la linea di alimentazione AC, l'interruttore automatico per la linea di alimentazione DC opzionale e la scheda elettronica;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 284 di 319</div>

- Sensore di Temperatura
Posizionato all'interno dell'unità di evaporazione, informa il controllo sulle condizioni dell'aria di ritorno;
- Serbatoio di Raccolta della Condensa
Montato sotto la batteria di evaporazione per raccogliere l'umidità condensata;
- Controllo a Microprocessore ICom
Scheda di controllo standard montata all'interno del quadro elettrico;
- Interfaccia Utente (Opzionale)
Display remoto o locale che può essere collegato alla scheda a microprocessore per la gestione dell'unità;
- Scheda Allarmi (Opzionale)
Fornisce relè contatti per allarmi specifici come alta/bassa pressione compressore, alta/bassa temperatura, allarme filtro aria interna intasato, e guasto ventilatore.

7.10.2 UNITÀ ESTERNA DI CONDENSAZIONE LOCALI FOTOVOLTAICO, SUPERVISIONE E IMPIANTI ESTERNI



L'unità di condensazione è concepita per l'installazione esterna e per resistere alle condizioni meteorologiche più avverse. Il telaio è costituito da pannelli in acciaio rivettati, trattati con verniciatura a polvere in colore standard RAL7035. I pannelli sono dotati di isolamento termo-acustico di 10 mm di spessore, realizzato in lana minerale con una densità di 70 kg/m³, e un materiale autoestinguente classificato V1 per le proprietà ignifughe. Una griglia di sicurezza frontale in metallo impedisce il contatto con il ventilatore.

FLUSSO D'ARIA E EFFICIENZA

L'unità di moto-condensazione preleva l'aria esterna dalla parte posteriore e la scarica dalla parte frontale. È fondamentale garantire che le sezioni di ingresso e scarico dell'aria non siano ostruite per consentire un'erogazione d'aria sufficiente e mantenere lo spazio necessario per la manutenzione. Le versioni "Advanced" della Liebert® HPSC sono progettate con una bobina di condensazione ad ampia superficie che, grazie a tubi di rame e alette in alluminio, può operare fino a temperature dell'aria esterna di 50 °C o 51 °C, soddisfacendo così condizioni di lavoro ambientali estreme.

INSTALLAZIONE E POSIZIONAMENTO

L'unità di condensazione deve essere posizionata all'esterno su una superficie piana, in grado di sostenerne il peso e le vibrazioni, e lontana da agenti contaminanti come polvere o foglie, al fine di garantire la migliore efficienza nel tempo. È consigliabile evitare luoghi con gas infiammabili e, se possibile, installare l'unità in posizioni riparate dalla pioggia, con adeguata circolazione dell'aria e non soggette a forte esposizione solare, per ottimizzare le prestazioni e rispettare i limiti operativi. In aree con velocità del vento superiori a 5 m/s, è consigliabile posizionare l'unità vicino a una barriera frangivento (ad esempio, un edificio o un muro di cinta) per ridurre la resistenza all'uscita dell'aria e il rischio di inclinazione. È essenziale che l'unità sia fissata saldamente, anche con supporti o tiranti supplementari in caso di terremoti.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 285 di 319</div>

CONNESSIONI E FUNZIONAMENTO

Collegata all'unità interna tramite tubazioni del refrigerante in rame duro o morbido. Le tubazioni devono essere il più corte possibile e isolate. Le unità sono precaricate con azoto e devono essere caricate con il refrigerante (R407C) da un tecnico esperto durante l'installazione. Il compressore, il ventilatore del condensatore e i riscaldatori (se presenti) sono collegati alla rete AC. Sono dotate di un controllo della velocità del ventilatore tramite un dispositivo elettronico che modula la velocità per mantenere la pressione di condensazione entro limiti ammissibili, ottimizzando il funzionamento del compressore, riducendo il livello di pressione sonora e facilitando l'avvio a basse temperature.



MANUTENZIONE

L'accesso all'unità di condensazione per la manutenzione avviene tramite pannelli rimovibili fissati con viti. Per la protezione elettrica, un interruttore principale esterno è disponibile di serie sul lato dell'unità.



7.10.3 ELENCO COMPONENTI PRINCIPALI

Le componenti principali sono:

- **Compressore**
Ermetico, a scorrimento, completo di protezione interna contro il surriscaldamento. È alloggiato in un compartimento separato dal flusso d'aria e protetto da un pannello isolato, accessibile frontalmente per una completa manutenzione.
- **Riscaldatore del Carter**
Mantiene una temperatura minima del refrigerante per consentire un avvio e un funzionamento affidabili anche con clima molto freddo.
- **Circuito del Refrigerante**
A seconda della configurazione può includere:
 - Valvola di espansione (capillare o termostatica);
 - Essiccatore con filtro e vetro spia;
 - Interruttori di bassa e alta pressione;
 - Due valvole di accesso;
 - Ricevitore di liquido e valvola di sicurezza (Opzionale – per versioni “L” con tubazioni lunghe);
 - Elettrovalvola di intercettazione (Opzionale – per versioni “L” con tubazioni lunghe).
- **Bobina di Condensazione**
Ad ampia superficie, con tubi di rame ad alette in alluminio, dimensionata per il funzionamento fino a 45 °C di temperatura esterna, con versioni "Advanced" che estendono il limite a 50 °C o 51 °C. (oggetto di questa fornitura);

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 286 di 319</p>



- Ventilatore/i del Condensatore
Controllato/i da un pressostato nelle versioni base, o da un dispositivo elettronico che modula la velocità del ventilatore per mantenere la pressione di condensazione nell'intervallo ammesso nei modelli.
- Telaio
Costituito da pannelli in acciaio rivettati.
- Verniciatura
Trattamento con verniciatura a polvere in colore standard (RAL7035).
- Isolamento Termo-acustico dei Pannelli
Spessore di 10 mm, in lana minerale con densità di 70 kg/m³, e materiale autoestinguente classificato V1 per le proprietà ignifughe.
- Griglia di Sicurezza Frontale
In metallo, impedisce il contatto con il ventilatore.
- Interruttore Principale Esterno
Disponibile di serie sul lato dell'unità.
- Kit di Montaggio a Parete
Include una coppia di staffe angolari in acciaio zincato, verniciate con polvere di poliestere RAL9002; supporti antivibranti in elastomero; e fissaggi in acciaio inossidabile, comprese le viti di ancoraggio (adatte per cemento o mattoni).

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 287 di 319

Temperatura ingresso aria	25,0	°C	ESP lato esterno (@max velocita')	0	Pa
Umidità relativa ingresso aria	40,0	%	Temperatura aria esterna	47,0	°C
Portata aria unità	2970	m³/h	Altitudine	0	m
ESP lato interno	0	Pa	Refrigerante	R407C	
Portata aria esterna(max velocita')	8240	m³/h	Alimentazione unità	400 V/3 ph/50 Hz	
Prestazioni unità					
Unità			SPL esterno effettivo (2m,f.f.)	69	dB(A)
Potenza frigorifera totale resa	9,1	kW	Potenza elettrica ass. unità	4,41	kW
Potenza frigorifera sensibile resa	9,1	kW	EER unità	2,06	
nSHR	1,00		Classe filtro interno (EN16890 std)	Coarse 50%	
Temperatura uscita aria	15,8	°C	Larghezza unità esterna/interna	920/800	mm
Umidità relativa uscita aria	70,2	%	Profondità unità esterna/interna	390/800	mm
SPL interno nominale (@ 2m, f.f.)	61	dB(A)	Altezza unità esterna/interna	1190/310	mm
SPL esterno massimo (2m,f.f.)	69	dB(A)	Peso unità esterna/interna	97/53	kg
Ventilatori lato EX					
Quantità	1	n°	Corrente assorbita	1 x 1,64	A
Tipo	Normal		Corrente a pieno carico	1 x 2,20	A
Alimentazione elettrica	230 V/1 ph/50 Hz		Corrente a rotore bloccato	1 x 0,00	A
Potenza elettrica assorbita	1 x 0,37	kW			
Ventilatori lato CX					
Quantità	2	n°	Potenza elettrica assorbita	2 x 0,35	kW
Alimentazione elettrica	230 V/1 ph/50 Hz		Corrente elettrica nominale	2 x 1,55	A
			Corrente a pieno carico	2 x 2,20	A
Portata aria effettiva al condensatore	8240	m³/h	Corrente a rotore bloccato	2 x 0,00	A
Compressori					
Quantità	1	n°	COP compressore	2,73	
Alimentazione elettrica	400 V/3 ph/50 Hz		Corrente assorbita	1 x 5,85	A
Potenza elettrica assorbita	1 x 3,34	kW	Corrente a pieno carico	1 x 7,00	A
			Corrente a rotore bloccato	1 x 46,0	A

Figura 38: Parametri tecnici condizionatori

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 288 di 319</p>

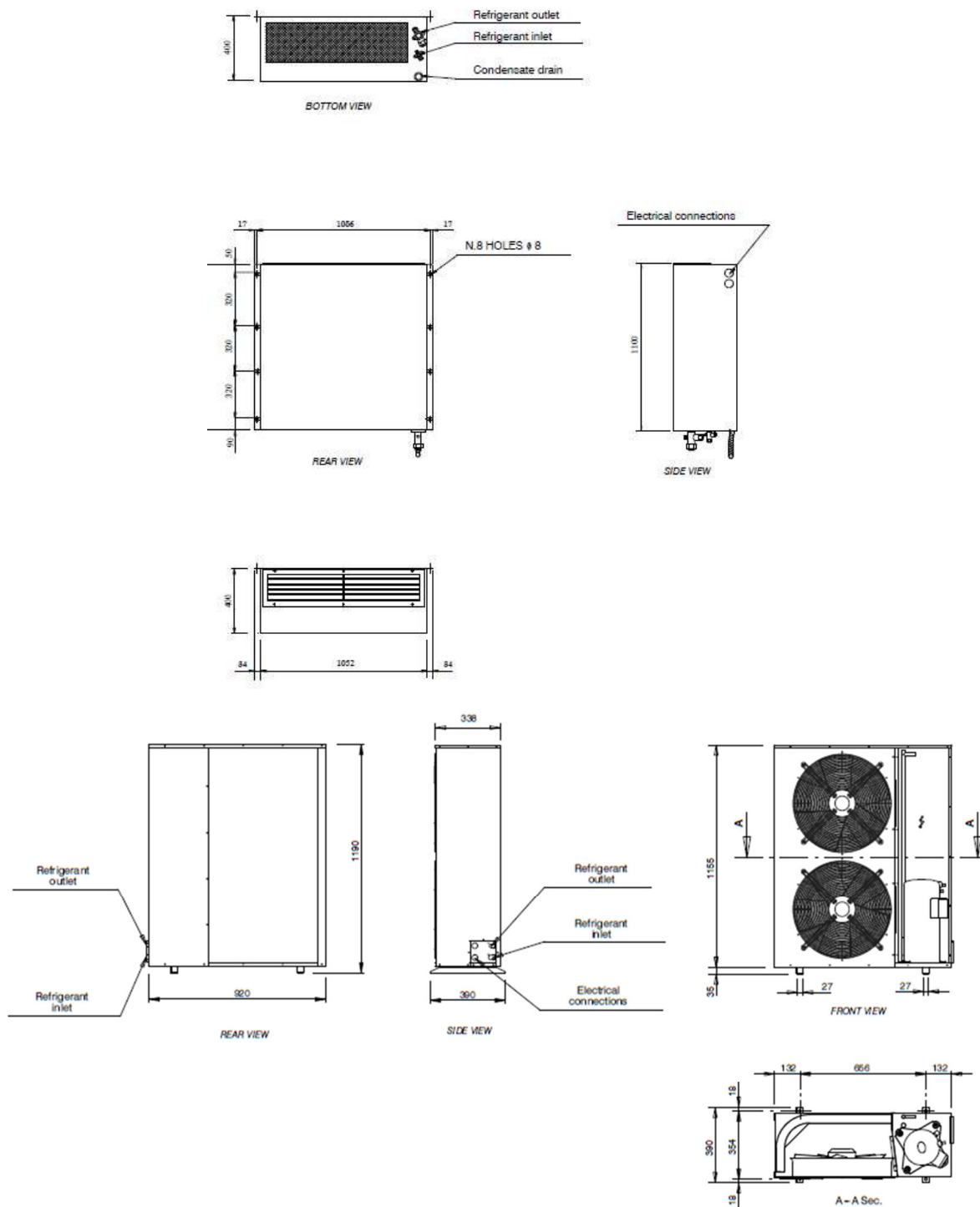




Figura 39: unità interna/esterna condizionatori

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 289 di 319</div>

7.11 COMPONENTI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

7.11.1 TORRINO DI ESTRAZIONE LOCALI TRASFORMATORI TR-IN, TR-OUT, TR-AUX E TR-FV

Torrino di estrazione costruito per applicazioni costiere. L'unità utilizza un design a scarico verticale abbinato a un motore efficiente che opera a un basso livello sonoro.

Involucro dell'unità è realizzato in alluminio resistente all'acqua di mare e abbinato a una griglia di protezione dagli uccelli verniciata a polvere che impedisce danni e incrostazioni a lungo termine.





Motore completamente regolabile in velocità, montato all'esterno del flusso d'aria e in grado di trasportare aria fino a 120°C. protetto da contatti termici integrati o da conduttori freddi da collegare a un dispositivo di protezione del motore.

La girante con pale rovesce è realizzata con lo stesso alluminio resistente all'acqua di mare dell'involucro esterno del modello

Il sistema è inoltre progettato in piena conformità alle direttive CE 640/2009 per garantire un consumo energetico ridotto e una riduzione delle emissioni.

Dati nominali	
Tensione (nominale)	400 V
Frequenza	50 Hz
Fasi	3~
Potenza in entrata	7,595 W
Potenza in ingresso kW	7,595 kW
Corrente in entrata	13,7 A
Velocità rotazione girante	981 rpm
Portata aria	max 32.170 m³/h
Temperatura aria trasportata	max 120 °C
Temperatura max aria trasportata, sotto regolazione	120 °C
Dati acustici	
Livello pressione sonora a 10 m (campo libero)	62 dB(A)
Livello pressione sonora a 4 m (campo libero)	70 dB(A)
Protezione/Classificazione	
Classe di protezione, motore	IP55
Classe d'isolamento	F
Dati in accordo a ERP	
Pronto ErP	Non pertinente ErP
Dimensioni e pesi	
Peso	382 kg
Altri	
Tipo motore	AC

Figura 40: Parametri tecnici torrino di espulsione TR-IN e TR-OUT

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 290 di 319

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
900	1690	-	1180	830	872	1251	1050	433	Ø14 (4x)	Ø9 (8x)

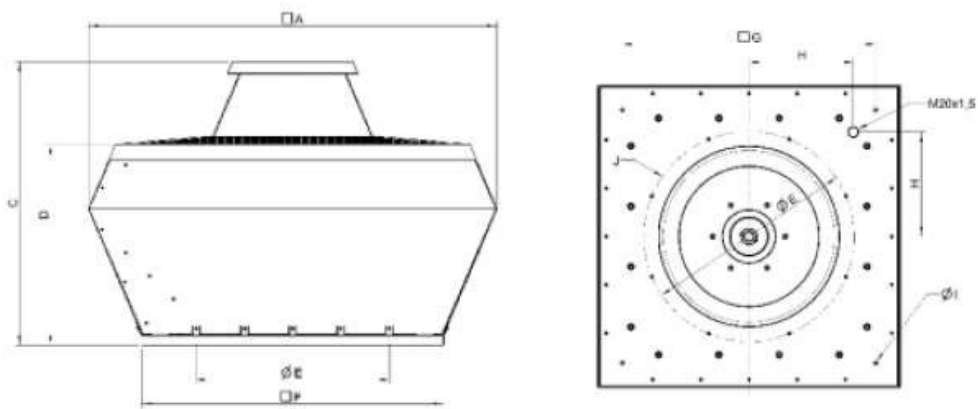
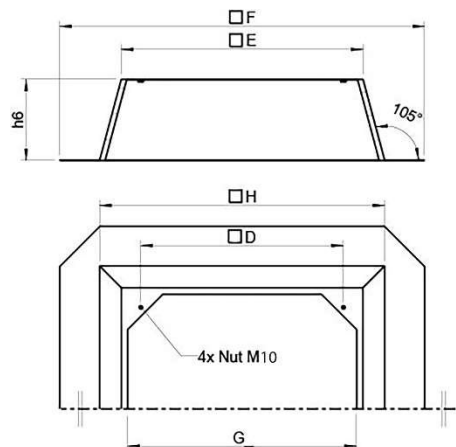




Figura 41: Ingombri torrino di espulsione TR-IN e TR-OUT



D	E	F	G	H	nut M	h6
1050	1205	1600	1157	1363	M12	300

Figura 42: Accessorio Torrino per tetti piani

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 291 di 319</p>

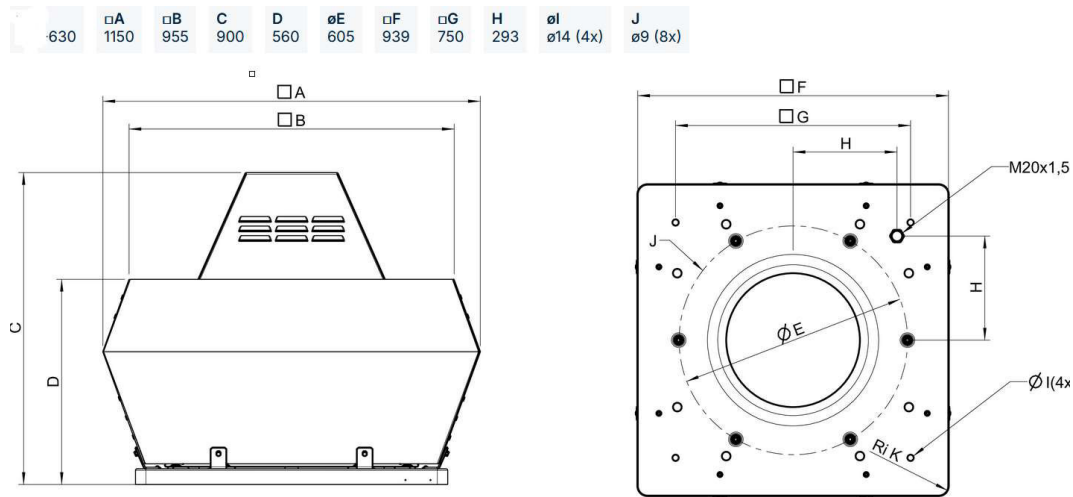


Figura 43: Ingombri torrino di espulsione 2.3.2 Locali TR-SA e TR-FV

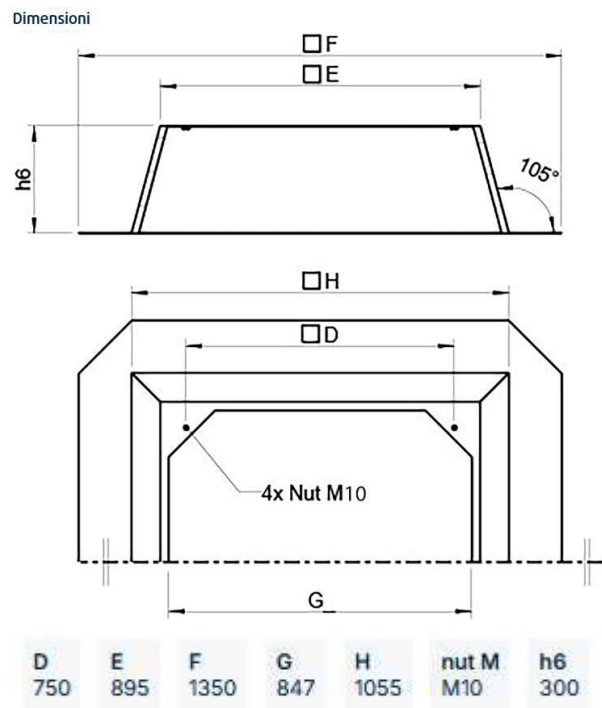




Figura 44: Accessorio Torrino per tetti piani

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 292 di 319</div>

Dati nominali		
Tensione (nominale)	400	V
Frequenza	50	Hz
Fasi	3~	
Potenza in entrata	4.319	W
Potenza in ingresso kW	4,319	kW
Corrente in entrata	7,39	A
Velocità rotazione girante	1.464	rpm
Portata aria	max 14.173	m³/h
Temperatura aria trasportata	max 120	°C
Temperatura max aria trasportata, sotto regolazione	120	°C
Dati acustici		
Livello pressione sonora a 10 m (campo libero)	58	dB(A)
Livello pressione sonora a 4 m (campo libero)	66	dB(A)
Protezione/Classificazione		
Classe di protezione, motore	IP55	
Classe d'isolamento	F	
Dati in accordo a ERP		
Pronto ErP	Non pertinente ErP	
Dimensioni e pesi		
Peso	119	kg
Altri		
Tipo motore	AC	



Figura 45: Parametri tecnici torrino di espulsione TR-SA e TR-FV

7.11.2 SERRANDA DI NON RITORNO LOCALI TRASFORMATORI TR-IN, TR-OUT, TR-AUX E TR-FV

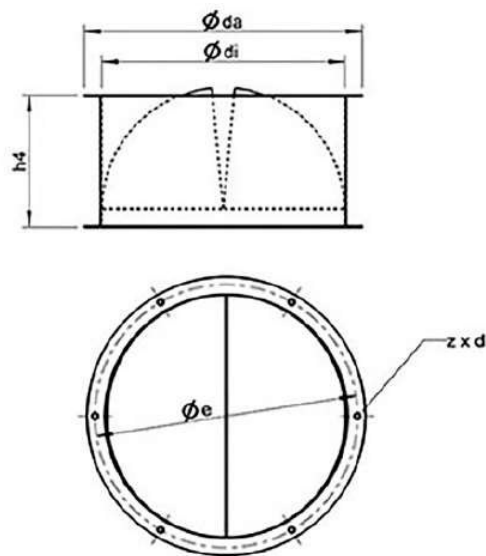
La serranda di non ritorno è un dispositivo meccanico progettato per impedire il riflusso d'aria all'interno dei sistemi di ventilazione e condizionamento. È necessario per impianti di estrazione e mandata, ove sia fondamentale evitare il ritorno dell'aria (pioggia, sporco, ecc) in caso di spegnimento del ventilatore o di variazioni di pressione all'interno del sistema.

La serranda dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo: realizzato in lamiera zincata (standard);
- Palette: leggere e bilanciate, costruite in alluminio per ridurre la resistenza aerodinamica.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 293 di 319</p>



- Apertura automatica: le palette si aprono automaticamente al passaggio dell'aria nella direzione prevista e si richiudono per gravità o per la pressione contraria;
- Guarnizioni: disponibili su richiesta per aumentare la tenuta all'aria;
- Temperatura di esercizio da -30°C a +100°C;
- Pressione massima differenziale fino a 1000 Pa;
- Velocità aria raccomandata fino a 10 m/s.

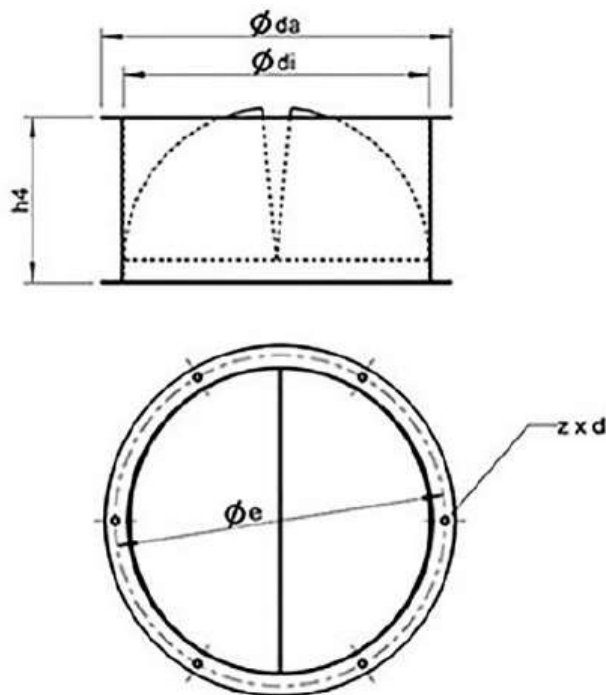


ϕda	ϕe	ϕdi	$h4$	$z \times d$
800/900	910	872	801	340
				8 x $\phi 10$

Dimensions and weights		
Duct dimension; Circular, inlet	801	mm
Weight	19.6	kg

Figura 46: Parametri tecnici Serranda TR-IN e TR-OUT

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	
		Pag. 294 di 319



ϕda	ϕe	ϕdi	$h4$	$z \times d$
560/630	639	605	573	255
				8 x $\phi 10$

Figura 47: Parametri tecnici Serranda TR-AUX E TR-FV





7.11.3 GRIGLIE DI PRESA ARIA ESTERNA LOCALE CONTAINER TRASFORMATORI TR-SA TR-FV

Griglia di ripresa aria 1900 x 1250 mm per esterno dotata di alette fisse con inclinazione tale da proteggere le aperture contro l'ingresso dell'acqua oltre che impedire la vista del canale dall'esterno. L'inclinazione delle alette impedisce l'ingresso dell'acqua nel canale con velocità dell'aria fino a 3 m/s.

Le griglie avranno le seguenti caratteristiche:

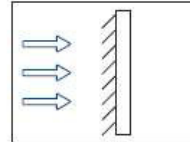
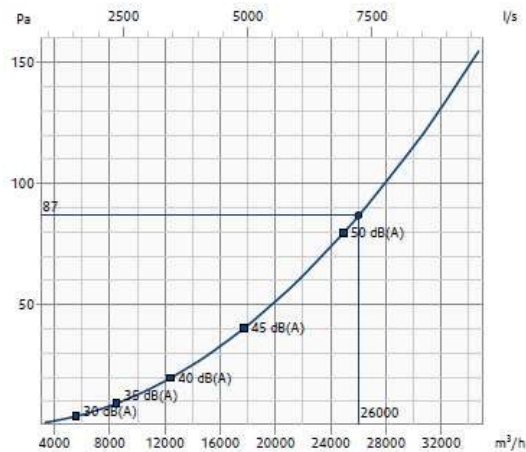
- Alette con profilo alare antipioggia;
- Profilatura maggiore robustezza;
- Verniciatura a polvere colori RAL a richiesta.

Realizzata in lamiera di acciaio zincato. La griglia è composta da un telaio esterno, da un telaio interno con spalletta interna, alette passo 90 mm, rete di protezione in maglia 10 mm x 10 mm e controtelaio disponibili come accessori. Realizzata nella versione standard anodizzata, può essere verniciata a polvere con colori RAL su richiesta. La spalletta interna impedisce l'infiltrazione di acqua attraverso la griglia. La rete di protezione ha lo scopo di bloccare le impurità di grandi dimensioni (ad esempio foglie). Il controtelaio è dotato di fori per una facile installazione a canale o a parete.

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 295 di 319</div>

Perdita di carico & livello potenza sonora (ponderata-A)

Livello potenza sonora (ponderata-A)





Parametro	Valore	
Flusso d'aria	26000	m ³ /h
Velocità frontale dell'aria*	3,04	m/s
Velocità area libera	4,15	m/s
Area libera	1,74	m ²
Velocità effettiva dell'area*	4,08	m/s
Area efficace	1,77	m ²
Perdita di carico	87	Pa
Livello potenza sonora totale	59	dB
Livello potenza sonora (ponderata-A)	51	dB(A)

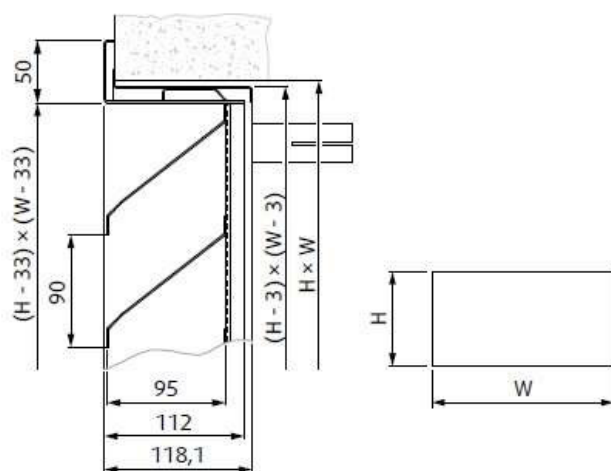
* Calcolato secondo la norma EN 12792

** Calcolato secondo la norma EN 12792

Livello potenza sonora totale		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L _W	dB	54	54	50	49	47	39	32	28
L _{WA}	dB(A)	30	38	41	46	46	40	33	26

Figura 48: Parametri tecnici griglia

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	
		Pag. 296 di 319



Dimensioni	Valore (mm)
W	1900
H	1250

Peso

Parte	Peso (kg)
1900x1250-UR-S	55.60


Figura 49: Dimensioni e peso griglia

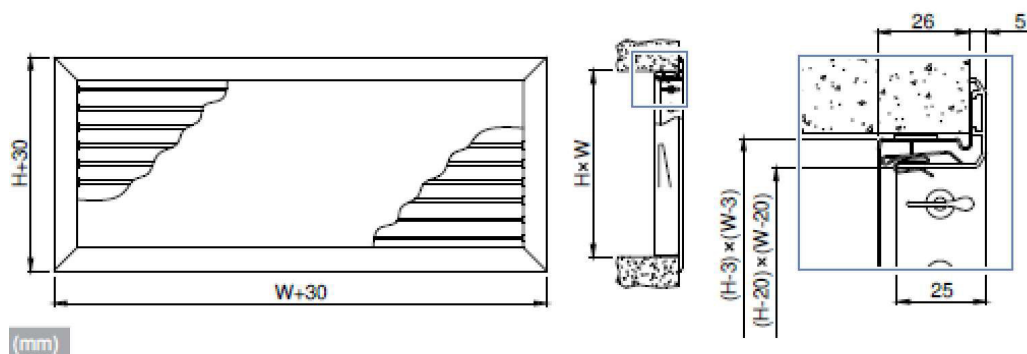
7.11.4 GRIGLIE DI MANDATA ARIA CONDIZIONATORI UI.01÷UI.04

Griglia di mandata aria, con dimensioni nominali di 625x325 mm, realizzata in alluminio anodizzato, idonea per installazione in impianti di ventilazione, climatizzazione o trattamento aria, in ambienti civili, commerciali o industriali.

La griglia dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo realizzato in alluminio estruso anodizzato, con finitura standard RAL 9006 (naturale);
- Doppia fila di alette singolarmente orientabili, in particolare alette anteriore e posteriore regolabili manualmente per direzionare il flusso d'aria sia in orizzontale che in verticale;
- Installazione a parete, soffitto o canale mediante fissaggio a viti nascoste o molle a scomparsa;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 297 di 319</p>



Dimensioni	Valore mm
W	625
H	325
Parte	
	1.20

Figura 50: Dimensioni e peso griglia



N.b: le griglie, sono necessarie per direzionare il flusso dell'aria, verranno installate sostituendo la griglia del condizionatore esistente, non essendo un accessorio specifico, sarà adattato secondo indicazioni ed autorizzazione del fornitore del Condizionatore in modo da non alterare il corretto funzionamento dell'unità interna.

7.11.5 GRIGLIE DI RIPRESA

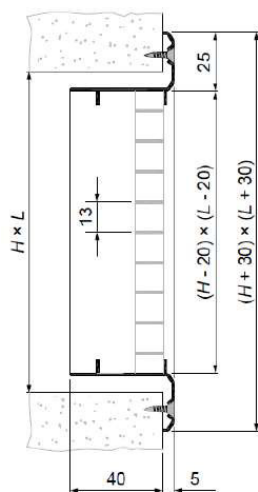
Griglia di mandata aria, con superficie libera fino al 90% dimensioni nominali di 1000x500 mm, realizzata in alluminio anodizzato, idonea per installazione in impianti di ventilazione, climatizzazione o trattamento aria, in ambienti civili, commerciali o industriali.

La griglia dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo realizzato in alluminio estruso anodizzato, con finitura standard RAL 9006 (naturale);
- Doppia fila di alette;
- Alette anteriore e posteriore regolabili manualmente per direzionare il flusso d'aria sia in orizzontale che in verticale;
- Plenum di collegamento;
- Installazione a parete, soffitto o canale mediante fissaggio a viti nascoste o molle a scomparsa.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 298 di 319</div>

Dimensioni



Dimensioni	Valore mm
L	1000
H	500

Parte	Peso kg
1000x500-SW	1.95



Figura 51: Dimensioni e peso griglia

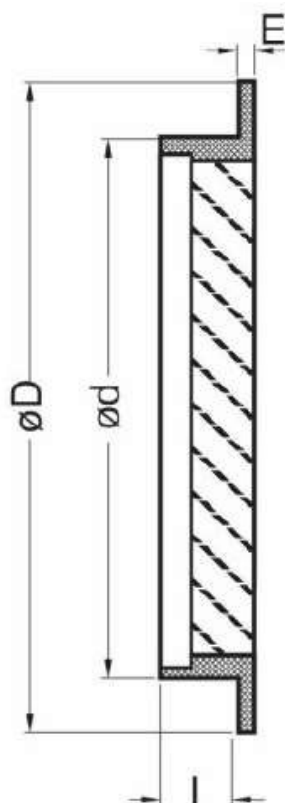
7.11.6 GRIGLIE DI ESPULSIONE/PRESA ARIA ESTERNA

Griglia circolare in alluminio, concepita per proteggere l'imbocco dei condotti dell'aria (mandata o ripresa) contro agenti atmosferici e fauna (uccelli).

La griglia dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Struttura robusta in alluminio pressofuso;
- Rete metallica integrata in acciaio inox, maglia 8×8 mm;
- Lamelle antipioggia con passo 14 mm, inclinate di 35° per impedire infiltrazioni di acqua.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 299 di 319</p>



Ø D = outside diameter

Ø d = connection diameter



The grille has 4,2 mm screw holes on the side for mounting.

Ød nom	ØD mm	I mm	E mm	Af (m²)
100	125	16,9	2,3	0,004
125	151	16,9	2,3	0,007
160	182	15,3	3,2	0,012
200	222	16,5	3,5	0,020
250	275	15,0	4,0	0,031
315	348	13,8	6,2	0,047

Figura 52: Dimensioni e peso griglia

7.12 ESTRATTORE ATEX LOCALE SUPERVISIONE

Il ventilatore ATEX ha un diametro nominale di 315 mm. La linea RVK-EX di ventilatori centrifughi certificati Atex in plastica è progettata per ambienti critici e adatta all'installazione a canale in diverse posizioni. La girante in lamiera d'acciaio verniciata a polvere, è a pale rovesce il quali sono realizzate in poliammide rinforzata con fibra di vetro, leggere e resistenti, bilanciate dinamicamente e abbinate ai corrispondenti motori a rotore esterno e accoppiata a motori e rotore esterni, che consentono di gestire portate d'aria fino

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 300 di 319</p>

a 1.120 m³/h. I ventilatori sono dotati di rotore esterno con motore AC, adatti per funzionamento a 50Hz. La taglia del motore è standard UNEL MEC B35, costruito con materiali e accorgimenti adatti all'uso in ambienti con atmosfere potenzialmente esplosive, secondo le norme Ex Protection EN ISO 80079-36:2023 ed EN 14986:2017.

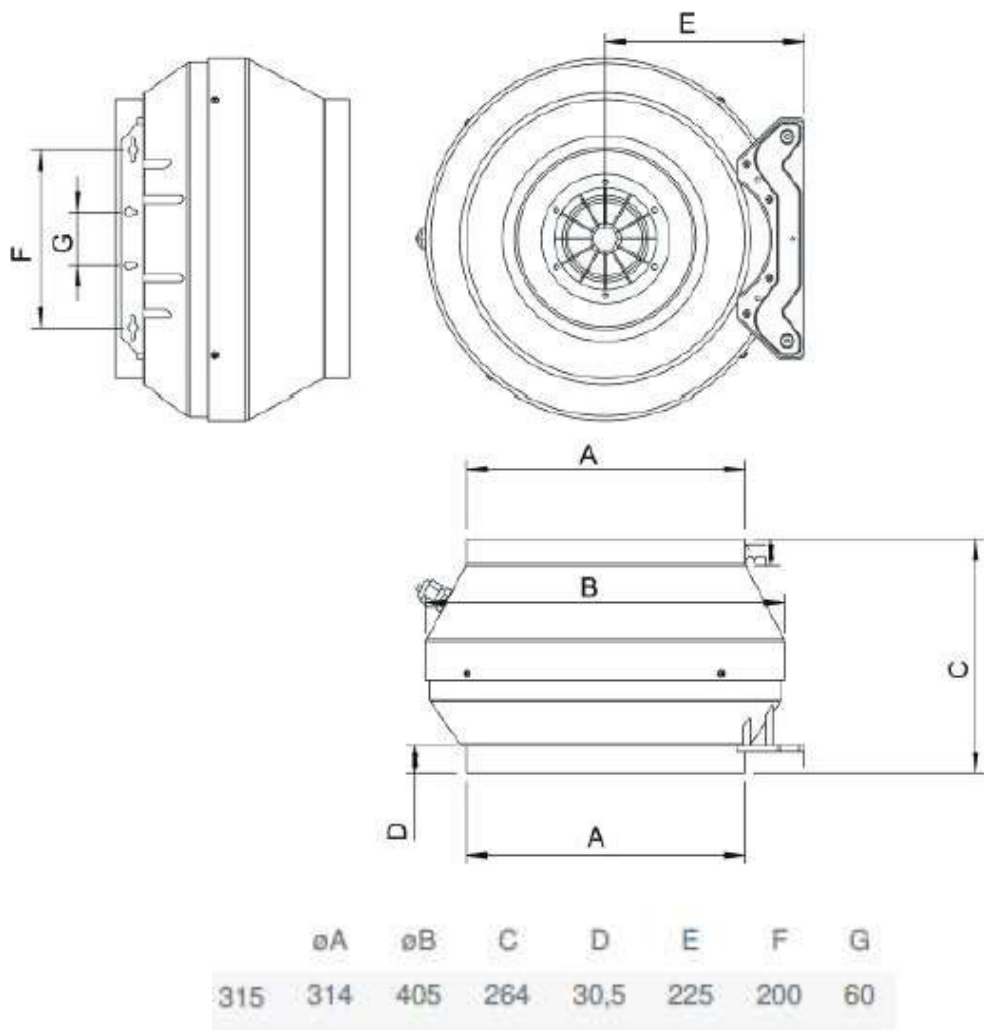






Figura 53: Ingombri estrattore ATEX

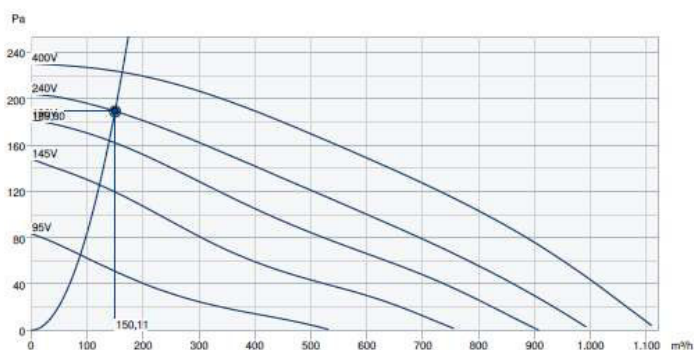
	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”	
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7	
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO	
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0	
		Pag. 301 di 319

Dati nominali		
Tensione (nominale)	400	V
Frequenza	50	Hz
Fasi	3~	
Potenza in entrata	84	W
Potenza in ingresso kW	0,084	kW
Corrente in entrata	0,2	A
Velocità rotazione girante	1.385	rpm
Portata aria	max 1.120	m³/h
Temperatura aria trasportata	max 40	°C
Temperatura max aria trasportata, sotto regolazione	40	°C
Dati acustici		
Livello pressione sonora a 3 m (20m² Sabin)	41	dB(A)
Protezione/Classificazione		
Classe di protezione, motore	IP44	
Classe d'isolamento	B	
A prova di esplosione	II 2G Ex h IIB+H2 T3 Gb	
Certificato	TPS 20 ATEX 085751 0009 X	
Temperatura ambiente e canale		
Temperatura ambiente e canale	-20 a 40	°C
Dimensioni e pesi		
Dimensione condotto; Circolare, immissione	315	mm
Dimensione condotto; Circolare, espulsione	315	mm
Peso	7	kg
Altri		
Tipo connessione condotto	Circolare	
Tipo colore, cassa	Nero	
Tipo motore	AC	

Figura 54: Parametri tecnici estrattore ATEX

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 302 di 319</div>

Curva di prestazione



Dati idraulici	
Portata d'aria richiesta	150 m³/h
Pressione statica richiesta	189 Pa
Flusso di aria di esercizio	150 m³/h
Pressione statica di esercizio	189 Pa
Densità dell'aria	1,204 kg/m³
Potenza	43,7 W
Controllo ventola - giri/min	1.319 rpm
Corrente	0,14 A
SFP	1,048 kW/m³/s
Tensione di controllo	240,0 V
Tensione di alimentazione	240 V



Livello di potenza sonora		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Totale
Aspirazione	dB(A)	38	65	59	59	55	50	50	41	67
Mandata	dB(A)	40	64	60	59	56	53	51	41	67
Circostante	dB(A)	<10	30	32	42	40	36	30	22	45
Livello di pressione sonora a 3m (20m² Sabine)	dB(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	38
Livello di pressione sonora a 3m in campo libero	dB(A)	-	-	-	-	-	-	-	-	24

Figura 55: Curve caratteristiche estrattore ATEX

7.12.1 VALVOLA DI ESTRAZIONE ARIA

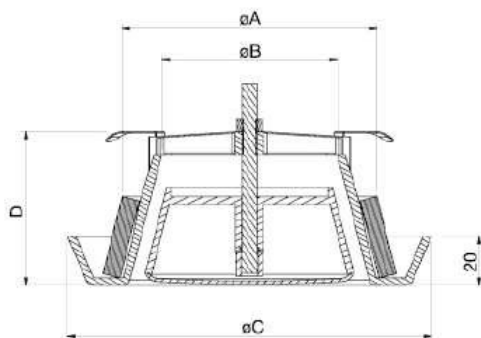
Diffusore circolare di ripresa aria, composto da cono valvola aerodinamico incernierato, per l'ottenimento di flusso ottimizzato a bassa rumorosità e ridotta perdita di carico, costruito in polipropilene riciclabile, resistente a temperature fino a 100 °C e indicata la finitura in bianco RAL 9010.

Il corpo centrale (cono) è regolabile manualmente tramite avvitamento, consentendo variazioni della sezione di passaggio per ottenere le portate e le condizioni di esercizio desiderate, con prestazioni caratterizzate da elevata efficienza fluidodinamica e comfort acustico, fornisce basse perdite di carico e

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”
	CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO
	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0

Pag. 303 di 319

bassa rumorosità, grazie alla geometria aerodinamica del cono valvola, garantendo un flusso d'aria uniforme e silenzioso.



Dimensioni	Valore mm
øA	125
øB	87
øC	160
D	61

Parte	Peso kg
E-125-SW	0.10



Figura 56: Dimensioni e peso valvola di estrazione

7.12.2 SERRANDA DI SOVRAPRESSIONE

Serranda a lamelle design quadrato per il montaggio verticale a parete. I vani profilati producono una forte forza verso l'alto che serve a ridurre la resistenza dell'aria. Ciò significa che i vani si aprono completamente con una bassa velocità dell'aria.

Gamma di temperature di funzionamento, da -30°C a +60°C. La serranda realizzata in PVC resistente agli agenti atmosferici.

Le serrande sono progettate per il montaggio verticale a parete e sono facili da installare. Per facilitare l'installazione sono inclusi tasselli e viti. Serranda disponibile in grigio chiaro RAL 7035/RAL 9010.

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 304 di 319</p>

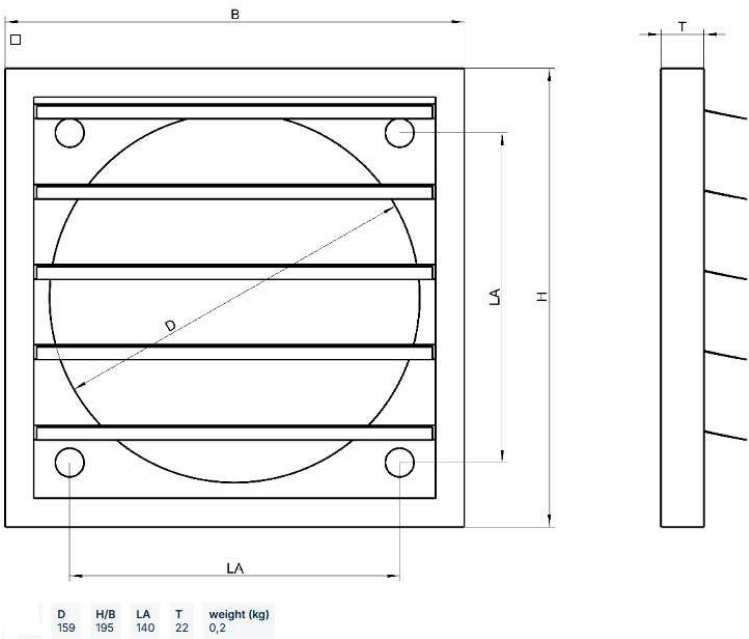


Figura 57: Dimensioni e peso griglia

7.12.3 CASSETTA PORTAFILTRO

La cassetta porta filtro, progettata per l'installazione in canali circolari, realizzata in acciaio zincato con raccordi sigillati in gomma circolari. Filtro classe G4 (EU 4).

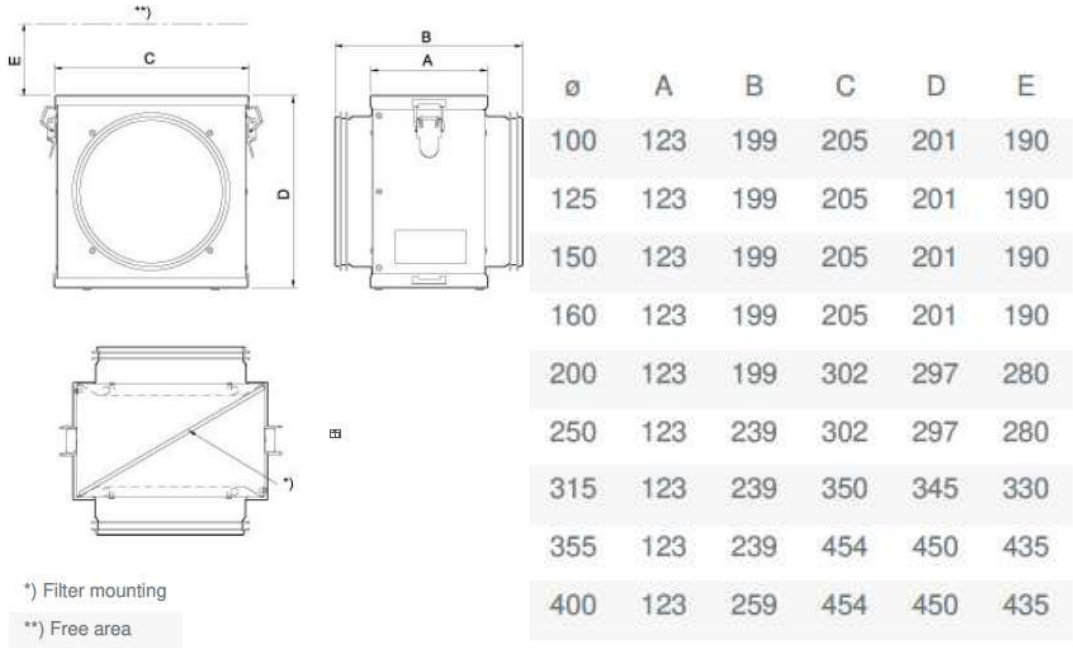




Figura 58: Dimensioni porta filtro

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 305 di 319</div>

7.12.4 SERRANDA TAGLIAFUOCO CIRCOLARI

Serranda tagliafuoco per protezione passiva, design a compartimenti stagni che impedisce la diffusione di gas tossici, fumo e fuoco.

Standard di sicurezza certificata in conformità alla norma EN 15650 e testata per i criteri EIS secondo EN 1366-2.

Tutte le serrande antincendio con un attuatore, disponibile con unità di alimentazione e comunicazione, 24V e comunicazione e controllo Bac/Net.

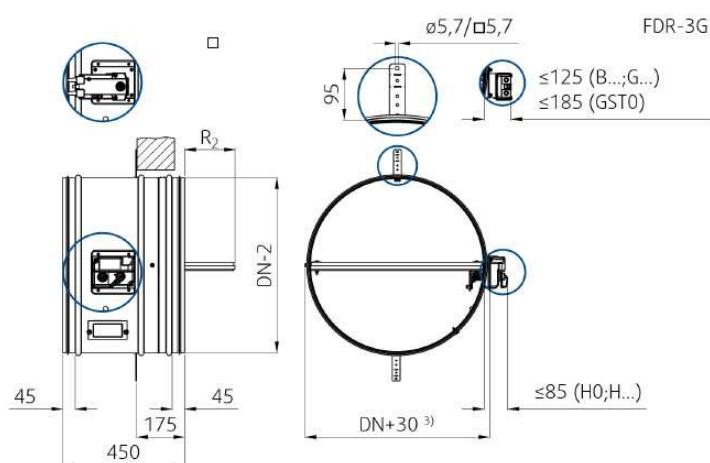
I meccanismi di attivazione sono rimovibili e il meccanismo azionato dall'attuatore può essere scambiato con quello azionato manualmente.

Il meccanismo di attivazione si attiva quando la temperatura dell'aria nel condotto raggiunge i 74°C e la serranda si chiude entro 10 secondi.

Le serrande tagliafuoco hanno una cassa in lamiera zincata.

Le alette sono realizzate con isolanti non in amianto e sono dotate di una guarnizione in gomma per i fumi freddi e di una guarnizione intumescente. La guarnizione intumescente si espande in caso di incendio.



Dimensioni



Dimensioni	Valore mm
DN	150
R1	-275
R2	-42

Parte	Peso kg
-3G-150-H0	3.70

Figura 59: Dimensioni e peso Serranda tagliafuoco

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 306 di 319</p>

7.13 VALVOLAME ED ACCESSORI

7.13.1 VALVOLE A FARFALLA FLANGIATE

Valvola a farfalla con corpo flangiato LUG in ghisa sferoidale EN GJS 400-15 e disco centrato in ghisa sferoidale nichelata EN GJS 400-15. Manicotto in EPDM. Verniciatura con smalto epossidico. Leva regolabile in posizioni intermedie e lucchettabile. Flangia in accordo a ISO 5211 integrata. Per flange EN1092 e ANSI 16.5#150. Scartamento EN 558/1-20. Limiti di impiego -10°C ÷ +120°C. Pmax 16 bar. Equipaggiabile con servocomando, prolunga per presa stradale, indicatore visivo e lucchettaggio per riduttore manuale, box micro, kit interruttori di finecorsa, box finecorsa e posizionatore. Conforme alla direttiva PED.

7.13.2 VALVOLE DI TARATURA CON ATTACCHI FLANGIATI

Valvola di bilanciamento flangiata con corpo in ghisa grigia EN GJL 250. Interno: ottone. Tenuta piana in EPDM. Verniciatura esterna ed interna con smalto epossidico. Memoria di posizione del volantino orientabile. Attacchi per prese di pressione o temperatura ad innesto rapido. Per flange EN 1092 con scartamento ISO 5752. Disponibile: strumento elettronico per misurare la portata e la pressione differenziale e raccordi con stringa ad innesto rapido. Limiti di impiego -10°C ÷ +140°C. Pmax 16 bar. Conforme alla direttiva PED. Diametri da DN 65 a DN 150).

7.13.3 VALVOLE DI RITEGNO IN PVC

Valvola di ritegno a clapet, in PVC-U (polivinilcloruro non plastificato), con guarnizioni in EPDM, completa di attacchi a bocchettone femmina per facilitare la manutenzione.

La valvola dovrà essere conforme alle seguenti specifiche tecniche:

- Corpo e componenti in PVC-U ad alta resistenza alla corrosione;
- Guarnizioni in EPDM adatte al convogliamento di acqua fredda, anche in impianti HVAC o di refrigerazione;
- Tenuta garantita fino a 10 bar (verificare pressione nominale in base al DN richiesto);
- Attacchi filettati femmina con bocchettoni smontabili per una rapida installazione e manutenzione;
- Installabile in posizione orizzontale o verticale (con flusso dal basso verso l'alto);
- Conforme alle normative europee per materiali a contatto con acqua.



La posa in opera dovrà comprendere il corretto orientamento secondo la direzione del flusso, il serraggio a coppia adeguata e l'integrazione nel circuito idraulico secondo le indicazioni del produttore.

7.13.4 VALVOLE DI RITEGNO GAS REFRIGERANTE

valvola di non ritorno per linea frigorifera, idonea all'utilizzo con gas refrigerante R410A, atta a prevenire il riflusso del refrigerante e a garantire il corretto senso di circolazione all'interno del circuito frigorifero.

La valvola dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Corpo in ottone o acciaio ad alta resistenza, compatibile con refrigeranti HFC e olio POE;
- Elemento di tenuta interno a molla con clapet o disco, progettato per l'uso con gas ad alta pressione come l'R410A;

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 307 di 319</p>

- Attacchi a brasare (saldare) o flare secondo necessità progettuale (specificare in funzione del tipo di connessione);
- Pressione di esercizio minima: 45 bar (PN 45) o superiore, adatta a R410A;
- Temperatura di esercizio: -40°C ÷ +120°C;
- Bassa perdita di carico e risposta rapida alla variazione di pressione;
- Installazione obbligatoria in posizione orizzontale o verticale con flusso dal basso verso l'alto (seguire indicazioni del produttore);
- Conforme alle norme vigenti in materia di apparecchiature a pressione (PED) e compatibile con normativa F-Gas.

7.13.5 RUBINETTI DI SCARICO

I rubinetti di scarico dovranno essere di bronzo con sfera cromata, guarnizioni di teflon, di tipo filettato con comando a chiave. Condizioni di esercizio:

- Pmax = 16 Kg/cmq;
- Tmax = 100°C.

7.13.6 FILTRI A Y CON ATTACCHI FLANGIATI

Filtro a Y flangiato con corpo in ghisa grigia e magneti con asta in acciaio inox. Tenuta in ptfe. Tappo per uno scarico completo in tutte le posizioni. Filtro in acciaio inox in lamiera forata. Asta metallica per trattenere le particelle di metallo. Coperchio removibile per ispezione e manutenzione. Per flange EN 1092 con scartamento EN 558-1. Limiti di impiego -10°C ÷ 150°C, Pmax 16 bar. Conformi alla direttiva PED.

7.13.7 GIUNTO ANTIVIBRANTE

Giunto elastico flangiato in gomma. Corpo in EPDM, flange in acciaio zincato. Tessuto di rinforzo in nylon. Con anello anti estrazione in acciaio. Flange girevoli in acciaio al carbonio. Per flange EN 1092 PN 10/16. Limiti di impiego -10°C ÷ 100°C, Pmax 16 bar. Pmin 0,7 bar. Disponibile: limitatori di allungamento in acciaio. DN 125.



7.13.8 PUNTI SFOGO ARIA

Dovranno essere realizzati nei punti alti delle tubazioni e costituiti da barilotti saldati con tronchetti di tubazione ø 1"1/2 (in distribuzione) o DN 100 (all'interno delle sotto centrali e delle centrali termica e frigorifera) con chiusura superiore ed inferiore mediante fondelli bombati; nella parte alta del barilotto dovrà essere saldato un tubo ø 1/2" che provvederà a convogliare l'aria da scaricare in un'unica posizione e raccolte da apposite ghiotte ad imbuto. Ognuno dei suddetti tubi terminerà con rubinetto in ottone di tipo a sfera con comando a chiave, raggruppati in prossimità di una parete ad una quota di + 1,5 mt. dal pavimento.

L'acqua che fuoriuscirà dagli sfoghi dovrà essere, quindi, convogliata mediante opportuni raccoglitori a ghiotta nella tubazione di scarico.

7.13.9 VALVOLE DI SICUREZZA

Di tipo certificato e qualificato INAIL (ex I.S.P.E.S.L.) e corredate di certificato di collaudo, le valvole di sicurezza dovranno essere scelte con pressioni di taratura superiore alla colonna idrostatica dell'impianto

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 308 di 319</div>

rilevata nel loro punto d'installazione, sovrappressione di scarico del 10%, con portata idonea alla potenzialità

del generatore di calore e conformi alle vigenti normative. Le valvole di sicurezza dovranno essere a sicurezza positiva in grado, cioè, di garantire il normale funzionamento anche in caso di deterioramento o rottura della membrana e dovranno, inoltre, essere costruite con materiali idonei, a giudizio del costruttore, per le pressioni e per le altre proprietà del fluido a contatto. Lo scarico dovrà essere convogliato in apposito pozzetto nonché facilmente visibile.

7.13.10 TERMOMETRI A QUADRANTE DA POZZETTO

Termometro bimetallico in acciaio inox con stelo posteriore in acciaio inox 316Ti per installazione in pozzetto con scala di lettura adeguata:

- 0 +100°C per tubazioni con funzionamento ad alta temperatura;
- 0 +50°C per tubazioni con funzionamento a bassa temperatura;
- Dimensione quadrante 44 mm.

7.13.11 MANOMETRI

Manometro costruito secondo Norme UNI EN 837.1 - cassa in acciaio inox AISI 304 IP65 diametro 40mm. - Trasparente in policarbonato - Perno e movimento in AISI 316 - attacco 1/8 gas RADIALE conico (ISO 7/1) - Quadrante in alluminio fondo bianco - scala BAR nera e PSI Rossa - Classe di precisione 2,5% - Lancetta in Alluminio.

Da installare su ricciolo ammortizzatore in ottone cromato con presa da porta manometro in ottone.



7.14 TRATTAMENTO DELLE ACQUE

7.14.1 PRODOTTO CONDIZIONANTE

Prodotto condizionante bilanciato a base di polialchilammine e poliacrilati in grado di proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni, nonché dallo sviluppo di alghe, batteri e funghi, impianti e circuiti chiusi di riscaldamento a bassa temperatura.

Specifiche qualitative minime del prodotto individuato nella presente fase progettuale:

- azione anticorrosiva;
- azione antincrostante;
- azione antivegetativa;
- azione antibatterica;
- adatto ai circuiti di riscaldamento a bassa temperatura;
- agisce su tutto il sistema in contatto con l'acqua;
- concentrazione del prodotto nell'acqua misurabile tramite corredo analisi;
- scaricabile direttamente dagli impianti nella canalizzazione;
- prodotto biodegradabile;
- prodotto conforme ai requisiti dell'Art. 95 del Regolamento Biocidi n. 528/2012.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 309 di 319</div>

Prodotti analoghi saranno considerati validi solamente se tecnicamente equivalenti.

7.15 SISTEMA DI SUPERVISIONE

7.15.1 NOTE GENERALI

Tutti gli elementi in campo saranno interfacciati tramite protocollo ModBUS o METERBus al sistema SCADA/PLC.

7.15.2 SONDA DI TEMPERATURA DA TUBAZIONE

Sonda per la misura della temperatura delle tubazioni o dei serbatoi di accumulo. Segnale di misura attivo. Montaggio con guaina. pressione nominale di 16 bar (PN16).

- Potenza assorbita ≤ 1 VA;
- Campo di misura temperatura -10...120 °C;
- Precisione misura 0...70 °C: ± 1 K -40...120 °C: ± 1.4 K;
- Costante di tempo 8 s. con nipple/30 sec. con guaina PN10, ½ G;
- Materiale tasca d'immersione Acciaio inox;
- Collegamento Morsetti a vite;
- Grado di Protezione IP54;
- Dimensioni 80 × 88 × 39 mm.



7.15.3 SONDE DI PRESSIONE

Con caratteristica lineare. Per utilizzo con gas non aggressivi, per applicazioni HVAC generali. Con elemento sensibile diaframma e range di misura della pressione selezionabile da 0 a 3000 Pa.

- Alimentazione 24 V AC 13.5...33 V DC;
- Potenza assorbita 0.5 VA;
- Costante di tempo 1 s;
- Collegamento Morsetti a vite;
- Segnale uscite analogiche 0...10 V DC;
- Grado di Protezione IP42;
- Dimensioni 92 × 94 × 49 mm;
- Non è consigliato il montaggio orizzontale;
- Fornite con set da 2 connettori da canale e tubo in PVC da 2 m.

7.15.4 FLUSSOSTATO DA CANALE

Flussostato atto al controllo della presenza e del flusso dell'aria in canali o condotte degli impianti di ventilazione, condizionamento o trattamento aria.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 310 di 319</div>

Il dispositivo dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo in materiale plastico o metallico ad alta resistenza;
- Paletta di rilevamento regolabile in lunghezza per adattarsi a diverse sezioni di condotta;
- Campo di regolazione della velocità dell'aria: da 1,5 m/s a 10 m/s (o secondo le specifiche del produttore);
- Contatti elettrici SPDT (Single Pole Double Throw), con portata minima: 5 A – 250 V AC;
- Grado di protezione IP65 o superiore;
- Installazione su canali circolari o rettangolari con apposita staffa di montaggio;
- Funzionamento meccanico a paletta, con ritorno a molla;
- Temperatura di esercizio: da -20°C a +85°C;
- Dispositivo adatto per attivare o interrompere il funzionamento di ventilatori, unità di trattamento aria, allarmi o altri componenti in assenza di flusso d'aria;
- Conforme alle normative CE e alle prescrizioni vigenti per la sicurezza elettrica e funzionale.

7.16 FLUIDI REFRIGERANTI




7.16.1 GAS REFRIGERANTE R-410A

L'R410A è una miscela azeotropica composta da R125 e R32, utilizzato principalmente per la refrigerazione, la miscela è caratterizzata da una notevole stabilità chimica con basso slittamento (glide) della temperatura e bassa tossicità. La miscela per come composta è valutata A1 gruppo L1.

Specifiche tecniche:

PROPRIETÀ FISICHE		R-410A
Peso molecolare	(g/mol)	72.6
Temperatura di ebollizione (a 1,013 bar)	(°C)	-51.58
Glide della temperatura di ebollizione (a 1,013 bar)	(K)	0.1
Temperatura critica	(°C)	72.13
Pressione critica	(bar abs)	49.26
Densità critica	(Kg/m³)	488,90
Densità del liquido (25 °C)	(Kg/m³)	1062
Densità del liquido (-25 °C)	(Kg/m³)	1273
Densità del vapore saturo (25 °C)	(Kg/m³)	4,12
Pressione del vapore (25 °C)	(bar abs)	16.5
Pressione del vapore (-25 °C)	(bar abs)	3.30
Calore di vaporizzazione al punto di ebollizione	(KJ/Kg)	276
Calore specifico del liquido (25 °C)	(KJ/Kg K)	1.84
Calore specifico del vapore (25 °C) (1 atm)	KJ/Kg K)	0.83
Conducibilità termica del liquido (25 °C)	(W/mK)	0.088
Vapor conducibilità termica (25 °C) (1 atm)	(W/mk)	0.013
Solubilità in acqua (25 °C)	ppm	trascurabile
Limite di infiammabilità	(% vol.)	Nessuno
Tossicità (AEL)	ppm	1000
ODP	-	0
GWP	-	1890

Tabella 84: Proprietà fisiche R410A

  	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 311 di 319</div>

7.16.2 GAS REFRIGERANTE R-513A

Gas refrigerante R513A, miscela azeotropica a basso impatto ambientale, utilizzabile come alternativa diretta (drop-in o retrofit) del refrigerante R134a, conforme al Regolamento (UE) n. 517/2014 (F-Gas) e alle normative vigenti in materia di impianti frigoriferi e di climatizzazione.

Denominazione	R513A	
GWP	AR4	573
GLIDE	K	0
R-1234yf TETRAFLUORO PROPENE	%	56
R-134a TETRAFLUORO ETANO	%	44
NUMERO U.N.	-	1078
PESO MOLECOLARE	g/mol	108,4
PUNTO DI EBOLLIZIONE A 101,3 kPa (1 ATM)		-29,2
TEMPERATURA CRITICA	°C	96,5

Tabella 85: Proprietà fisiche R-513A

Il refrigerante R513A dovrà presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

- Composizione: miscela azeotropica di R1234yf (56%) e R134a (44%);
- Classe di sicurezza ASHRAE: A1 (non tossico, non infiammabile);
- Compatibile con lubrificanti POE (polyol ester) comunemente utilizzati in impianti R134a.

7.16.3 GAS REFRIGERANTE R-407A

Gas refrigerante R407C, miscela di idrofluorocarburi (HFC) non azeotropica, composta da R32 + R125 + R134a, la quale può trovare svariate applicazioni nel condizionamento aria. L'R407C è nato come sostituto dell'R-22. L'R407C è un refrigerante non infiammabile classificato A1. È un gas con un GWP medio di 1774.



TYPICAL PROPERTIES: (in according to AHRI 700 - 2017)

HFC-125	25	(23÷27)* % wt
HFC-32	23	(21÷25)* % wt
HFC-134a	52	(50÷54)* % wt
PURITY	99,5	% wt
MOISTURE	< 10	ppm
ACIDITY	< 1	ppm
CHLORIDES	< 3	ppm
EVAPORATION RESIDUE	< 100	ppm
UNCONDENSABLE GASES	< 1,5	% Vol

CHEMICAL - PHYSICAL PROPERTIES:

Color	Colorless
Smell	Ethereal
Molecular Weight	86,2 Kg/mol
Boiling Point at 1013 mbar	-43,8 °C
Critical Temperature	86 °C
Critical Pressure	46,3 bar
Liquid density at 25°C	1,138 Kg/l
Vapour density at 25°C	43,80 Kg/m³
Specific Heat of the saturated liquid cp at 25°C	1,533 kJ/kg
Specific Heat of the saturated vapor cp at 25°C	1,107 kJ/kg
Ratio cp/cv (saturated vapour) at 25°C	1,33
Enthalpy at 25°C	182,6 kJ/kg
Vapour Pressure at 20°C (a)	10,36 bar
Vapour Pressure at 50°C (a)	22,10 bar
Flammability	none
GWP	1825
ODP	0
ADR/RID	2.2
UN NUMBER	3340
ASHRAE	A1



Tabella 86: Proprietà fisiche R407C

	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
	<p>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA</p> <p>32016019PE0IESREL01R0</p> <p>Pag. 312 di 319</p>

7.16.4 STOCCAGGIO DEL GAS REFRIGERANTE

Il gas dovrà essere manipolato esclusivamente da personale qualificato e patentato e dovrà essere stoccato in apposite bombole, in luoghi sicuri all'interno dell'aria di cantiere e visibilmente identificato con apposita simbolistica, sono ammesse ricariche di gas a riempimento del circuito mediante l'impiego dello stesso gas. Non sono ammesse miscele differenti da quanto attualmente impiegato. Non sono ammessi gas refrigeranti rigenerati.

Per approfondimenti tecnici e per garantire una corretta installazione, fare sempre riferimento al manuale tecnico fornito dai costruttori/fornitori dei materiali.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 313 di 319</div>

8 ADEMPIMENTI DI FINE LAVORI

Al termine dei lavori previsti in Appalto, l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese all'espletamento degli oneri di seguito indicati:

- Produzione e presentazione per approvazione della documentazione tecnico-amministrativa relativa alle opere eseguite;
- Tutti gli oneri derivanti dalla tenuta in custodia dei materiali risultano completamente a carico dell'Appaltatore e compensati nell'importo di Appalto;
- L'Appaltatore sarà tenuto al rilascio di tutta la necessaria documentazione e certificazione di conformità dei singoli impianti prevista per legge;
- L'Appaltatore sarà tenuto a fornire tutta la documentazione tecnica e certificativa dei materiali sia nella fase di progettazione costruttiva che nella fase di redazione della documentazione certificativa di fine lavori.

I paragrafi seguenti forniscono le informazioni di dettaglio relative alle suddette attività in carico all'Appaltatore nell'ambito delle proprie competenze contrattuali.



8.1 DOCUMENTAZIONE

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà produrre e presentare alla Direzione Lavori ed al Committente per approvazione la documentazione tecnico-amministrativa di seguito elencata a titolo esemplificativo ma non esaustivo:

- Progetto costruttivo as-built di dettaglio relativo alle opere civili ed impiantistiche realizzate;
- Dichiarazione di conformità dei singoli impianti realizzati alla regola dell'arte D.Lgs. n.37/2008 corredata di tutti i certificati di conformità, di collaudo, di prova dei materiali utilizzati ed i report di collaudo.
- Manuale di uso e manutenzione degli impianti realizzati corredato di tutte le schede tecniche e dei manuali di uso e manutenzione specifici per le singole componenti installate e di nuova fornitura;
- Formulari rilasciati dalle discariche autorizzate per lo smaltimento di tutti i materiali di risulta conseguenti alle opere di smantellamento civile ed impiantistico previste in Appalto.

La suddetta documentazione dovrà essere consegnata al Committente in triplice copia su supporto cartaceo ed informatico a timbro e firma del proprio Legale Rappresentante e del proprio Direttore Tecnico. Sarà facoltà della Direzione Lavori e del Committente richiedere all'Appaltatore eventuali modifiche e/o integrazioni alla documentazione presentata anche rispetto all'elenco sopra riportato senza che quest'ultimo possa avere nulla a che pretendere economicamente oltre a quanto già previsto dal Contratto di Appalto.

Tutta la documentazione dovrà essere redatta in lingua italiana.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 314 di 319</div>

9 PROVE FUNZIONALI E COLLAUDI

L'Appaltatore dovrà provvedere alla realizzazione di prove funzionali in corso d'opera che dovranno essere programmati con la Direzione Lavori e con la Committente.

A titolo esemplificativo ma non esaustivo, si elencano di seguito le principali prove funzionali che dovranno essere eseguite in corso d'opera a cura dell'Appaltatore ed alla presenza della Direzione Lavori e del Committente.

- Verifica circuitale degli impianti (prove in bianco)

La verifica circuitale dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter ricevere tensione nei circuiti di potenza e che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

In particolare dovrà controllare:

- lo stato generale dell'impianto installato: esame a vista (valido ai fini del collaudo definitivo se effettuata a verbale ultimazione lavori d'installazione firmato) e comprendente la verifica delle protezioni contro i contatti diretti;
- la continuità elettrica dei circuiti (verifica degli I/O e dei segnali analogici tra i vari sistemi e verso i PLC e RIO);
- la misura d'isolamento dei circuiti e dei cavi come riportato nel seguito;
- le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei sistemi di rilevazione incendio;
- l'efficienza dei comandi locali e di emergenza;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti (prove sui relè differenziali);
- la continuità delle messe a terra delle masse e delle masse estranee;
- la misura della resistenza totale di terra;
- le prove d'intervento delle protezioni contro i corti circuiti ove questo sia possibile (relè indiretti).



- Esame a vista

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferite all'impianto installato.

Il controllo dovrà accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative ed alle specifiche tecniche e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista dovranno essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 315 di 319</div>

conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

- Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si dovrà verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si controllerà che il dimensionamento sia stato eseguito in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si verificherà inoltre che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

- Misura della resistenza di isolamento

Si esegue con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V nel caso di muratura su parti di impianto di categoria 0 oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, di circa 500 V nel caso di misura su parti di impianto di 1a categoria e 5 kV per quelli di 2a categoria.

La misura andrà effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori dovranno essere disinseriti.

La misura va riferita a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.



I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:

- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

La norma CEI 64-7 terza edizione del 1998 fascicolo 4618, in vigore dal 1° settembre 1998 e relativa agli impianti elettrici d'illuminazione pubblica, prescrive che l'intero sistema elettrico, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza d'isolamento verso terra non inferiore a:

Dove:

- U_0 è la tensione nominale verso terra in kV, con un minimo di 1 kV;
- L è la lunghezza complessiva della linea in chilometri con un minimo di 1 km;
- N è il numero di apparecchi d'illuminazione presenti nel sistema elettrico.

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div style="text-align: right;">Pag. 316 di 319</div>

- Verifica delle stabilità dei cavi

Si dovrà procedere a estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalla Norma CEI 11-11 (impianti elettrici degli edifici civili), si dovranno aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, e al dimensionamento dei tubi o condotti. Quest'ultima verifica si dovrà effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto nella norma CEI sopra richiamata.

- Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione va eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Dovranno essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si farà riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.

Le letture dei due voltmetri verranno eseguite contemporaneamente e si procederà poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

- Verifica delle protezioni contro i corti circuiti e i sovraccarichi



Si dovrà controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.



- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Dovranno essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norma CEI 64-8) e in particolare:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorrerà inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 317 di 319</div>

- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;
 - controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente differenziale; se richieste dall'amministrazione appaltante, misure delle tensioni di contatto e di passo, che vengono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati, seguendo le istruzioni fornite dalla Norma CEI 64-9.
- Misura del valore di resistenza di terra
 - Misura del valore di impedenza dell'anello di guasto e verifica dell'adeguatezza della taglia e/o taratura delle protezioni
 - Misura delle tensioni di contatto e passo
 - Prove intervento UPS
 - Prove pulsanti di sgancio
 - Prove funzionali dell'impiantistica della cabina CEB
 - Test differenziali;
 - Test centralina rilevamento incendi;
 - Test pulsante di sgancio;
 - Test impianto di climatizzazione.
 - Collaudo e prove funzionali dei trasformatori
 - Collaudo e prove funzionali del convertitore di frequenza
 - Prove funzionali dei sistemi di prese (Junction Box)
 - Continuità dei conduttori;
 - Prove di isolamento;

	“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa” CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 REGIONE SICILIANA	PROGETTO ESECUTIVO CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA 32016019PE0IESREL01R0 <div>Pag. 318 di 319</div>

- Prove di funzionamento degli interblocchi di sicurezza;
- Prova di connessione e alimentazione nave.

Le prove di cui sopra vanno eseguite in affiancamento al personale delle Committenza che potrà raccogliere i dati relativi agli esiti di prova sugli opportuni strumenti informativi di proprietà.

Sarà facoltà della Direzione Lavori e del Committente richiedere all'Appaltatore qualsivoglia ulteriore prova funzionale ed eventualmente l'esecuzione di prove strumentali e/o di laboratorio sui materiali installati.

