



AUTORITA' PORTUALE DELLA SPEZIA
Via del Molo, 1
19126 La Spezia SP

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ing. Franco Pomo

A.T.I. IMPRESE

CAPOGRUPPO - MANDATARIA



40026 Imola (BO)
Via Molino Rosso, 3
www.cir-ambiente.it

Tel. +39 0542 6214 11
Fax +39 0542 6214 28
cirambiente@cirambiente.it

MANDANTE



19121 La Spezia
Salita Vanicella
www.carloagnese.com

Tel. +39 018 7770 030
Fax +39 018 7770 042
carloagnese@carloagnese.com

Dott. Ing. TOMMASO TASSI
n. 2671
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Venezia

A.T.I. PROGETTISTI



30035 Mirano (VE)
Viale Belvedere, 8/10
www.fm-ingegneria.com

Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
barrierespezia@fm-ingegneria.com



31027 Spresiano (TV)
Via Tiepolo, 8
www.gtgeo.it

Tel. +39 0422 8870 31
Fax +39 0422 8895 89
info@gtgeo.it

PROGETTO

**RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE ARCHITETTONICA
DELL'INTERFACCIA PORTO CITTA' DELLA SPEZIA**

**INTERVENTO DI PROTEZIONE ANTIFONICA E RELATIVO
INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO LUNGO
VIALE SAN BARTOLOMEO**

EMISSIONE

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO

PARTE GENERALE

Capitolato Speciale d'Appalto - specifiche tecniche

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1	30/06/2017	1166_PE-G-015_1.doc	Aggiornamento elaborato	D. Zadnik	T. Tassi
2					
3					
4					
5					

ELABORATO N.

PE-G-015

DATA: 30/06/2017	SCALA:	FILE: - 1166_PE-G-015_0.doc	J.N. 1166
PROGETTO L. Masiero	DISEGNO D. Zadnik	VERIFICA L. Masiero	APPROVAZIONE T. Tassi

1	SPECIFICHE TECNICHE D'APPALTO	6
1.1.	SPECIFICHE DI PROGETTO	6
1.1.1.	INGEGNERIZZAZIONE DELLA SEZIONE TIPOLOGICA AMBITO 1A	9
1.1.2.	INCREMENTO DEL PASSO DEI MONTANTI	11
1.1.3.	ELEMENTI SOGGETTI A DANNEGGIAMENTO E DEGRADO AMBITO 1A	14
1.1.4.	QUALITÀ DEI MATERIALI	15
1.1.5.	MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITO 1A	16
1.1.5.1.	Migliorie di tipo morfologico	16
1.1.5.2.	Migliorie dell'assetto percettivo, scenico e panoramico	17
1.1.5.3.	Migliorie di caratteri tipologici, materici, coloristici e costruttivi.	17
1.1.5.4.	Migliorie della compagine vegetale	18
1.1.5.5.	Migliorie della funzione ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico	19
1.1.6.	MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITI 1B E 2	20
1.2.	SPECIFICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE	23
1.2.1.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	23
1.2.1.1.	Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo	23
1.2.1.2.	Caratteristiche dei vari materiali	23
1.3.	NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	24
1.3.1.	PREMESSA	24
1.3.2.	TRACCIATI	24
1.3.3.	SCAVI E DEMOLIZIONE IN GENERE	24
1.3.3.1.	Operazioni iniziali	25
1.3.3.2.	Capisaldi del terreno	25
1.3.3.3.	Picchettazione	25
1.3.3.4.	Generalità	25
1.3.3.5.	Deposito temporaneo del materiale di risulta	26
1.3.3.6.	Proprietà degli oggetti rinvenuti	27
1.3.3.7.	Scavi di sbancamento	27
1.3.3.8.	Scavi a sezione obbligata	27
1.3.4.	DEMOLIZIONE DI MURATURE	27
1.3.4.1.	Idrodemolizioni	28
1.3.4.2.	Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature	28
1.3.4.3.	Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali	29
1.3.5.	RIMOZIONI	29
1.3.6.	RIEMPIMENTO E RIPRISTINO DEGLI SCAVI	29
1.3.6.1.	Riutilizzo dei terreni derivanti da scavi	30
1.3.7.	PAVIMENTAZIONI STRADALI	30
1.3.7.1.	Strati di fondazione	30
1.3.7.2.	Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	31
1.3.7.2.1.	Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi	31
1.3.7.2.2.	Trasporto delle miscele	32
1.3.7.2.3.	Strato di base	32
1.3.7.2.4.	Strato di collegamento e strato di usura	36
1.3.7.3.	Strato d'usura in conglomerato bituminoso Asphalt Rubber	41
1.3.8.	CONGLOMERATI CEMENTIZI	42
1.3.8.1.	Cemento	42
1.3.8.2.	Aggregati	43
1.3.8.3.	Acqua di impasto	43
1.3.8.4.	Additivi	43
1.3.8.4.1.	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti	44
1.3.8.4.2.	Additivi aeranti	44
1.3.8.5.	Trasporto	44

1.3.8.6.	Posa in opera	45
1.3.8.7.	Casseforme	46
1.3.8.7.1.	Generalità	46
1.3.8.7.2.	Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico	47
1.3.8.7.3.	Disarmo e scasseratura	47
1.3.8.7.4.	Protezione dopo la scasseratura	47
1.3.8.8.	Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio	48
1.3.8.8.1.	Protettivi filmogeni - Generalità	48
1.3.8.8.2.	Protettivi impregnanti	50
1.3.8.8.3.	Protettivi strutturali	52
1.3.9.	IMPERMEABILIZZAZIONI	52
1.3.9.1.	Membrane prefabbricate a base bituminosa	52
1.3.9.2.	Impermeabilizzazione di strutture interrato	53
1.3.9.3.	Barriera antivapore	53
1.3.9.4.	Geotessile	53
1.3.10.	INTONACI	53
1.3.10.1.	Prescrizioni Di Carattere Generale	54
1.3.10.2.	Campionature	54
1.3.10.3.	Verifica E Accettazione Delle Opere	54
1.3.10.4.	Accettazione Definitiva	55
1.3.10.5.	Materiali E Modalità Di Esecuzione	55
1.3.10.5.1.	Kerabuild® Eco R2 Finish	55
1.3.10.5.2.	Rasobuild® Eco Top Fino	57
1.3.10.5.3.	Geo Grid 120	59
1.3.10.5.4.	Kerakover Eco Acrilex Primer	61
1.3.10.5.5.	Kerakover Eco Acrilex Flex	62
1.3.11.	ACCIAIO PER C.A.	64
1.3.11.1.	Generalità	64
1.3.11.2.	Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450 - controllato in stabilimento	64
1.3.11.3.	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	64
1.3.11.4.	Posa in opera	64
1.3.12.	ACCIAIO PER CARPENTERIA	65
1.3.12.1.	Generalità	65
1.3.12.2.	Collaudo tecnologico dei materiali	66
1.3.12.3.	Controlli in corso di lavorazione	66
1.3.12.4.	Montaggio	67
1.3.13.	ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI	68
1.3.14.	VERNICIATURA DELLE CARPENTERIE METALLICHE	69
1.3.15.	MICROPALI	74
1.3.15.1.	Prove tecnologiche preliminari	75
1.3.15.2.	Preparazione del piano di lavoro	76
1.3.15.3.	Tolleranze geometriche	76
1.3.15.4.	Tracciamento	76
1.3.15.5.	Perforazione	76
1.3.15.6.	Confezione e posa delle armature	77
1.3.15.6.1.	Armatura con barre di acciaio per c.a.	77
1.3.15.6.2.	Armature tubolari	77
1.3.15.7.	Formazione del fusto del micropalo	78
1.3.15.8.	Riempimento a gravità	78
1.3.15.9.	Riempimento a bassa pressione	78
1.3.15.10.	Iniezione ripetuta ad alta pressione	79
1.3.15.11.	Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali	79

1.3.15.12.	Controlli	80
1.3.15.13.	Documentazione dei lavori	80
1.3.16.	BARRIERE ACUSTICHE	80
1.3.16.1.	Particolarità costruttive della barriera	81
1.3.16.2.	Prequalifica del sistema antirumore	81
1.3.16.3.	Requisiti acustici, modalità di esecuzione delle prove e classificazione dei sistemi	82
1.3.16.4.	Assorbimento acustico	83
1.3.16.5.	Isolamento acustico	84
1.3.16.6.	Requisiti strutturali	85
1.3.16.7.	Requisiti di sicurezza nell'esercizio e compatibilità ambientale dei materiali impiegati	86
1.3.16.8.	Sistemi anticaduta e pericolo di caduta di frammenti	86
1.3.16.9.	Comportamento in presenza di fuoco	86
1.3.16.10.	Riflessione della luce	87
1.3.16.11.	Compatibilità ambientale	87
1.3.16.12.	Requisiti di durabilità e criteri di manutenzione	88
1.3.16.13.	Caratteristiche dei pannelli e dei materiali costituenti le barriere	88
1.3.16.13.1.	Pannelli metallici lato ferrovia	89
1.3.16.13.2.	Pannelli trasparenti in vetro	91
1.3.16.13.3.	Materiale fonoassorbente	93
1.3.16.13.4.	Accessori	94
1.3.16.13.5.	Montaggio	94
1.3.16.13.6.	Lamiere architettoniche microforate fonoassorbenti lato strada	95
	Trattamento SEA SIDE	95
1.3.16.13.7.	Tubolari architettonici in alluminio	96
1.3.16.13.8.	Pareti verdi verticali	96
1.3.16.13.9.	Rivestimento fonoassorbente in argilla espansa	96
1.3.16.13.10.	Montanti metallici	98
1.3.16.14	Soluzioni progettuali ed accorgimenti per evitare fenomeni di corrosione galvanica e da correnti vaganti	99
1.3.16.14.1	Protezione dalla corrosione galvanica	99
1.3.16.14.2	Protezione dalla corrosione da correnti vaganti	100
1.3.16.15	CONTROLLI IN FASE DI PRODUZIONE	101
1.3.16.16	CONTROLLI IN FASE DI COLLAUDO	102
1.3.17.	LAVORI DIVERSI	103
1.3.17.1.	Tubazioni interrato	103
1.3.17.1.1.	Tubazioni di cemento (semplice ed armato)	104
1.3.17.1.2.	Tubazioni di cloruro di polivinile (PVC)	105
1.3.17.1.3.	Tubazioni di polietilene	106
1.3.17.2.	Pozzetti di ispezione per fognature	106
1.3.17.3.	Caditoie stradali	107
1.3.17.4.	Pozzetto prefabbricato di raccordo per fognature	107
1.3.17.5.	Pozzetti per impianto di illuminazione pubblica	107
1.3.17.6.	Pozzetti per reti tecnologiche	108
1.3.17.7.	Chiusini (griglie e caditoie) per pozzetti di ogni tipo	108
1.3.17.8.	Cavidotti per linee elettriche e telefoniche	108
1.3.17.9.	Cordonate con illuminazione Led integrata	108
1.3.18.	OPERE IN VERDE	109
1.3.18.1.	Generalità	109
1.3.18.2.	Caratteristiche dei vari materiali	109
1.3.18.2.1.	Terreno vegetale	109
1.3.18.2.2.	Concimi minerali ed organici	110
1.3.18.2.3.	Prodotti fitosanitari	111

Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

1.3.18.2.4.	Materiale vivaistico	111
1.3.18.3.	Pacciamatura	113
1.3.18.4.	Pali tutori e legature	114
1.3.18.5.	Esecuzione dei lavori	114
1.3.18.5.1.	Preparazione delle zone d'impianto	114
1.3.18.5.2.	Pulizia generale del terreno	115
1.3.18.5.3.	Lavorazione del terreno	115
1.3.18.5.4.	Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci	115
1.3.18.5.5.	Tracciamenti	116
1.3.18.5.6.	Trasporto del materiale vivaistico	116
1.3.18.5.7.	Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora	116
1.3.18.5.8.	Messa a dimora del materiale vivaistico	116
1.3.18.5.9.	Impianto di tappeti erbosi e/o zolle	117
1.3.18.5.10.	Semine di prati	118
1.3.19.	ELEMENTI DI ARREDO URBANO	119
1.3.19.1.	Cestino porta rifiuti	119
1.3.19.2.	Seduta con portabiciclette integrato	119
1.3.20.	PERCORSI TIPO LOGES	119
1.3.21.	SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE	120
1.3.21.1.	Generalità	120
1.3.21.2.	Normative di riferimento	120
1.3.21.3.	Segnaletica verticale	120
1.3.21.3.1.	Colori dei segnali	120
1.3.21.3.2.	Visibilità dei segnali verticali	121
1.3.21.3.3.	Dimensioni e formati dei segnali verticali	121
1.3.21.3.4.	Posizione dei segnali verticali	121
1.3.21.3.5.	Iscrizioni, lettere e simboli dei segnali di indicazione	122
1.3.21.3.6.	Posizione dei segnali di indicazione	122
1.3.21.3.7.	Caratteristiche e sistemi di fissaggio dei sostegni	122
1.3.21.4.	Segnaletica orizzontale	123
1.3.21.4.1.	Strisce longitudinali	123
1.3.21.4.2.	Strisce di raccordo	123
1.3.21.4.3.	Strisce trasversali	123
1.3.21.4.4.	Attraversamenti pedonali e ciclabili	124
1.3.21.4.5.	Frecce direzionali	124
1.3.21.4.6.	Delimitazione degli stalli di sosta	124
1.3.22.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	125
1.3.22.1.	Apparecchi di illuminazione a led per sede stradale	125
1.3.22.2.	Apparecchi di illuminazione a led per marciapiede	128
1.3.22.3.	Apparecchi di illuminazione a led interrati per zona verde verticale ed attraversamento pedonale	131
1.3.22.4.	Pali e sostegni	132
1.3.22.5.	Cassetta di derivazione da palo	132
1.3.22.6.	Sonde fotoelettriche	132
1.3.22.7.	Lampade strep led per illuminazione barriera	132
1.3.22.8.	Sigillatura pozzetti	133
1.3.22.9.	APPARECCHIATURE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA	135
1.3.22.9.1.	Impianto di terra	135
1.3.22.9.2.	Quadri stradali di bassa tensione	135
1.3.22.9.3.	Caratteristiche tecniche	135
1.3.22.9.4.	Rispondenza a norme tecniche e leggi antinfortunistiche	135
1.3.22.9.5.	Composizione e suddivisione del quadro	136
1.3.22.9.6.	Struttura	136

1.3.22.9.7. Interruttori	136
1.3.22.9.8. Circuiti ausiliari e cablaggi	136
1.3.22.9.9. Elenco delle prove	137
1.3.22.10. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	137
1.3.22.10.1. Generalità	137
1.3.22.10.2. Modulo fotovoltaico in silicio policristallino da 327Wp	138
1.3.22.10.3. Gruppo di conversione	138
1.3.22.10.4. Cavi elettrici e cablaggi	139
1.3.22.10.5. Quadro di stringa lato corrente continua	139
1.3.22.10.6. Quadro generale lato corrente alternata	139
1.3.22.10.7. Quadro di sezionamento	140
1.3.22.10.8. Impianto di messa a terra	140
1.3.22.10.9. Sistema di controllo e monitoraggio	140
1.3.22.11. Tubi protettivi rigidi in PVC per posa interrata (cavidotti)	141

1 SPECIFICHE TECNICHE D'APPALTO

1.1. SPECIFICHE DI PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di protezioni antifoniche aventi finalità di riduzione dell'impatto acustico dovuto alle attività commerciali portuali e di riqualificazione funzionale, architettonica e paesaggistica in due 2 ambiti progettuali omogenei; tali ambiti risultano così suddivisi:

Ambito progettuale n°1: si prevede l'installazione di una protezione antifonica avente la finalità di mitigare il rumore prodotto dall'esercizio dell'attuale impianto ferroviario e la contestuale riqualificazione funzionale, architettonica e paesaggistica del tratto marginale sud di Viale San Bartolomeo, compreso tra via San Cipriano e via Giulio della Torre. La nuova protezione antifonica (intervento denominato 1A) si estenderà per uno sviluppo complessivo di circa 732 metri. Sempre in questo specifico ambito ricade un'ulteriore intervento di protezione antifonica dello sviluppo lineare di ulteriori circa 135 metri (intervento denominato 1B).

- **Ambito 1A:** sono previste due altezze del manufatto (4.5 e 6 m). Il manufatto di altezza 4.50m (tipologia a) dal piano calpestabile di marciapiede, è suddiviso in tre ordini di altezza pari a 1,50 m ciascuno; il terzo ordine (da 3 a 4,50 m) prevede il tamponamento con lastre in vetro stratificato di sicurezza fonoisolante, mentre il primo e secondo ordine (da 0 a 3 m) prevedono l'impiego di elementi opachi fonoassorbenti così suddivisi:
 - o Sul lato porto si prevede un pannello metallico prefabbricato fonoassorbente e fonoisolante realizzato in lamiera d'acciaio prezincato, supportato da montanti (primari) in acciaio zincato con interasse di posa 3,00 m.
 - o Sul lato strada si prevedono pannelli fonoassorbenti e fonoisolanti con rivestimento esterno in lamiera bilanciata microforata; tali elementi sono fissati a montanti verticali (secondari); è prevista anche l'installazione di pannelli attrezzati per verde verticale realizzati con telai preassemblati e sovrastante pacchetto tecnico in cui radicano le essenze vegetali e completi di impianto di irrigazione.

Il basamento della barriera è caratterizzato dalla parziale demolizione e ricostruzione del muro esistente.

Il manufatto di altezza 6.00m (tipologia b) la sezione è suddivisa in quattro ordini regolari di altezza pari a 1,50 m ciascuno; il III e IV ordine (da 3 a 6 m) prevedono il tamponamento con lastre in vetro stratificato di sicurezza fonoisolante. Gli ordini inferiori (dal livello del suolo all'altezza di m.3 dal piano campagna) prevedono i medesimi elementi di cui alla tipologia a. Date le maggiori altezze il basamento della barriera verrà realizzato mediante la demolizione del muro esistente ed una parziale ricostruzione; per ciascun montante sarà predisposto almeno un micropalo.

Nei tratti afferenti alle tipologie (a) e (b) si prevede il rivestimento del muro di sostegno lato porto con elementi fonoassorbenti tipo fonoleca quadro. In corrispondenza delle alberature si applica la tipologia (c), con demolizione del muro esistente fino ad un'altezza di 20 cm e l'impiego di montanti verticali accoppiati a supporto di una partizione verticale trasparente in vetro stratificato con adeguate caratteristiche di fonoisolamento.

- **Ambito 1B:** La barriera è realizzata con montanti metallici - installati sulla testa di un muro in c.c.a. esistente - posti ad un interasse di 3,00 m e con una altezza complessiva pari a 4,0 m. pannelli fonoassorbenti/fonoisolanti sono costituiti da pannelli metallici.

Ambito progettuale n°2: il progetto prevede i seguenti interventi: rivestimento delle pareti in c.a. della rampa con pannelli prefabbricati fonoassorbenti tipo Phono Leca; rivestimento muri di imbocco e dei primi 20 m della galleria sub-alvea; barriera acustica su muro lato ferrovia e sul portale della galleria sub-alvea; sostituzione del tappeto d'usura della rampa con tappeto in Splitt-Mastix – Asphalt (SMA); sostituzione della griglia esistente e interventi sulle fessurazioni trasversali della pavimentazione della rampa.

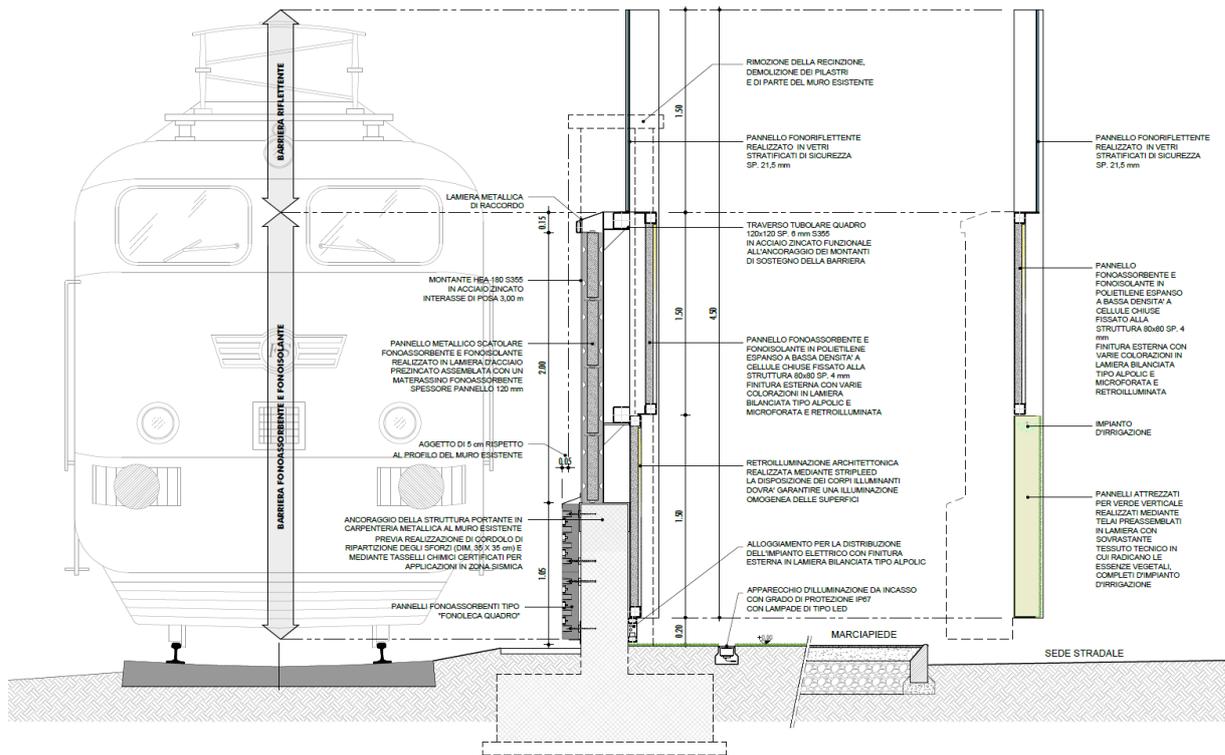


Figura 1 – Progetto definitivo - Protezione antifonica H=4,50 m, sezione tipo (a)

Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

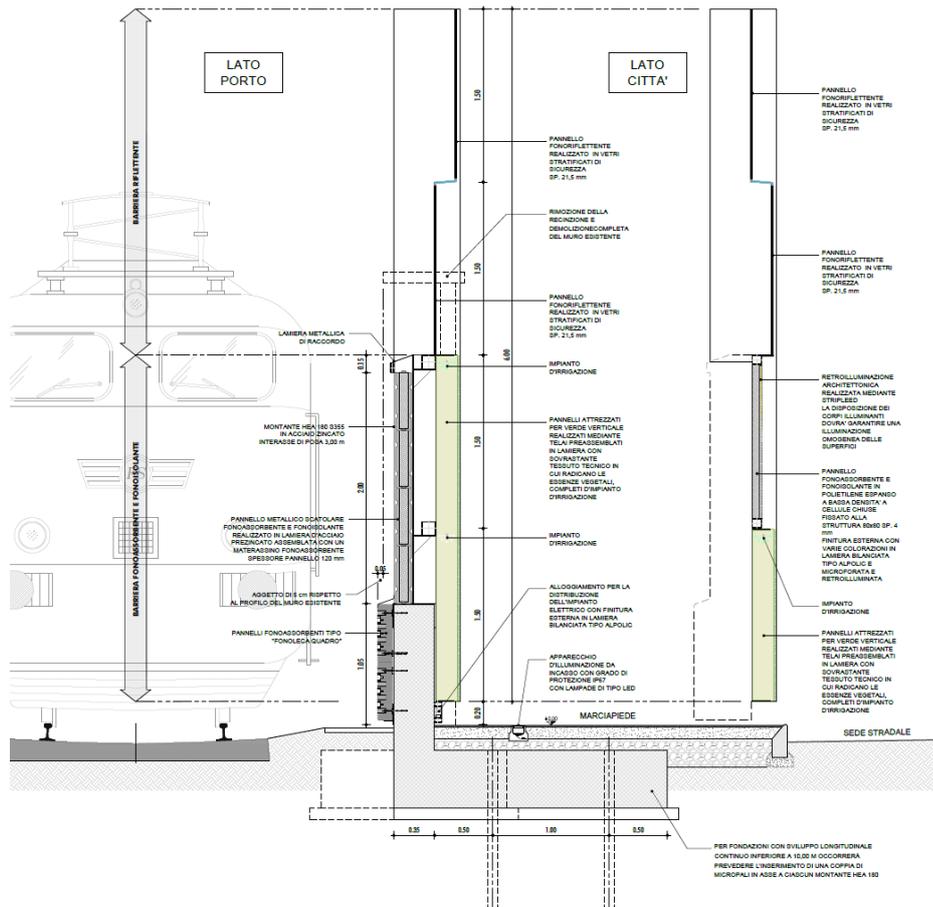


Figura 2 – Progetto definitivo - Protezione antifonica H=6,00 m, sezione tipo (b)

Coerentemente all'art.8 del disciplinare posto a base di gara, dopo un'accurata ed attenta analisi del progetto definitivo, l'ATI imprese ha rilevato le seguenti criticità.

No.	Descrizione	Criticità		
		1A	1B	2
1	Utilizzo di una soluzione non standard ove ogni singolo elemento della barriera è sagomato ad hoc in funzione della geometria dettata dall'architettura della barriera lato strada	x		
2	Ridotto passo dei montanti verticali della barriera lato strada con implicito e conseguente impiego di molteplici pannelli fonoassorbenti, pannelli attrezzati per verde verticale (da 3 a 4,50 m) e lastre in vetro (da 3 a 4,50 o 6 m)	x		
3	Incremento dei costi di manutenzione dell'opera di ogni elemento strutturale e architettonico dovuto alla geometria della barriera in funzione del passo dei montanti metallici.	x	x	x
4	Difficoltà nell'eseguire operazioni di smontaggio di parti d'opera danneggiate accidentale o degradate nel tempo.	x		
5	Affidamento dei carichi di progetto al muro esistente la cui struttura (materiali e fondazione) ad oggi non è nota e viene rimandata alla successiva fase di progettazione.	x	x	x
6	Scelta di materiali, accessori, componenti impiantistiche e finiture superficiali che richiedono un'accurata e attenta manutenzione nel tempo.	x		

7	Utilizzo di una struttura regolare lungo tutto il tratto senza elementi architettonici di discontinuità.	x	x
8	Utilizzo di uno strato d'usura con caratteristiche di mitigazione acustica di caratteristiche tecniche non note.		x

Per sopperire alle suddette criticità, sulla base delle risultanze dei rilievi e delle indagini condotte nel 2017 e con lo sviluppo del progetto esecutivo, coerentemente all'offerta di gara sono state attuate le seguenti soluzioni migliorative.

1. Ingegnerizzare la struttura della barriera dell'ambito 1A affinché ogni singolo elemento (montanti e pannelli) sia standardizzato nel rispetto del quadro autorizzativo della soluzione progettuale posta a base di gara.
2. Incremento del passo dei montanti metallici (primari) per tutti i tipologie di barriera di altezza massima di 4.50 m.
3. Riduzione del numero di elementi strutturali e architettonici soggetti ad attività di manutenzione.
4. Semplificazione della geometria della barriera in modo da facilitare le operazioni di smontaggio per futuri sviluppi o in caso di danneggiamento accidentale.
5. Adozione di sistemi di consolidamento delle opere esistenti che consentano di raggiungere "livelli di conoscenza" sufficienti a valutare a norma di legge la sicurezza delle opere post-intervento (solo ambito 1A - barriera H6m).
6. Utilizzo di materiali, accessori, componenti impiantistiche e finiture superficiali che incrementano la durabilità delle barriere nei vari ambiti.
7. Miglioramento architettonico della barriera di cui agli ambiti 1b e 2 evitando l'utilizzo della medesima trama decorativa per tutto il tratto interessato
8. Riduzione ulteriore dell'impatto acustico dell'ambito 2 utilizzando uno strato di usura del manto bituminoso capace di abbassare il rumore da rotolamento di 3-5 decibel.

1.1.1. INGEGNERIZZAZIONE DELLA SEZIONE TIPOLOGICA | AMBITO 1A

Al fine di semplificare le strutture di sostegno delle parti cieche, a verde e trasparenti, è stata rivisitata completamente la geometria della barriera introducendo le seguenti proposte migliorative:

- Traslazione della posizione del montante metallico primario con allineamento rispetto alla faccia esterna dei profili HE con la parete del muro lato strada; tale proposta ha consentito di eliminare i profili tubolari di dimensioni 120x120mm, utilizzati nel progetto a base di gara per sopperire all'intercapedine che si creava fra i montanti primari e la struttura di sostegno dei pannelli ciechi, favorendo le fasi di montaggio e smontaggio della barriera, grazie alla mancanza di un elemento non necessario ai fini strutturali.
- Utilizzo di correnti orizzontali realizzati con profilo a Z, direttamente collegati ai montanti metallici primari o alla struttura del muro, atti a sostenere i pannelli ciechi e con piantumazione a verde.
- Utilizzo di profili tubolari in alluminio 40x80 mm agganciati alla barriera in più posizioni, esterni ai pannelli ciechi e trasparenti ma pur sempre all'interno dell'ingombro dettato dalla sezione del progetto a base di gara, i quali rispettano il concept di progetto e conferiscono al prospetto le medesime forme architettoniche alla base del layout progettuale. La proposta vale anche per la tipologia (c) ove i pannelli trasparenti di forma rettangolare vengono inseriti fra i montanti metallici e la forma trapezoidale viene garantita da specifici pannelli collegati direttamente ai montanti metallici primari e non inserite all'interno del pannello trasparente.

La seguente figura riporta la sezione del progetto esecutivo sviluppata nel rispetto dei limiti geometrici del progetto a base di gara, ottemperando alle soluzioni proposte in sede di gara.

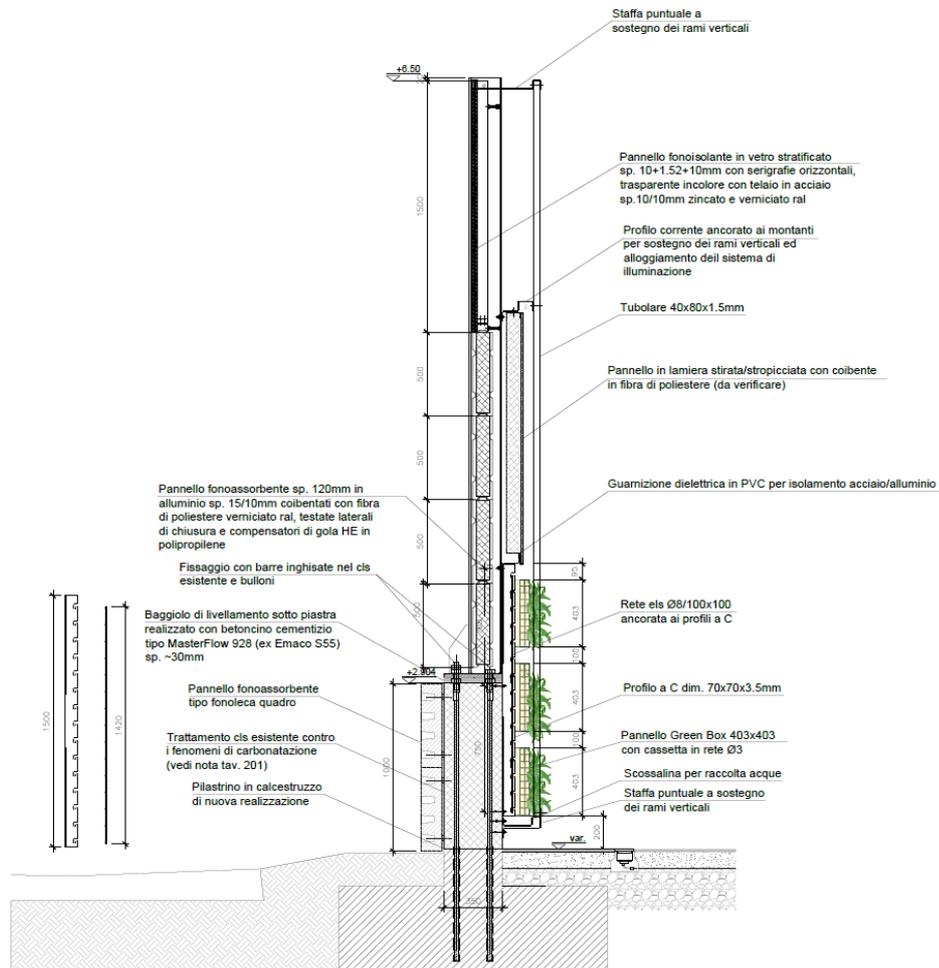


Figura 3 – Progetto esecutivo - Protezione antifonica H=4,50 m, sezione tipo (A) – mista.

La proposta migliorativa ha consentito altresì la standardizzazione dei pannelli attrezzati per verde verticale che sono realizzati con ferro tondo di sezione mm 3,00 a costituire contenitori di dimensioni 403x403 mm riempiti completamente da un materassino organico in sfagno vegetale puro, moderatamente compresso ed inumidito.

I pannelli saranno direttamente fissati mediante ganci predisposti in sede di fabbrica ad una rete a maglia quadra 100x100mm a supporto a dei pannelli Greenbox®, quest'ultima fissata direttamente ai profili verticali a C opportunamente sagomati.

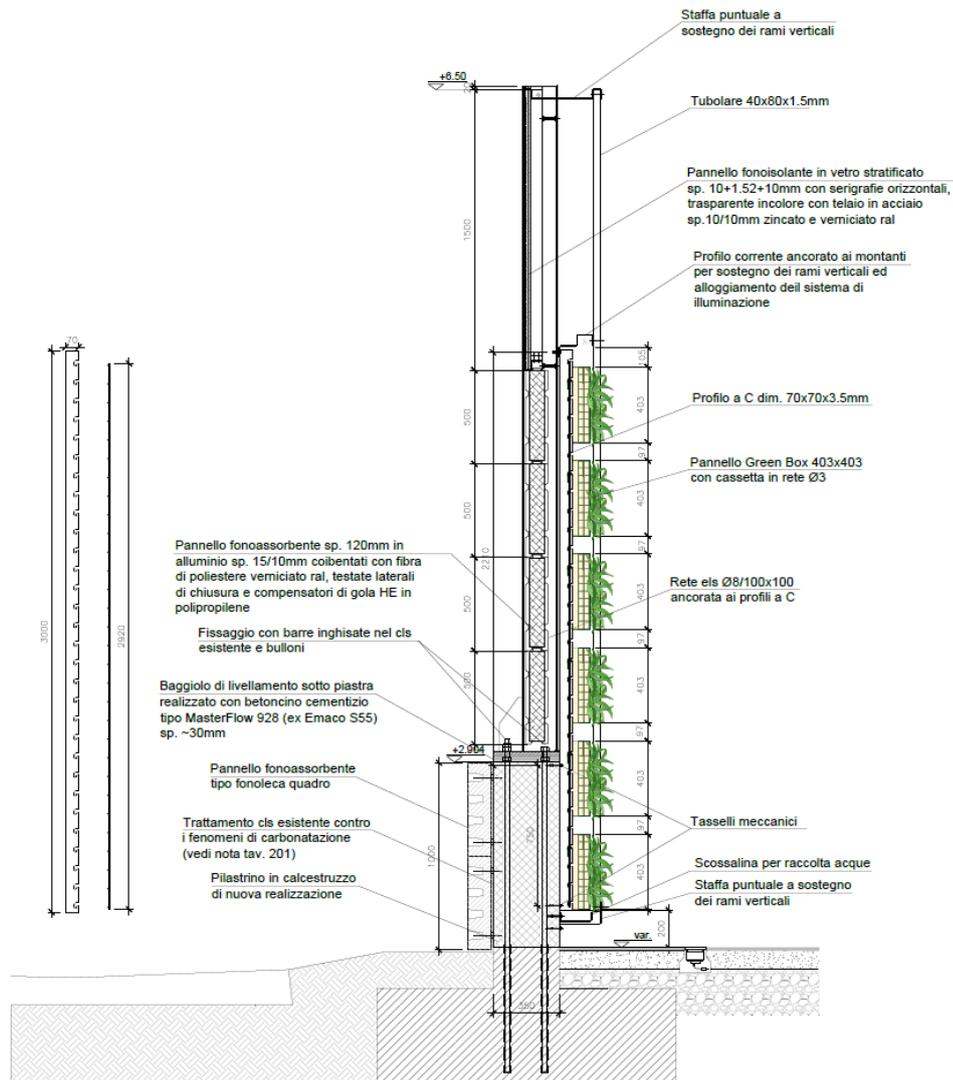


Figura 4 – Progetto esecutivo - Protezione antifonica H=4,50 m, sezione tipo (A) – verde.

1.1.2. INCREMENTO DEL PASSO DEI MONTANTI

Il progetto a base di gara prevedeva l'installazione di montanti metallici "primari" ad interasse costante di 3 m; l'interasse viene mantenuto il medesimo anche per le barriere installate di cui agli ambiti 1b e 2. Data la necessità di ridurre i costi di manutenzione dell'opera, riducendo il numero di elementi installati si riducono proporzionalmente anche il numero di elementi assoggettati a manutenzione; pertanto, nel rispetto del concept del progetto a base di gara, è stato incrementato il passo dei montanti metallici primari nei vari ambiti come segue:

- Ambito 1A, da a 3 a 4m per barriere di altezza (h) fino a 4.5m, mentre per barriere h=6m nel tratto di 120 viene mantenuto il passo di 3m; solo in corrispondenza della tipologia (c), tenuti conto del processo di standardizzazione di cui al punto precedente, il passo dei montanti diventa 2.5 m al fine di utilizzare pannelli completamente trasparenti senza l'ausilio di strutture secondarie di contenimento.
- Ambito 1B, da a 3 a 4m tenuto conto della presenza delle pilastature in calcestruzzo.
- Ambito 2, da a 3 a 4m per tutto il tratto.

Tale soluzione, parallelamente al processo di standardizzazione, ha permesso una riduzione della quantità di elementi assoggettati a manutenzione dell'ordine massimo del 25%, sia profili (o montanti) che pannelli inseriti fra i montanti medesimi.

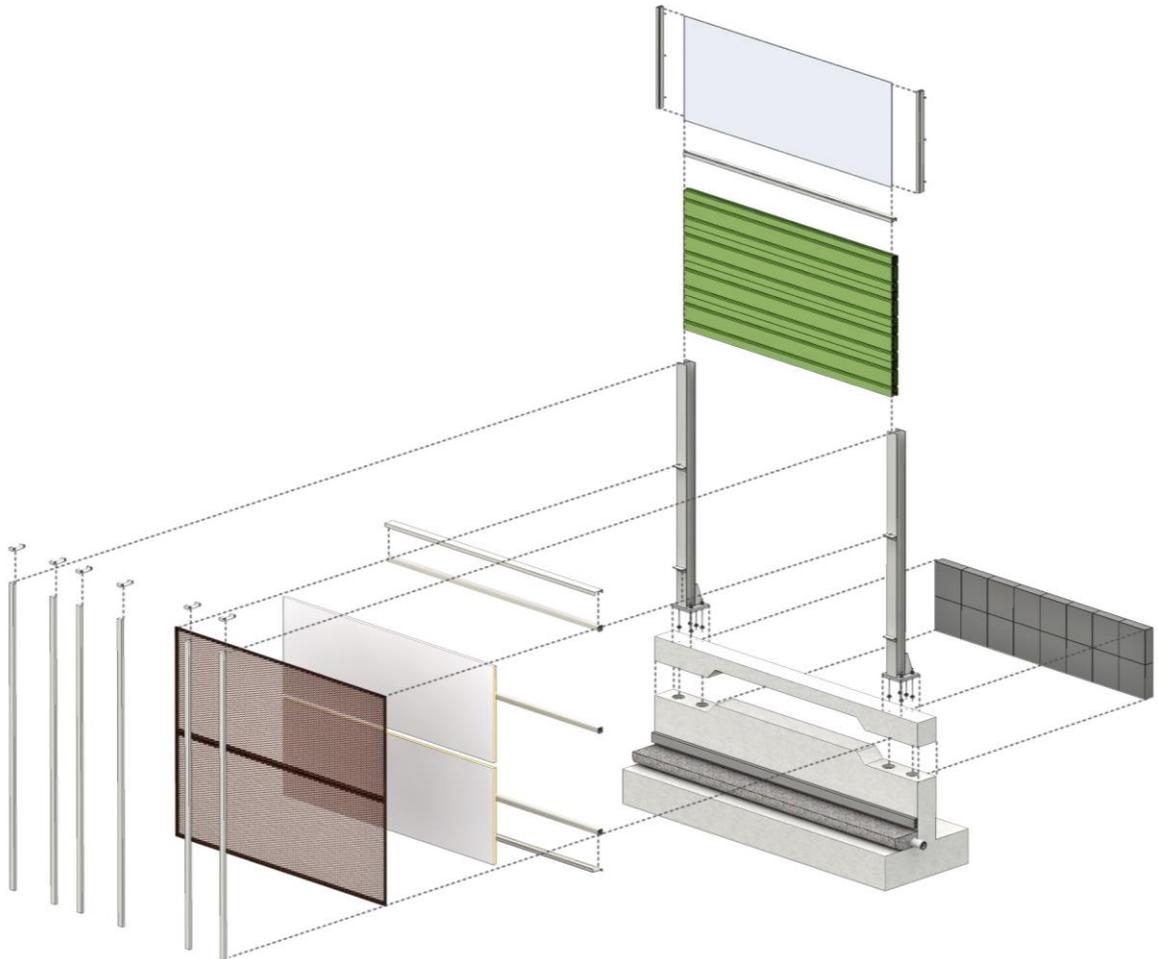


Figura 5 – Progetto esecutivo - Esploso Ambito 1A, Barriera H= 4.5 m.

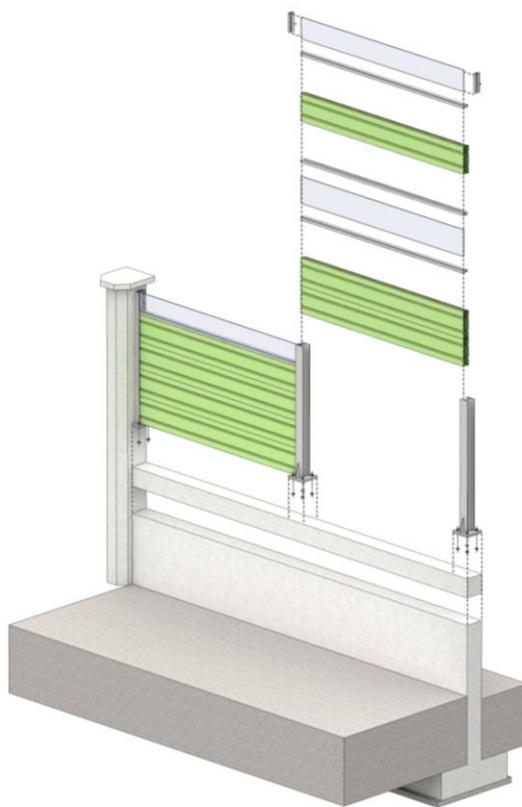


Figura 6 – Progetto esecutivo - Esploso Ambito 1b.

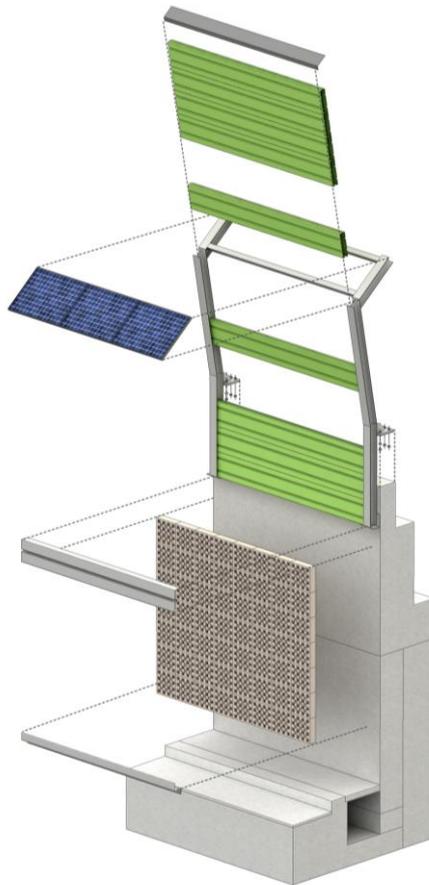
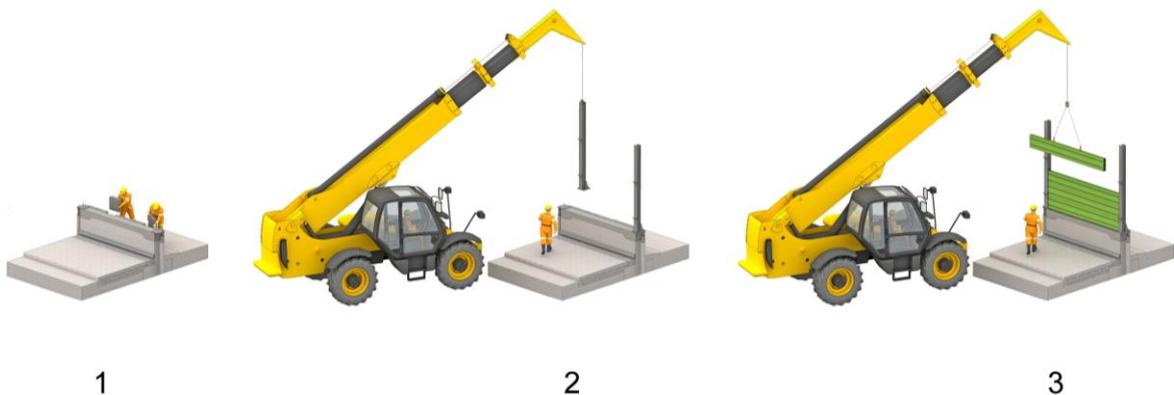


Figura 7 – Progetto esecutivo - Esploso Ambito 2.

1.1.3.ELEMENTI SOGGETTI A DANNEGGIAMENTO E DEGRADO | AMBITO 1A

La proposta migliorativa garantisce il facile montaggio e smontaggio degli elementi di barriera. Infatti la standardizzazione degli elementi e la facilità di montaggio e smontaggio garantiscono l'ottimizzazione del processo di sostituzione dei eventuali elementi danneggiati o degradati.

Come si evince dallo schema di montaggio sottostante i vari componenti della barriera sono facilmente rimovibili e sostituibili alla luce della miglioria messa in campo che ha consentito di semplificare in maniera notevole il sistema barriera.



- b. Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) + ciclo di verniciatura 36V a doppia mano (primer + mano a finire) con spessori maggiorati.
- c. Pannelli fonoassorbenti in lega di alluminio del tipo 5754 resistente agli ambienti marini + trattamento di verniciatura con cicli omologati testati a 1500 ore in nebbia salina.
- d. Coibente in fibra di poliestere riciclato e riciclabile ad alte prestazioni fonoassorbenti.
- e. Vetro stratificato temprato/temprato spessore 10+1,52(PVB)+10 mm con serigrafie + HST + trattamento autopulente/antigraffiti.
- f. Prestazioni acustiche secondo la norma UNI EN 1793-1/2: assorbimento A5, isolamento B3.
- g. Soluzioni progettuali per evitare fenomeni da corrosione galvanica e da correnti vaganti.

- **Ambito 2**

- a. Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) Montanti in acciaio zincati a caldo (UNI EN 1461) + ciclo di verniciatura 36V a doppia mano (primer + mano a finire) con spessori maggiorati.
- b. Pannelli fonoassorbenti in acciaio zincato Pannelli fonoassorbenti in lega di alluminio del tipo 5754 resistente agli ambienti marini + trattamento di verniciatura con cicli omologati testati a 1500 ore in nebbia salina.
- c. Coibente in fibra di poliestere riciclato e riciclabile ad alte prestazioni fonoassorbenti.
- d. Vetro stratificato temprato/temprato sp. 10+1,52(PVB)+10 mm con serigrafie + HST + trattamento autopulente/antigraffiti.
- e. Prestazioni acustiche secondo la norma UNI EN 1793-1/2: assorbimento A5, isolamento B3.
- f. Soluzioni progettuali per evitare fenomeni da corrosione galvanica e da correnti vaganti
- g. Strato d'usura in conglomerato bituminoso *Asphalt Rubber* Blocchi tipo Fonoleca Quadro.

1.1.5.MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITO 1A

L'obiettivo della revisione e implementazione tecnica è stata quella di mantenere e valorizzare al massimo il progetto architettonico e il suo valore paesaggistico, apportando allo stesso tempo alcune migliorie, specialmente relativamente alla semplificazione della manutenzione, alla facilità di montaggio / smontaggio e sostituzione, ma anche in termini di flessibilità e adattabilità nel tempo. Il tutto è stato ottenuto tramite l'utilizzo di tecnologie ampiamente collaudate che permettano di mantenere inalterato il livello di complessità del progetto ma riducendo il livello di complicazione, che pone serie incognite sulle prestazioni e l'affidabilità di elementi realizzati ad hoc senza test di lungo termine, visto anche la compresenza di impianti e altri elementi tecnologici.

1.1.5.1. MIGLIORIE DI TIPO MORFOLOGICO

Le modifiche proposte consistono nella razionalizzazione degli elementi costruttivi e strutturali, mediante l'utilizzo di montanti in acciaio che permettono di realizzare campate molto lunghe (4m), con notevole riduzione dei profili e degli spessori. La parte estetica dei montanti verticali e diagonali, è affidata a una serie di elementi sovrapposti al sistema che compongono i "rami estetici" del progetto. Questo sistema è estremamente flessibile e permette ad esempio la modifica e l'aggiornamento nel tempo. In questo modo le regole alla base del progetto paesaggistico possono essere mantenute anche in futuro al modificarsi degli elementi di interazione con il progetto.

1.1.5.2. MIGLIORIE DELL'ASSETTO PERCETTIVO, SCENICO E PANORAMICO

La semplificazione del sistema strutturale contribuisce a un notevole miglioramento in termini di trasparenza delle parti vetrate e di visione diagonale. Per fare un esempio, percorrendo la Viale San Bartolomeo in automobile e quindi con un punto di vista diagonale sul manufatto, è ora possibile vedere il cielo attraverso le parti vetrate della struttura. Queste migliorie sono altrettanto valide per la vista dai piani bassi degli edifici prospicienti. Il sistema proposto permette inoltre un'agevole manutenzione e pulizia delle parti vetrate, che sarebbe notevolmente semplificato con notevoli miglioramenti d'impatto percettivo. Lo stesso si può dire per la sostituzione dei vetri danneggiati o rotti, che potrebbe essere eseguita d'ufficio con elementi standard reperibili velocemente e senza dover ordinare materiali fatti su misura, che necessitano di procedure complicate lunghe e costose. C'è anche il rischio che le suddette sostituzioni diventino di fatto molto lunghe se non impossibili, con le conseguenze paesaggistiche di poco decoro date da un manufatto incompleto.

Il sistema proposto permette inoltre un'agevole manutenzione e pulizia delle parti vetrate, che sarebbe notevolmente semplificato con notevoli miglioramenti d'impatto percettivo. Lo stesso si può dire per la sostituzione dei vetri danneggiati o rotti, che potrebbe essere eseguita d'ufficio con elementi standard reperibili velocemente e senza dover ordinare materiali fatti su misura, che necessitano di procedure complicate lunghe e costose. C'è anche il rischio che le suddette sostituzioni diventino di fatto molto lunghe se non impossibili, con le conseguenze paesaggistiche di poco decoro date da un manufatto incompleto.

1.1.5.3. MIGLIORIE DI CARATTERI TIPOLOGICI, MATERICI, COLORISTICI E COSTRUTTIVI.

Per quanto riguarda i materiali di progetto la soluzione di gara è stata mantenuta interamente. Le considerazioni migliorative che sono state fatte sono quelle di utilizzare materiali anti vandalo e anti graffito. In particolare per quanto riguarda i materiali di rivestimento metallico dei pannelli fonoassorbenti, è stata scelta una lamiera metallica stirata stropicciata che permette la posa nei 4 versi, con un notevole effetto di variazione materica. Inoltre la caratteristica di increspatura della lamiera e la sua perforazione rendono piuttosto inagevole l'utilizzo di bombolette spray a scopo graffiti e altri azioni vandaliche. Le coloriture previste della lamiera sono 4 con colori dal grigio caldo al ruggine e si basano su quelle a base di gara.



Figura 9 – Progetto esecutivo – Ambito 1A - Fotosimulazione – visione diurna.



Figura 10 – Progetto esecutivo – Ambito 1A - Fotosimulazione – visione notturna.

1.1.5.4. MIGLIORIE DELLA COMPAGINE VEGETALE

Il sistema di verde verticale è stato migliorato mediante l'utilizzo di un sistema collaudato e ad elevata tecnologia con uno spessore e peso estremamente ridotto rispetto a quello previsto a base di gara. Si tratta un insieme armonioso ed elegante di piante, che saranno scelte in base al progetto di gara, ma in collaborazione con esperti botanici. La scelta sarà implementata e migliorata tenendo conto di indicazioni tecniche e di caratteristiche variabili come il clima e la quantità di sole (si tratta di una parete a nord).

Le piante crescono su pannelli di tessuto sfruttando le tecniche dell'idrocoltura; questi pannelli sono sostenuti da una struttura modulare distanziata dalla parete per garantirne la ventilazione. L'impianto di irrigazione e fertilizzazione è automatico ed autonomo. Il peso della struttura, comprensivo delle piante, è di circa 50 kg/mq. Lo spessore del supporto è limitato a soli 4 cm. Il sistema precoltivato, nell'ambito progettuale in questione, garantisce un pronto effetto e un risultato ottimale. Le piante in eventuale sofferenza possono essere facilmente rimosse e ripristinate.

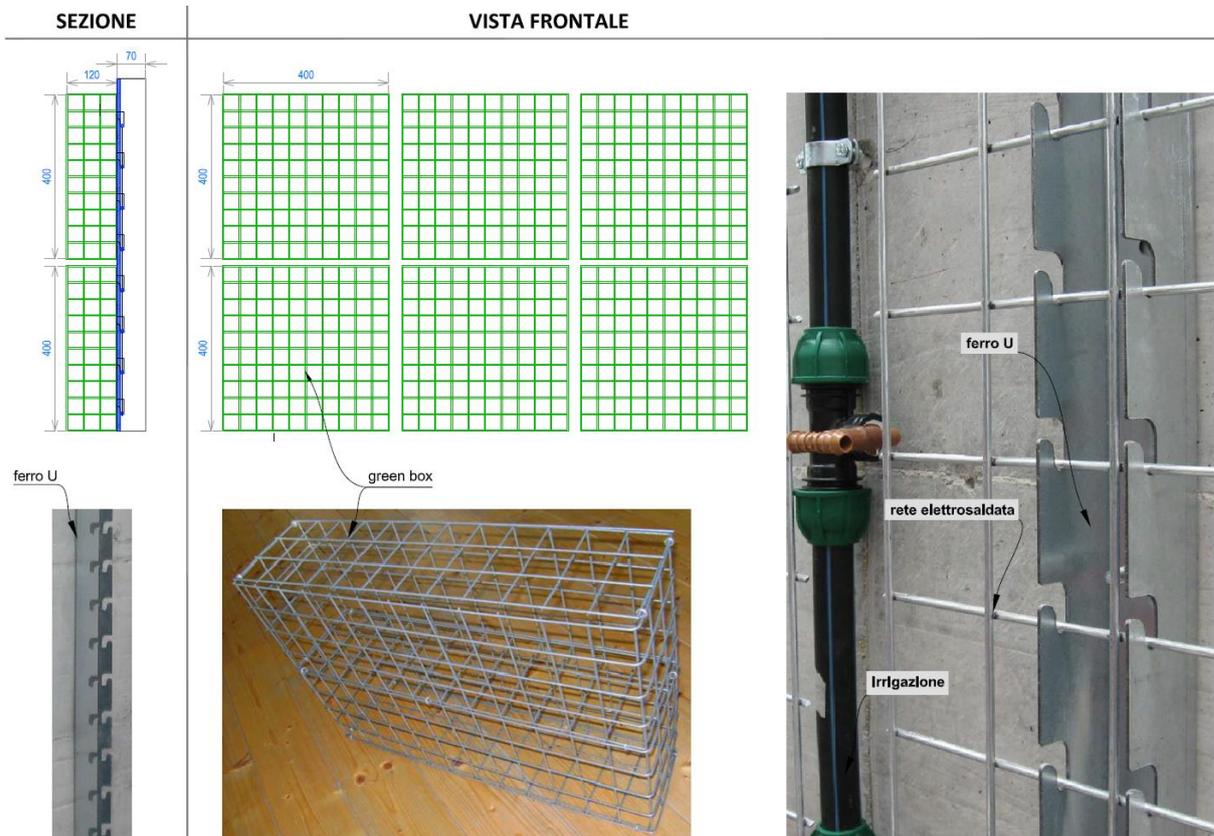


Figura 11 – Progetto esecutivo – Ambito 1A – sistema di aggancio Green box.

1.1.5.5. MIGLIORIE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA, IDRAULICA E DELL'EQUILIBRIO IDROGEOLOGICO
Il sistema a verde scelto ha una serie di caratteristiche collaudate di miglioramento ambientale ed ecologico di seguito elencate.

- Risparmio della risorsa idrica grazie a un sistema di controllo digitale dedicato per ogni pannello. L'acqua viene poi raccolta in un canale di scolo dedicato senza andare a bagnare il marciapiede o caricare gli scarichi esistenti.
- L'evapotraspirazione delle piante riduce l'effetto generato dalle superfici di strade e edifici che riflettono la radiazione solare e dai materiali che accumulano energia, dando vita a isole di calore e canyon urbani.
- Qualità dell'aria migliorata grazie all'assorbimento di inquinanti atmosferici come il diossido di zolfo (SO₂), l'ozono (O₃), il diossido di azoto (NO₂) e la materia particolata (per esempio PM10).
- Percezione della temperatura più bassa anche se non segnalate dagli strumenti con miglioramento del comfort climatico.
- Abbattimento dei rumori e riduzione del riverbero.

- Biodiversità urbana: un'accurata selezione di piante, adatte ad ospitare la microfauna urbana, potrebbe contribuire a creare un corridoio biologico che attraversano la città.

1.1.6.MIGLIORAMENTO DELL'INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLE OPERE – AMBITI 1B E 2

Per quanto riguarda l'ambito 1B la proposta in oggetto prevede alcune piccole ma importanti migliorie in termini di impatto paesaggistico

- **Migliorie di tipo morfologico.** La struttura del progetto rimane sostanzialmente inalterata. La principale miglioria di tipo morfologico è l'aumento della campata a 4 metri, che consente di ridurre il numero di montanti e aumentare le superfici vetrate e di rivestimento.
- **Migliorie dell'assetto percettivo, scenico e panoramico.** La principale miglioria di tipo scenico è stata l'aggiunta di elementi trasparenti in vetro all'interno della barriera, nell'area prospiciente le attività commerciali sul lato ovest, in prossimità della giunzione con la vecchia barriera che è in grigliato e quindi permeabile alla vista. Questo sia per avere un passaggio più graduale verso la vecchia recinzione che è più trasparente, ma in particolare per interrompere il grosso muro uniforme che veniva a formarsi. La soluzione a base di gara, infatti purché piuttosto semplice e lineare è in realtà una lunga e uniforme barriera visiva, piuttosto opprimente per chi impegna giornalmente gli spazi alla base di essa, vista la presenza di attività commerciali. Con l'aggiunta di alcuni componenti vetrati, si dà la percezione all'utente che non ci si trovi davanti a un limite assoluto, bensì la possibilità di scorgere elementi di continuità sul lato opposto, come il cielo o l'orizzonte è motivo di grande respiro e sollievo ed è un elemento decisamente migliorativo.
- **Migliorie in ambito di mimetismo e mitigazione.** Un aspetto molto importante di questo ambito è la coloritura dei pannelli. La scelta del verde anche se non sufficientemente motivata nel progetto a base di gara, può essere comprensibile: Il verde è il colore della vegetazione ed è un colore rilassante, anche se nell'ambito specifico la presenza del colore verde è piuttosto limitata. La principale miglioria che viene introdotta è la possibilità di variare la coloritura dei pannelli in 4 tinte di verde leggermente diverse. È infatti dimostrato che una variazione di colore rende meno comprensibili i limiti degli oggetti e allo stesso tempo la presenza dell'intero manufatto viene percettivamente messa in discussione dalla difficoltà di essere compresa come un unico oggetto uniforme. La disciplina militare ha fatto e fa largo uso di questi dispositivi per confondere gli oggetti e renderli meno appariscenti. Anche la zebra sfrutta lo stesso principio nella coloritura del suo manto. Questa scelta comporta un grande miglioramento nell'impatto del manufatto vista la sua localizzazione in area urbana. L'oggetto risulta alleggerito e meglio inserito nel contesto eterogeneo che lo circonda.



Figura 12 – Progetto esecutivo – A sinistra il sistema mimetico “dazzle” in uso nella prima guerra mondiale. A destra una tipica palette di colori mimetica verde.

Anche per quanto riguarda l'ambito 2 la proposta in oggetto prevede alcune piccole ma importanti migliorie in termini di impatto paesaggistico.

- **Migliorie in ambito di mimetismo e mitigazione.** La principale modifica è la coloritura dei pannelli in 4 tinte di verde leggermente diverse. Per quanto riguarda la parte sottostante la barriera e cioè la superficie del muro di contenimento rivestita in blocchi Fonoleca quadro nervati, si è scelto di realizzare un marcapiano con un color terra tenue che alleggerisce la parete e dà unitarietà al manufatto.



Figura 13 – Progetto esecutivo – Ambito 1B - Fotosimulazione – visione diurna.



Figura 14 – Progetto esecutivo – Ambito 2 - Fotosimulazione – visione diurna.

1.2. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE

1.2.1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1.2.1.1. CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'Art. 20 della Legge 5-11-1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

1.2.1.2. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto 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 al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

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
- EN 13450 Aggregati per massicciate ferroviarie

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.

In caso di discrepanza o difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto nella Norma specifica.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

Tutte le caratteristiche dei materiali strutturali dovranno riferirsi costantemente ai contenuti del D.M. del 14.01.2008 (c.d. NTU) ed alle norme che vengono richiamate dallo stesso D.M. tra cui in particolare le UNI EN in vigore.

1.3. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

1.3.1. PREMESSA

Qualora alcuna delle seguenti disposizioni fosse in contrasto con norme di legge e regolamentari sopravvenute, si dovrà far riferimento esclusivamente alla norma di legge o regolamentare in vigore.

I riferimenti alle norme tecniche UNI, EN, ISO e ad ogni altra specifica tecnica citata nel presente Capitolato si intendono relativi alla versione attualmente in vigore o, qualora risulti ritirata, alla norma che la sostituisce.

È fatto obbligo all'Appaltatore di fornire ed installare unicamente prodotti con marchiatura CE (Conformité Européenne) in tutti i casi in cui sia vigente, alla data di fornitura ed installazione del prodotto, una qualunque disposizione che preveda questa marchiatura, indipendentemente dal fatto che essa sia esplicitamente richiamata o meno nelle presenti norme tecniche.

1.3.2. TRACCIATI

L'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche delle opere esistenti e del sottosuolo.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione della picchettazione completa del lavoro, provvedendo al rilievo di dettaglio dell'area di cantiere, in modo che risultino indicati i limiti delle opere da realizzare. In particolare per le opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti. L'Impresa dovrà fornire alla D.L. copia dei dati di tracciamento e delle monografie dei capisaldi utilizzate.

1.3.3. SCAVI E DEMOLIZIONE IN GENERE

Il presente capitolo contiene le prescrizioni esecutive di carattere generale valide per tutti i tipi di scavi. In particolare si riportano le indicazioni progettuali e prescrizioni esecutive differenziate per le seguenti operazioni:

- Scavi di sbancamento
- Scavi a sezione obbligata

Verranno di seguito utilizzati i seguenti termini:

- Scavi di sbancamento (o sterri andanti) - Scavi eseguiti a sezione aperta.

In generale saranno da considerare scavi di sbancamento quelli riguardanti la formazione del piano di appoggio del rilevato stradale.

- Scavo a sezione obbligata

Scavi ricadenti al di sotto dei piani risultanti dagli scavi di sbancamento suddetti, ove necessari, incassati e a sezione ristretta.

In generale saranno da considerare scavi a sezione obbligata quelli eseguiti per la realizzazione di:

- Fondazioni continue;
- Plinti di fondazione;
- Strutture in c.a. (prefabbricate e/o in opera) quali muri di sostegno e cordoli in c.a.;
- Fognature, condutture, fossi, etc...

1.3.3.1. OPERAZIONI INIZIALI

Prima di dare inizio a lavorazioni che interessino, in qualunque modo, movimenti di materie, l'Appaltatore deve verificare, a sua cura e onere, la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al contratto con i capisaldi piano altimetrici.

Nel caso in cui l'Appaltatore avvii le operazioni di scavo in assenza, parziale o totale, di rilievi di progetto, lo farà a suo rischio.

1.3.3.2. CAPISALDI DEL TERRENO

La consegna dei capisaldi esistenti verrà annotata nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale.

Qualora i capisaldi non dovessero esistere in sito, sarà cura e onere dell'Appaltatore predisporli e mantenerli sino a ultimazione dei lavori, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

1.3.3.3. PICCHETTAZIONE

L'Appaltatore è tenuto a effettuare tutte le picchettazioni necessarie a individuare con certezza i siti nei quali eseguire successivamente gli scavi, anche al fine di identificare le manovre delle macchine operatrici e/o la posizione degli eventuali depositi provvisori delle materie provenienti dagli scavi suddetti.

1.3.3.4. GENERALITÀ

In occasione degli scavi, necessari all'esecuzione delle opere come previste dal progetto, l'Appaltatore è tenuto a:

- preavvisare, per tempo e con le modalità indicate dal Direttore dei Lavori, la Soprintendenza Beni Culturali e Archeologici, secondo quanto contemplato dal Regolamento Edilizio Comunale vigente;

- contattare gli Enti proprietari delle utenze per concordarne lo spostamento e/o la rimozione;
- asportare la coltre di terreno vegetale ricadente nelle aree di intervento, per gli spessori previsti dal progetto;
- procedere alla estirpazione/rimozione e al successivo trasporto e smaltimento alle discariche autorizzate, di piante, cespugli, arbusti relative ceppaie e radici, presenti nelle aree oggetto d'intervento, al momento della consegna dei lavori;
- predisporre le cunette e/o i fossi necessari allo smaltimento delle acque superficiali per evitare che queste ultime si riversino nei cavi già realizzati;
- procedere in modo da impedire scoscendimenti o franamenti, provvedendo alle puntellazioni e/o sbadacchiature necessari, restando unico responsabile di eventuali danni a persone e/o opere, oltre che obbligato alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle situazioni antecedenti;
- adottare tutti i provvedimenti atti a impedire la contaminazione d'apporto dei terreni, ponendo in opera, a esempio, teli geosintetici;
- impiegare, nelle operazioni di scavo e/o reinterro macchine operatrici che rispettino i limiti di rumorosità stabiliti dalla normativa vigente.

Gli scavi e i rinterri necessari alla esecuzione delle opere previste in progetto saranno eseguiti secondo i disegni allegati al contratto e/o secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori e/o dalla Committente in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi dovranno essere rese dall'Appaltatore secondo i piani previsti, con scarpate regolari e spianate.

1.3.3.5. DEPOSITO TEMPORANEO DEL MATERIALE DI RISULTA

I termini del deposito temporaneo variano a seconda se il materiale estratto dalle operazioni di scavo sia un "Rifiuto", oppure un "Non Rifiuto" e più esattamente: nel caso di un "Rifiuto" si deve:

- delimitare un'area, posta preferibilmente nelle immediate vicinanze del sito coinvolto, oppure in zone concordate con le competenti Autorità, che sia sufficientemente ampia da poter contenere il quantitativo dei rifiuti che si prevede di produrre; tale superficie dipenderà direttamente anche dai tempi che si reputano necessari per il trasporto dei rifiuti stessi presso lo smaltimento finale;
- chiedere una autorizzazione preventiva per il deposito temporaneo dei rifiuti agli Organi predisposti al controllo;
- stoccare in modo controllato nell'area dedicata ed autorizzata i rifiuti man mano che essi vengono prodotti, in attesa che gli stessi vengano inviati allo smaltimento finale, secondo le modalità contenute nel presente capitolo.

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito temporaneo dei materiali destinati a riutilizzo diretto.

Le acque superficiali non dovranno interessare l'area e quindi dovranno essere idoneamente drenate. nel caso di un "Non Rifiuto" si deve:

- delimitare un'area, posta preferibilmente nelle immediate vicinanze del sito coinvolto, che sia sufficientemente ampia da poter contenere il quantitativo dei materiali estratti e destinati al riutilizzo, tenendo conto delle tempistiche della produzione previsionale dello stesso;
- informare (facoltativamente) gli Organismi di controllo di tale evento, attraverso comunicazione corredata dalle risultanze dell'indagine analitica effettuata e comprovante che il materiale stoccato non è, di fatto, un "Rifiuto".

Tale area deve essere diversa e separata fisicamente da quella eventualmente dedicata al deposito temporaneo dei rifiuti prodotti e destinati a smaltimento finale.

1.3.3.6. PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI RINVENUTI

Il Committente, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia che si rinverranno nel corso degli scavi.

Dell'eventuale ritrovamento dovrà essere dato immediatamente avviso alla Direzione Lavori per le opportune disposizioni.

L'Appaltatore non potrà in ogni caso, senza ordine scritto, rimuovere o alterare l'oggetto del ritrovamento, sospendendo i lavori stessi nel luogo interessato e transennando l'area medesima.

Ove necessario, tale sospensione potrà essere formalizzata dalla Direzione Lavori, rientrando tra le cause di forza maggiore previste dal vigente Capitolato Generale LL.PP.

Il Committente si riserva anche la proprietà delle materie di risulta provenienti dagli scavi (terreno vegetale) e/o dalla demolizione di trovanti presenti nei medesimi, quando (a suo insindacabile giudizio) queste siano ritenute idonee a un reimpiego all'interno del medesimo intervento e/o per altre realizzazioni.

1.3.3.7. SCAVI DI SBANCAMENTO

Si richiamano le specifiche contenute nel paragrafo precedente.

1.3.3.8. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Oltre alle specifiche già contenute nel precedente capitolo "Generalità" devono essere rispettate le seguenti prescrizioni particolari.

Il perimetro dell'opera, effettuato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il contorno, sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Nel caso di realizzazione di fondazioni, il relativo scavo sarà, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinto alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

1.3.4. DEMOLIZIONE DI MURATURE

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore o clipper;
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

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 prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa 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.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di $0,7^{0,8}$ MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

1.3.4.1. IDRODEMOLIZIONI

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

1.3.4.2. FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura generalmente ha lo scopo di consentire un raccordo omogeneo tra due pavimentazioni flessibili realizzate in tempi successivi.

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, etc., a discrezione della Direzione dei Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori. Nel corso dei lavori la Direzione dei Lavori potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivo 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 clic 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.

1.3.4.3. DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

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

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

1.3.5. RIMOZIONI

Per rimozione si intende:

- lo smontaggio di pali di illuminazione, pannelli di segnalazione, segnaletica verticale esistenti.
- lo smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- lo smontaggio di pannelli pubblicitari posti su elementi tubolari con montanti infissi in terra;

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze stradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà del Comune di La Spezia, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori, ovvero gli oneri per il conferimento degli stessi in discariche autorizzate.

1.3.6. RIEMPIMENTO E RIPRISTINO DEGLI SCAVI

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte. Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione, o malta cementizia areata caratterizzata dalla presenza di micro bolle d'aria sub sferiche, caratterizzata da resistenza alla compressione variabile da 10 a 20 kg/cmq.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti. Si deve, inoltre, evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti, è fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare a suo carico tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere

impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento riempimenti mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento, del tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato. La Direzione Lavori prescrive l'esatto quantitativo di cemento, entro i suddetti limiti, in funzione della granulometria del materiale impiegato.

La miscela deve essere compattata procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Per il riempimento di scavi è consentito l'uso di aggregati derivanti da riciclaggio per frantumazione.

1.3.6.1. RIUTILIZZO DEI TERRENI DERIVANTI DA SCAVI

In relazione alla natura dei lavori, che prevedono la realizzazione di scavi modesti, sono da impiegare fino ad esaurimento, i materiali estratti da scavi di ogni genere, per il riempimento e il ripristino degli scavi o per altre sistemazioni territoriali connesse all'infrastruttura, purché essi risultino idonei all'impiego previsto, o siano resi tali.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterrati, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

1.3.7. PAVIMENTAZIONI STRADALI

1.3.7.1. STRATI DI FONDAZIONE

Lo strato sarà costituito 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 0,50 UNI 933-2.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie di fiume, detriti di cava o rocce frantumate; potrà essere materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite sulla base della norma UNI EN 13285. L'aggregato potrà avere origine dal riciclaggio per frantumazione in ottemperanza ai prospetti A.1 e A.4 della stessa norma UNI EN 13285.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma e 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.

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 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 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata. Il valore del modulo di compressibilità M_d nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm².

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,50 m 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 alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavoro 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, ovvero 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.

1.3.7.2. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATI BITUMINOSI

1.3.7.2.1. Specifiche generali per il confezionamento di conglomerati bituminosi

Il conglomerato sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte che dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto. La potenzialità di produzione dovrà garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque 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.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di confezionare 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; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione dei Lavori. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190°C) e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua ecc.) che possono 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 onde evitare contaminazioni.

Si farà uso di almeno 5 classi di aggregati (tipi di pezzature) con predosatori in numero corrispondenti alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione 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 dovrà essere superiore ai 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 190°C in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi 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% in peso.

1.3.7.2.2. Trasporto delle miscele

Il trasporto del conglomerato bituminoso 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 grumi.

1.3.7.2.3. Strato di base

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibro finitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

Inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

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 n. 4 delle norme C.N.R. -1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 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 che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso 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 (C.N.R. 27 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.

Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L.

TABELLA "BITUMI DI BASE"		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 - 85	85 - 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	Cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ +10 / ≤ 283

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
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

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 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 rigidità 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 rigidità 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 però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134-1991;

Formazione e confezione delle miscele

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'ammanimento 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%.

Posa in opera delle miscele

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 vibro finitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di auto livellamento.

Le vibro finitrici 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 azzeramento.

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.

1.3.7.2.4. Strato di collegamento e strato di usura

Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, 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 dalla Direzione Lavori.

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 C.N.R., fascicolo n. 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibro finitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Inerti

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 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

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 n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973) 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% (C.N.R. 34 1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. a
- 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

- 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 13 -
- AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a 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 n. 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. A 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137 1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), 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 C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30 - 3 - 1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") 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 RiedelWeber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (filler) 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 Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per filler diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto precedente del presente capitolato.

Miscela

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI Passante:	% totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito 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 (C.N.R. 30-1973).

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.

Strato di usura.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante: % totale in peso	Passante: % totale in peso
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	--
Crivello 15	90 - 100	100
Crivello 10	70 - 90	70 - 90

Crivello	5	40 - 55	40 - 60
Setaccio	2	25 - 38	25 - 38
Setaccio	0,4	11 - 20	11 - 20
Setaccio	0,18	8 - 15	8 - 15
Setaccio	0,075	6 - 10	6 - 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

- Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.
- Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al 10% \pm 2%.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) 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 (C.N.R. 30 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 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;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: 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 permeometro 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.

Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione degli impasti

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.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

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 fisicochimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume-aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma ASTM - D 1664/80. Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n. 134/1991)).

1.3.7.3. STRATO D'USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO ASPHALT RUBBER

In corrispondenza dell'ambito 2, si prevede la realizzazione del tappetino d'usura in conglomerato bituminoso tipo Asphalt Rubber, confezionato con bitume modificato e polverino di gomma di pneumatico riciclata.

Questo materiale è particolarmente adatto per ridurre tutti i fenomeni di fessurazione di riflesso, fessurazione a fatica e fessurazione termica, con l'ottenimento di superfici prive di fenomeni d'ormaiamento (rutting), con una buona aderenza (skid resistance), ridotta necessità di manutenzione, una buona regolarità e ridotti livelli d'emissioni sonore.

I vantaggi conseguenti all'utilizzo di Asphalt Rubber consistono in:

- Performance e durabilità superiori
- Possibilità di applicare spessori inferiori di conglomerato, che comportano anche minori tempi di costruzione legati alla minor quantità di materiale
- Efficacia dei trattamenti di riabilitazione con AR, che si pongono come valida alternativa alla ricostruzione
- Diminuzione del rumore (equivalente all'85% di traffico in meno)
- Maggior sicurezza legata alla riduzione dei fenomeni di splash and spray e acqua planning (grazie alla capacità drenante) e all'aumento della visibilità notturna, dovuta alla colorazione scura persistente nel tempo che crea contrasto fra pavimentazione e segnaletica orizzontale
- Miglioramenti d'aderenza, tessitura e regolarità superficiale (IRI)
- Riutilizzo d'ingenti quantità di pneumatici fuori uso

L'Asphalt Rubber per i conglomerati bituminosi può essere di due tipologie:

- Gap-Graded, più rugoso e portante
- Open-Graded, drenante e fonoassorbente

e può essere applicato in strategie di riabilitazione di pavimentazioni esistenti per ridurre gli ammaloramenti causati da agenti atmosferici disgregazione e ossidazione. Risultano migliorare le caratteristiche superficiali, con buoni valori di IRI e attrito, e possono anche essere utilizzati come strato superficiale applicato a pavimentazioni rigide o sopra ponti e viadotti, con lo scopo d'evitare la fessurazione di riflessione, migliorare l'aderenza e ridurre i livelli di rumore.

Nel caso in progetto si sceglie di realizzare un tappetino di usura del tipo Open-Graded, drenante e fonoassorbente, visto che non vi è necessità di aumentare la portanza dell'infrastruttura attuale.

La principale causa del rumore prodotto dal traffico è quello da rotolamento prodotto dal contatto del pneumatico sull'asfalto. La regolarità superficiale, la porosità e l'elasticità di Asphalt Rubber consentono di ridurre significativamente, rispetto ai materiali convenzionali, questo problema direttamente all'origine.

Tale aspetto rende il materiale in esame una valida soluzione da abbinare all'impiego di barriere fonoassorbenti.

Nel moto del veicolo sulla pavimentazione l'asfalto poroso aperto Asphalt Rubber Open-Graded consente all'aria di passare sotto la zona di contatto evitando di comprimersi eccessivamente; per questo motivo è decisamente importante la macrotessitura della superficie stradale. In fase di rilascio, a valle della zona di contatto, l'onda acustica esce più smorzata e rimbalza sotto la scocca del veicolo in movimento con minore pressione e quindi con meno rumore.

L'energia che penetra nel conglomerato, risulta gradualmente dissipata per rifrazione fra i granuli di pietrisco. Più tortuoso è il percorso delle onde sonore nella massa, tanto maggiore è l'assorbimento. La riduzione del rumore di rotolamento sulle pavimentazioni porose è prevalentemente dovuta alle proprietà di assorbimento acustico di tali pavimentazioni. La soglia di velocità di 50 km/h rappresenta quel valore oltre il quale l'attrito pneumatico-strada supera per rumorosità qualsiasi altra causa di disturbo sonoro.

L'uso del legante Asphalt Rubber ha consentito di registrare significative attenuazioni dei fenomeni di vibrazione da traffico veicolare e del rumore da rotolamento, con una riduzione fino a 13 dB del livello sonoro in ambiti urbani di circolazione.

Ciò è dovuto alla maggior quantità di vuoti dello strato superficiale, in grado di attenuare gli aumenti di pressione dell'aria durante il transito di veicoli. Inoltre, l'elevato contenuto di legante e la presenza di gomma conferiscono un ridotto modulo elastico ed una maggior duttilità dello strato di usura, e le ridotte dimensioni dell'aggregato comportano una minor deformazione del pneumatico durante il rotolamento. Il tutto contribuisce ad una riduzione del rumore direttamente all'origine.

Va sottolineato come il reale effetto comportato da una riduzione di pochi decibel è assai superiore alla proporzione numerica, come dimostrano i rapporti reali di riduzione della pressione sonora e del rispettivo volume percepito dall'udito corrispondenti a diminuzioni della rumorosità espresse in decibel.

1.3.8. CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per la realizzazione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

Classe resistenza =	C12/15	getti cls magro
Classe resistenza =	C20/25	per opere di fondazione
Classe resistenza =	C25/30	opere in elevazione

Le classi di esposizione, secondo la EN206, ambientale sono sei, identificate dalle sigle XO, XC, XD, XS, XF ed XA, per diversi tipi di aggressione.

1.3.8.1. CEMENTO

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV;
- sono ammessi inoltre i cementi di tipo I, II e V con tenore di alluminato tricalcico (C3A) < 5% che la cementeria, dovrà garantire specificando il metodo di misura, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi di tipo III e IV e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi di tipo III e IV. I maggiori oneri per la sostituzione del cemento sono a carico dell'Impresa.

L'utilizzo dei cementi di tipo I, II e V non è, in qualsiasi caso, consentito per la realizzazione di conglomerati cementizi di tipo I e di tutti i manufatti prefabbricati.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Le UNI EN 206-1 riassumono le caratteristiche consigliate delle proprietà del calcestruzzo ai fini della durabilità nell'allegato F (solo informativo). Tali caratteristiche si riferiscono ad un calcestruzzo confezionato con cemento di tipo CEM I secondo EN 197-1 (cemento Portland, classe di resistenza 32.5), e con aggregato avente dimensione nominale massima compresa fra 20 e 32 mm.

1.3.8.2. AGGREGATI

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

1.3.8.3. ACQUA DI IMPASTO

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

1.3.8.4. ADDITIVI

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m³ di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

1.3.8.4.1. Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

1.3.8.4.2. Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D_{max}) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

1.3.8.5. TRASPORTO

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'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 conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, 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 conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

1.3.8.6. POSA IN OPERA

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

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 d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio 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.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. 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 misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

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; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

1.3.8.7. CASSEFORME

1.3.8.7.1. Generalità

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere 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 adatto a consentire la realizzazione della struttura 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'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni

ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- 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 è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere 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'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

1.3.8.7.2. Stagionatura e disarmo, prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 dì.

1.3.8.7.3. Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) ed al D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

1.3.8.7.4. Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

1.3.8.8. SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

1.3.8.8.1. Protettivi filmogeni - Generalità

In funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere e dell'ambiente, il progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo alle specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti vengono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

Requisiti e metodi di prova

Nella tabella sono indicati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

Tabella – Requisiti dei sistemi protettivi e metodi di prova utilizzati

Requisiti	Metodo di prova
Impermeabilità all'acqua	UNI EN 1928
Resistenza al vapor d'acqua **	Metodo DIN 52615
Impermeabilità alla CO ₂	Metodo DIN 52615 modificata
Impermeabilità allo ione Cl ⁻	Metodo TEL
Aderenza al calcestruzzo	Adhesion tester ASTM
Resistenza all'irraggiamento UV	ASTM G 53 (QUV)
Resistenza all'abrasione *	ASTM D 4060
Deformabilità elastica **	UNI EN 12311

* Requisito non richiesto per opere d'arte

** Requisiti non richiesti per strutture a contatto con acqua

*** Nel caso di strutture a contatto con acqua si utilizza il metodo ASTM C 666

Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, fornita dal Produttore, dei materiali che intende impiegare, affinché si possa dedurre la rispondenza del prodotto ai requisiti ad alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori, in tempo utile rispetto al programma lavori, controllerà la rispondenza di detti requisiti, potendo comunque prescrivere, a cura e spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, sui campioni di materiali forniti, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove; successivamente potranno essere richieste ulteriori verifiche su campioni di normale fornitura prelevati in cantiere.

Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale di Qualità.

Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di opere d'arte

Le opere d'arte verranno protette mediante un sistema protettivo costituito da un primer epossipoliamidico e da una finitura a base di elastomeri poliuretanicici alifatici applicata con differenti spessori in funzione del grado di protezione richiesto.

Il suddetto sistema protettivo sarà caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato di adesione di spessore secco pari a 50 µm;
- Strato di finitura di spessore secco, realizzato con una o due mani, a seconda del tipo di protezione richiesta: media o elevata;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo $\geq 3,5$ N/mm²;
- Deformabilità elastica con allungamento a rottura $\geq 400\%$;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 kPa;

- Impermeabilità alla CO₂ con fattore di resistenza $\mu_{CO_2} \geq 0,5 \times 10^6$, al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):
 - $R > 220$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 μm ;
 - $R > 120$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 μm ;
- Permeabilità allo ione Cl⁻ < 7 g (m² x 24 h);
- Resistenza al vapore d'acqua con fattore $\mu_{\text{vapore}} \leq 0,8 \times 10^4$ al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (Sd):
 - $Sd \leq 3,6$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 μm ;
 - $Sd \leq 2$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 μm ;
- Resistenza all'irraggiamento UV elevata;
- Resistenza ai cicli gelo-disgelo in base alla prova di durabilità su campioni di conglomerato cementizio standard:
 - > 40 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 μm ;
 - > 18 cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 250 μm ;

Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua

Per la protezione delle superfici delle strutture a contatto con correnti idrauliche quali canali, tombini ed opere in alveo (pile, fondazioni, muri di sponda, briglie, ecc.), si prevede l'utilizzo di un sistema bicomponente rigido epossipoliamicidico da applicarsi con due differenti spessori in funzione del grado di sollecitazione idrodinamica.

Tale sistema bicomponente rigido epossipoliamicidico dovrà essere caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato di adesione di spessore secco pari a 50 μm ; realizzato mediante l'utilizzazione di un primer epossipoliamicidico;
- Strato di finitura realizzato in due mani con un prodotto epossipoliamicidico di spessore secco variabile in funzione delle caratteristiche idrauliche e del grado di protezione richiesto;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo l'indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo ≥ 35 N/mm²;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 kPa;
- Resistenza all'abrasione < 50 mg, secondo ASTM D 4060;
- Impermeabilità alla CO₂ con fattore di resistenza $\mu_{CO_2} \geq 1,2 \times 10^6$, al quale corrisponde uno spessore di aria equivalente (R):
 - $R > 780$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 650 μm ;
 - $R > 540$ m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a 450 μm ;
- Permeabilità allo ione Cl⁻ < 3 g/ (m² x 24 h);
- Resistenza a cicli di gelo-disgelo > 45 cicli.

Preparazione del supporto e modalità di applicazione del sistema protettivo

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione:

- Su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmanti;
- Su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione e per eliminare dalla superficie esterna della struttura eventuali contaminanti.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello o a rullo solo nel caso di protezione di superfici di estensione limitata.

Lo spessore del sistema protettivo indicato nel progetto si intende sempre come spessore di film secco.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti di alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze di analoga o maggiore tossicità.

Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con frequenza richiesta dalla Direzione Lavori. Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% di quelli richiesti, riportati nei punti precedenti, il materiale verrà accettato, ma verrà applicata una penale adeguata.

Qualora i valori risultassero inferiori del 10% rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" di idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o D 1212);
 - per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;
 - per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure.

La serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore di non più del 10% rispetto allo spessore di progetto si applicherà una penale per tutte le superfici trattate, qualora risulti un valore medio ulteriormente inferiore l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

1.3.8.8.2. Protettivi impregnanti

Il trattamento impregnante di superfici di conglomerato cementizio, sia orizzontali che verticali verrà eseguito con prodotto a base epossidica modificata, applicato a spruzzo o a rullo in funzione delle condizioni atmosferiche, con particolare riferimento al vento, diluendolo in acqua con un consumo medio di 300÷400 g di prodotto secco per m² di superficie trattata; sarà dato in passate successive fino ad un massimo di tre, in funzione delle prove di assorbimento e fino a rifiuto del conglomerato cementizio.

Il trattamento sarà preceduto dalla preparazione della superficie da trattare, fino a completa ravvivatura, mediante sabbiatura con aspirazione delle polveri ed eventuale regolarizzazione di parti degradate.

Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori

Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove di assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.

Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

Caratteristiche dei componenti fondamentali

Veicolo: il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc..

La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti

Permeabilità all'acqua:

La prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H₂O);

Condizione di prova:

- temperatura 296 K ± 2 K
- pressione di esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar
- durata 72 h
- Valore da riscontrare:
- Diffusione presente

Assorbimento acqua:

La prova esamina attraverso la determinazione del valore di assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.

Condizione di prova:

- temperatura 296 K ± 2 K
- durata 24 h
- valore da riscontrare 40% ÷ 60% (*)

(*) Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

Shock termico:

La prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- 60 min alla temperatura di 243 K ± 2 K
- 60 min alla temperatura di 323 K ± 2 K
- Numero dei cicli 20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

- Perdita in peso ≤ 2%

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e di applicazione.

1.3.8.8.3. Protettivi strutturali

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderlo meno attaccabile agli agenti aggressivi, aumentandone nel contempo la resistenza meccanica.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato - C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme ad additivi e a formulazioni granulometriche che riducono al minimo la macro e la micro porosità del conglomerato cementizio. Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso. L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinata alla resistenza di manufatti campione protetti con il C.P.I. o costituiti da miscele antidegrado.

La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a 20 cm che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera. (Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- 60min 243 K \pm 2 K
- 60min 323 K \pm 2 K
- Numero dei cicli 20

1.3.9. IMPERMEABILIZZAZIONI

1.3.9.1. MEMBRANE PREFABBRICATE A BASE BITUMINOSA

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403+413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2+3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m² in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m²;

- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina goffrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina goffrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m². Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

1.3.9.2. IMPERMEABILIZZAZIONE DI STRUTTURE INTERRATE

Per l'impermeabilizzazione di strutture prevalentemente interrato, quali ad esempio i muri di sostegno, completamente o parzialmente a contatto delle acque di falda si prevede l'applicazione di membrane bicomponenti, composte da un film in polietilene HDPE e gomma-bitume autoadesiva sui sormonti e sul supporto, applicata a freddo senza l'ausilio di alcuna fonte di calore o fiamma, previa spalmatura di idoneo primer, con sovrapposizioni di almeno 3 cm, avente i seguenti requisiti:

- spessore costante 1,0 mm;
- resistenza a trazione longitudinale e trasversale 186 N/50 mmq (BS 2782);
- allungamento o rottura 406% (BS 2782);
- resistenza allo strappo 89,6 N (MOAT27).
- spessore costante 1,0 mm.

1.3.9.3. BARRIERA ANTIVAPORE

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore > 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

1.3.9.4. GEOTESSILE

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m², in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Art. 2. Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

1.3.10. INTONACI

Tutte le opere descritte in questo capitolo saranno perfettamente aderenti a quanto indicato negli elaborati grafici di progetto. L'Appaltatore, in particolare, rispetterà le fasi di realizzazione ivi indicate.

In sede di cantiere, qualora la D.L. e i Progettisti lo riterranno opportuno, le indicazioni e le modalità di lavoro potranno essere integrate da disposizioni generate da particolari esigenze di cantiere.

1.3.10.1. **PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE**

Gli intonaci dovranno essere eseguiti solo dopo un'accurata preparazione delle superfici da trattare, ottenuta con pulitura, scarnitura dei giunti e della malta poco aderente, eventuale lavaggio e bagnatura.

Gli intonaci di qualunque specie non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli o altri difetti.

La calce spenta da usare negli intonaci dovrà avere almeno tre mesi di maturazione per evitare sfioriture e screpolature, verificandosi le quali saranno a carico dell'Appaltatore tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco completo dovrà avere uno spessore non inferiore ai 15 mm e non superiore ai 25 mm.

Gli spigoli sporgenti o rientranti saranno eseguiti ad angolo vivo o con arrotondamento a seconda degli ordini della D.L. Potrà essere ordinata la posa di appositi paraspigoli metallici zincati o in acciaio inox che dovranno essere annegati nell'intonaco a filo degli spigoli, senza alcun aumento di costo.

1.3.10.2. **CAMPIONATURE**

Oltre alla preventiva presentazione della campionatura dei materiali, componenti, accessori e manufatti, l'Appaltatore eseguiti i primi 4 mq di ogni lavorazione, prima di procedere al completamento dell'opera, dovrà ottenere l'autorizzazione scritta della D.L. la quale, darà il suo benestare se la campionatura soddisfa gli standard previsti dagli elaborati di progetto e dalle consuete regole di buona esecuzione.

A titolo esemplificativo e non esaustivo si riporta di seguito l'elenco minimo delle campionature da sottoporre all'approvazione delle D.L. con congruo anticipo sull'esecuzione dei lavori: campionatura di tutti i materiali impiegati nelle lavorazioni; campionatura eseguita in opera di tutte le lavorazioni previste dal progetto, in funzione del tipo di intervento e del tipo di finitura da realizzare.

Le lavorazioni eseguite come campionatura per la definizione degli standard tecnici, qualitativi ed estetici, potranno essere mantenute in opera solo se approvate dalla D.L. qualora le lavorazioni eseguite non soddisfino i requisiti richiesti, l'Appaltatore dovrà demolire le campionature eseguite senza pretendere oneri aggiuntivi ed eseguire nuove lavorazioni sino al raggiungimento degli standard richiesti.

1.3.10.3. **VERIFICA E ACCETTAZIONE DELLE OPERE**

Sarà constatata la rispondenza delle opere eseguite al progetto e la rispondenza dei materiali impiegati a quelli previsti nella presente specifica tecnica.

Consisterà nel verificare la correttezza della posa, lo stato superficiale, l'uniformità di esecuzione, la orizzontalità e la verticalità dei piani, il rispetto di eventuali pendenze, la complanarità.

Le operazioni di asportazione, il successivo ripristino della superficie e l'onere delle prove e delle analisi saranno a carico dell'Appaltatore.

Le campiture che presentassero imperfezioni e irregolarità dovute a difetti dei materiali o alla posa in opera dovranno essere ripristinate interamente, a cura e spese dell'Appaltatore.

1.3.10.4. ACCETTAZIONE DEFINITIVA

L'accettazione definitiva delle opere è subordinata alla verifica che eventuali prescrizioni fatte in sede di accettazione provvisoria siano state ottemperate e che le opere non presentino alcun segno di degrado.

1.3.10.5. MATERIALI E MODALITÀ DI ESECUZIONE

Le malte per intonaci interni ed esterni, classificate in funzione del sistema di preparazione e alle caratteristiche di prestazione e dosaggio, dovranno essere conformi alla norma EC 1:2007 UNI EN 998 1.

Le malte per intonaci, non destinate ad uno strutturale devono essere corredate da autocertificazione del produttore (livello di attestazione "tipo 4" secondo UNI EN 998-1) e di Marcatura CE, riportante i seguenti dati:

- resistenza a compressione (categoria UNI EN 998-1);
- reazione al fuoco (valore tabellare);
- adesione (UNI EN 1015-2)
- assorbimento d'acqua (UNI EN 1015-18)
- permeabilità al vapore acqueo (UNI EN 1015-19)
- conducibilità termica (solo per le malte termiche)
- durabilità (inattesa di norma europea)

Le malte non devono contenere amianto e non devono cromo VI idrosolubile in quantità superiore a 2 ppm.

Le malte impiegate nell'esecuzione delle opere dovranno essere di tipo idoneo in conformità a quanto previsto dalla norma che, in relazione alla loro destinazione d'uso, individua le seguenti categorie di prodotto:

- malte generiche (GP)
- leggere (LW)
- colorate (CR)
- monostrato (OC)
- da risanamento (R)
- termoisolanti (T)

1.3.10.5.1. Kerabuild® Eco R2 Finish

Malta inorganica minerale eco-compatibile per rasature a durabilità garantita di elementi in calcestruzzo. A ridotte emissioni di CO₂, riciclabile come inerte a fine vita. Kerabuild® Eco R2 Finish è una malta polimero-modificata, Zero Crack Risk, conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla EN 1504-3 per malte di classe R2 di tipo CC e PCC.

- Prodotto identificato e qualificato in accordo al Capitolo 11 del D.M. 14/01/08
- Eccellente facilità di applicazione a spatola e di finitura a frattazzo
- Ottima omogeneità e uniformità della tessitura superficiale
- Per uso non strutturale, con prestazioni rispondenti ai requisiti richiesti dalla Norma EN 1504-3 per malte di classe R2 nelle reali condizioni di esercizio:
 - per strutture esposte permanentemente all'aria PCC
 - per strutture operanti a contatto permanente con acqua CC
- A rischio fessurativo nullo Zero Crack Risk:
 - eccellente capacità di adesione, derivata dall'impiego di speciali acetati
 - ritiro controllato mediante speciali additivi a base di glicoli SRA
 - basso modulo elastico
 - elevata resistenza a trazione derivante dall'utilizzo di polimeri che favoriscono la formazione di una struttura tridimensionale che costituisce l'armatura di rinforzo della matrice cementizia

- Resistente alle aggressioni chimiche ambientali e idoneo a tutte le classi di esposizione previste dalla UNI 11104

Destinazione d'uso

Rasatura di strutture in calcestruzzo armato anche idrauliche a permanente contatto con acqua, regolarizzazione e protezione di elementi in calcestruzzo ripristinati con malte cementizie strutturali di classe R3 e R4, secondo la Norma EN 1504-3.

Il prodotto è conforme ai Principi definiti dalla EN 1504-9 (Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi) e garantisce il raggiungimento di una Vita Nominale (Vn) di 50 anni (Classe 1) o di 100 anni (Classe 2), in accordo con quanto previsto dal D.M. 14/01/08 (dagli Eurocodici in ambito europeo).

Aspetto	polvere	
Massa volumica apparente	1330 kg/m ³	UEAtc
Natura mineralogica aggregato	silico - carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 - 500 µm	EN 12192-1
Conservazione	≈ 12 mesi nella confezione originale in luogo asciutto	
Acqua d'impasto	≈ 5 l / 1 sacco 25 kg	
Spandimento dell'impasto	140 - 150 mm	EN 13395-1
Massa volumica dell'impasto	≈ 2000 kg/m ³	
pH dell'impasto	≥ 12,5	
Durata dell'impasto (pot life)	≥ 1 ora (a +20 °C)	
Temperature di applicazione	da +5 °C a +35 °C	
Spessore minimo	1 mm	
Spessore massimo per strato	3 mm	
Resa	≈ 1,5 kg/m ² per mm di spessore	

Performance

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-3 classe R2	Kerabuild® Eco R2 Finish Prestazione in condizioni	
			CC	PCC
Resistenza a compressione	EN 12190	≥ 15 MPa (28 gg)	> 15 MPa	
Resistenza a trazione per flessione	EN 196/1	Nessuno	> 5 MPa (28 gg)	
Legame di aderenza	EN 1542	≥ 0,8 MPa (28 gg)	> 0,8 MPa (28 gg)	
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	EN 13687-1	≥ 0,8 MPa	> 0,8 MPa	
Assorbimento capillare	EN 13057	≤ 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{-0,5}	< 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{-0,5}	
Contenuto ioni cloruro (Determinato sul	EN 1015-17	≤ 0,05%	< 0,05%	

prodotto in polvere)			
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Euroclasse	A1

Ulteriori avvertenze:

- non aggiungere leganti, aggregati o additivi all'impasto.
- non applicare su superfici sporche e incoerenti.
- non applicare su gesso, metallo o legno.
- proteggere le superfici dalla pioggia e da percolamenti d'acqua nei primi giorni di stagionatura.
- proteggere con teli i ponteggi fissi, fino al loro smontaggio, per evitare danneggiamenti in caso di pioggia battente.
- dopo l'applicazione, proteggere dal sole battente e dal vento.
- curare la stagionatura umida del prodotto nelle prime 24 ore.
- in caso di necessità richiedere la scheda di sicurezza

Indicazioni d'uso

Preparazione

Kerabuild® Eco R2 Finish si prepara mescolando 25 kg di polvere con 5 litri di acqua con un trapano con frusta a basso numero di giri in un secchio, fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi. Evitare l'eccessivo inglobamento di aria nell'impasto. Conservare il materiale al riparo da fonti di umidità e in luoghi protetti dall'insolazione diretta.

Applicazione

Prima di applicare Kerabuild® Eco R2 Finish occorre irruvidire il substrato in calcestruzzo (asperità di almeno 1 - 2 mm) mediante sabbiatura o idropulizia in pressione. Si procederà quindi alla pulizia del substrato con aria compressa o idropulitrice, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, olii e altre sostanze contaminanti, e alla bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua liquida in superficie. L'applicazione potrà avvenire manualmente (con spatola in acciaio), in spessori non inferiori a 1 mm e non superiori a 3 mm per mano, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. Terminata l'applicazione si procederà alla rifinitura con frattazzo di spugna, curando la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore.

Pulizia

La pulizia degli attrezzi da residui di Kerabuild® Eco R2 Finish si effettua con acqua prima dell'indurimento del prodotto.

1.3.10.5.2. Rasobuild® Eco Top Fino

Rasante minerale fino ed extra-fino eco-compatibile a ridotte emissioni di CO₂, contenente materie prime riciclate, riciclabile come inerte a fine vita.

Rasobuild® Eco Top Fino è idoneo per rasature e livellamenti di superfici assorbenti ed inassorbenti, nella realizzazione di finiture ad alti livelli di stabilità dimensionale e superiori resistenze meccaniche. Colorazioni: bianco e grigio.

- Disponibile bianco e grigio
- Per manufatti in calcestruzzo in conformità alla norma EN 1504-3 Classe R1
- Frattazzabile a mano e a macchina
- Finitura a civile fine

Destinazione d'uso

Livellatura e rasatura di fondi irregolari su:
- intonaci di cemento e malta bastarda

Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

- decorazioni con pitture e rivestimenti sintetici saldamente ancorati, compatti e non riemulsionabili
- calcestruzzo prefabbricato o gettato in opera
- pannelli in fibro-cemento, legno-cemento o cartongesso
- pareti in blocchi di calcestruzzo cellulare Interni ed esterni in ambienti civili, commerciali e industriali

Non utilizzare

A pavimento, su sottofondi a base gesso, per irregolarità ad elevato spessore e su fondi inconsistenti.

Aspetto	Premiscelato bianco o grigio	
Massa volumica apparente:		
- Rasobuild® Eco Top Fino Bianco	≈ 1,41 kg/dm ³	UEAtc/CSTB 2435
- Rasobuild® Eco Top Fino Grigio	≈ 1,39 kg/dm ³	UEAtc/CSTB 2435
Natura mineralogica inerte	carbonatica cristallina	
Intervallo granulometrico	0 - 800 µm	
Conservazione	≈ 12 mesi nella confezione originale in luogo asciutto	
Acqua d'impasto		
- Rasobuild® Eco Top Fino Bianco	≈ 6,8 l / 1 sacco 25 kg	
- Rasobuild® Eco Top Fino Grigio	≈ 7 l / 1 sacco 25 kg	
Peso specifico impasto:		
- Rasobuild® Eco Top Fino Bianco	≈ 1,65 kg/dm ³	UNI 7121
- Rasobuild® Eco Top Fino Grigio	≈ 1,68 kg/dm ³	UNI 7121
pH dell'impasto	≥ 12	
Durata dell'impasto (pot life)	≥ 4h	
Temperature limite di applicazione	da +5 °C a +35 °C	
Spessore minimo	≥ 1 mm	
Spessore massimo per strato	≤ 2 mm	
Tempo di attesa per:		
- tinteggiatura	≈ 7 gg	
Resa	≈ 1,3 kg/m ² per mm di spessore	
Rilevazione dati a +20 °C di temperatura, 65% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere: temperatura, ventilazione e assorbimento del fondo.		

Adesione su calcestruzzo a 28 gg	≥ 1 N/mm ²	CSTB 2893-370
Resistenza a compressione a 28 gg	≥ 9 N/mm ²	EN 1015-11
Rilevazione dati a +20 °C di temperatura, 65% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere.		

Ulteriori avvertenze

- attenersi alle norme e disposizioni nazionali
- operare a temperature comprese tra +5 °C e +35 °C

- controllare che il fondo di posa sia perfettamente pulito e compatto
- non rimpastare o aggiungere acqua al prodotto quando ha già iniziato la presa
- rispettare eventuali giunti elastici presenti nel fondo di posa
- non applicare su superfici esposte al sole, con temperature elevate o in giornate ventose
- in caso di necessità richiedere la scheda di sicurezza

Indicazioni d'uso

Preparazione dei supporti

Il supporto deve essere asciutto su superfici inassorbenti e inumidito su quelle assorbenti, compatto, pulito, privo cioè di polvere, untuosità e trattamenti idrorepellenti. Le superfici andranno pulite con idrolavaggio a pressione e rimosse le parti non perfettamente ancorate.

La superficie da rasare deve essere dimensionalmente stabile, avendo già compiuto i ritiri di maturazione.

Su calcestruzzi nuovi asportare il disarmante con idropulitura a pressione.

Attendere la maturazione di rappezzati e ripristini del sottofondo prima di rasare.

Preparazione

Rasobuild® Eco Top Fino si prepara in un recipiente pulito versando prima una quantità d'acqua pari a circa $\frac{3}{4}$ di quella necessaria. Introdurre gradualmente Rasobuild® Eco Top Fino nel contenitore, amalgamando l'impasto con frusta elicoidale a miscelazione dal basso verso l'alto e a basso numero di giri ($\approx 400/\text{min.}$). Aggiungere successivamente acqua fino ad ottenere un impasto della consistenza desiderata, omogeneo e privo di grumi.

Applicazione

Applicare in due o più passate con spatola d'acciaio per spessori max di 2 mm a passata. Su superfici assorbenti stendere una prima mano di prodotto sul fondo di posa, opportunamente preparato e inumidito, mediante spatola americana, effettuando un'energica pressione per garantire l'adesione ed espellere l'aria contenuta nelle porosità. In caso di pitture, rivestimenti plastici o mosaici vetrosi effettuare la pulizia e rimuovere le parti non perfettamente ancorate, applicare successivamente Rasobuild® Eco Top Fino su supporti perfettamente asciutti. Posare l'eventuale rete d'armatura Rinforzo V 50 e riportare le mani successive fino ad ottenere lo spessore desiderato.

Finitura

La finitura può essere fatta con spatola in acciaio, frattazzo o spugna.

Pulizia

Rasobuild® Eco Top Fino si elimina dagli attrezzi e dalle superfici lavando con acqua prima dell'indurimento finale.

Altre indicazioni

Supporti eterogenei:

per rasare superfici eterogenee è consigliabile annegare la rete in fibra antialcalina Rinforzo V 50 nella prima mano ancora fresca comprimendola con la spatola. Applicare una seconda mano a copertura totale della rete per realizzare una superficie idonea a ricevere, una volta asciutta, eventuali pitture o rivestimenti murali.

Supporti friabili:

consolidare i supporti friabili o inconsistenti.

1.3.10.5.3. Geo Grid 120

La rete Geo Grid 120 è una rete biassiale bilanciata in fibra di basalto alcali-resistente specifica come rinforzo e riparazione di elementi strutturale o presidio di elementi non strutturali con problemi di antiribaltamento e antisfondellamento.

La rete Geo Grid 120 risulta molto maneggevole, facilmente lavorabile e installabile su qualsiasi geometria di supporto opportunamente preparato.

- Elevata durabilità grazie all'impiego di basalto ad elevata resistenza agli alcali, testata mediante severe prove di durabilità in ambiente salino e alcalino, gelo-disgelo ed elevata umidità;
- Installazione semplice e veloce; sia in verticale che in orizzontale la rete Geo Grid 120 risulta facilmente applicabile;
- Ideale per la riduzione della vulnerabilità sismica mediante la realizzazione di sistemi di presidio antiribaltamento delle tamponature;
- Ideale per la realizzazione di sistemi di presidio per solaio in laterocemento con problemi di sfondellamento.

Destinazione d'uso

- Sistemi di presidio per problemi di antiribaltamento di tamponamenti divisorii e di confine in edifici intelaiati in c.a. o in muratura;
- Sistemi di presidio per solai in laterocemento con problemi di sfondellamento;
- Idoneo in abbinamento agli speciali connettori a singolo e doppio fiocco realizzati dalla gamma di tessuti GeoSteel Hardwire™ e alle barre elicoidali Steel DryFix®.

Dati tecnici della rete	
Natura del materiale	basalto
Massa totale	≈ 130 g/m ²
Larghezza maglia	≈ 22x22 mm
Tensione a trazione media	$\sigma_{\text{filo}} > 1250 \text{ MPa}$
Modulo elastico medio	$E_{\text{filo}} > 56 \text{ GPa}$
Spessore equivalente della rete	$t_f \approx 0,032 \text{ mm}$
Carico a trazione per unità di larghezza	$F_{\text{rete}} \geq 30 \text{ kN/m}$
Deformazione a rottura	$\epsilon_f > 2,5\%$

Ulteriori avvertenze

- attenersi alle norme e disposizioni nazionali
- maneggiare il tessuto indossando indumenti protettivi ed occhiali ed attenersi alle istruzioni concernenti le modalità di applicazione del materiale
- contatto con pelle: non è richiesta alcuna misura speciale
- stoccaggio in cantiere: conservare in luogo coperto ed asciutto e lontano da sostanze che ne possano compromettere l'integrità e l'adesione con la matrice scelta
- in caso di necessità richiedere la scheda di sicurezza

Indicazioni d'uso

Preparazione

La rete Geo Grid 120 in fibra di basalto è pronta all'uso. La rete può essere tagliata mediante normali forbici da cantiere. Il tessuto anche se tagliato in strisce sottili, grazie alla particolare tessitura della rete, garantisce perfetta stabilità senza compromettere in alcun modo la lavorabilità del tessuto e la sua applicazione.

Preparazione dei supporti

Il supporto deve essere preparato e bonificato a regola d'arte seguendo le istruzioni riportate nella scheda tecnica della matrice con cui si realizza l'intervento, le indicazioni e le prescrizioni della D.L.

Applicazione

La realizzazione del rinforzo, riparazione strutturale o sistema di presidio con rete in fibra di basalto Geo Grid 120 e una matrice andrà eseguita, previa preparazione dei supporti secondo istruzioni delle rispettive schede tecniche dei prodotti coinvolti con l'applicazione di una prima mano di matrice, garantendo sul supporto una quantità di materiale

sufficiente (spessore medio 3 – 5 mm) per regolarizzare la superficie e per adagiare e inglobare la rete di rinforzo. Successivamente si procederà applicando, sulla matrice ancora fresca, la rete Geo Grid 120 in fibra di basalto, garantendo il perfetto inglobamento della rete nello strato di matrice, esercitando pressione energica con spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la matrice fuoriesca dalle maglie della rete, garantendo così un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice e una buona impregnazione della fibra. Nei punti di affiancamento laterale di due reti si procederà sovrapponendo due strati di rete in fibra di basalto per almeno 20 cm. Infine procedere, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore 2 – 5 mm) al fine di inglobare totalmente il rinforzo e sigillare eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca ripetendo esattamente le fasi sopra elencate. Se le opere sono a contatto permanente o occasionale con acqua, i cicli sopramenzionati vanno sostituiti con ciclo epossidico, poliuretano o con cemento osmotico in funzione delle esigenze di cantiere e prescrizioni di progetto. Per le specifiche tecniche, l'applicazione e preparazione della matrice, nonché quelle dei sistemi protettivi adeguati al tipo di matrice, consultare le relative schede tecniche.

1.3.10.5.4. Kerakover Eco Acrilex Primer

Primer fissativo eco-compatibile a base di microemulsione ad elevato potere legante. All'acqua, a basso contenuto di solventi, rispetta l'ambiente e la salute degli operatori. Kerakover Eco Acrilex Primer è idoneo per il consolidamento corticale, garantisce l'uniformità degli assorbimenti e l'omogeneità cromatica del successivo ciclo decorativo.

Aspetto	bianco lattiginoso
Massa volumica apparente	≈ 1 kg/l
Natura chimica	resine acriliche
Conservazione	≈ 18 mesi nella confezione originale
Avvertenze	teme il gelo, evitare insolazione diretta e fonti di calore
Viscosità	10 s - Tazza Ford 4
Confezione	taniche 1 - 5 - 10 l
Temperature limite di applicazione	da +5 °C a +30 °C
Umidità del supporto	≤ 6%
Tempo di attesa tra le mani successive	≥ 12 h
Resa media per singola mano	≈ 0,1 - 0,15 l/m ²
Rilevazione dati a +20 °C di temperatura, 65% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere.	

Ulteriori avvertenze

- attenersi alle norme e disposizioni nazionali
- controllare che il fondo sia perfettamente pulito, asciutto e assorbente
- in caso di dilavamento o asportazione per cause meccaniche riapplicare il prodotto
- superfici molto compatte con scarso assorbimento necessitano di una maggiore diluizione del prodotto
- in caso di necessità richiedere la scheda di sicurezza

Indicazioni d'uso

Preparazione dei supporti

Pulire accuratamente le superfici con mezzi appropriati, per togliere ogni traccia di sporco, polvere e tutte le parti non aderenti al supporto. Il supporto deve essere asciutto al momento dell'applicazione; in presenza di muffe, effettuare preventivamente un trattamento di bonifica con il prodotto Kerakover Eco Activ.

Preparazione

Kerakover Eco Acrilex Primer è pronto all'uso, può essere diluito fino ad un massimo di 1:2 in volume con acqua in funzione del potere assorbente del supporto. Su superfici molto assorbenti Kerakover Eco Acrilex Primer deve essere usato puro. Agitare bene la tanica prima dell'apertura per consentire la ridispersione omogenea del liquido.

Applicazione

L'applicazione si effettua uniformemente impiegando pennelli o rulli, in una o più mani, evitando colature, fino ad impregnazione del supporto, attendendo circa 12 ore tra una passata e l'altra. Le condizioni ambientali necessarie per poter eseguire la primerizzazione richiedono una temperatura dell'ambiente e del supporto compresa tra +5 °C e +30 °C e una umidità relativa dell'ambiente inferiore all'80%. In presenza di forte vento, pareti surriscaldate o pioggia incipiente, non applicare o sospendere l'applicazione.

Pulizia

Kerakover Eco Acrilex Primer si elimina da attrezzi e altre superfici lavando con acqua prima dell'indurimento finale.

Altre indicazioni

Valutare le condizioni stagionali d'applicazione (condizioni diverse di temperatura e umidità, comportano variazioni dei tempi d'asciugamento).

Approntare opportune coperture di protezione dei ponteggi e proteggere sempre le superfici non interessate dall'applicazione del prodotto.

Attendere 12 ore prima del successivo ciclo pittorico, o comunque fino a completa essiccazione del prodotto.

1.3.10.5.5. Kerakover Eco Acrilex Flex

Idropittura organica minerale eco-compatibile a base di resina elastomerica. Rispetta l'ambiente e la salute degli operatori.

Kerakover Eco Acrilex Flex è superlavabile ad effetto opaco, elimina le fessurazioni garantendo un'ottima elasticità, elevata resistenza alle alghe, funghi, muffe e agli agenti atmosferici. Specifico per calcestruzzo a norma EN 1504-2.

Aspetto	pittura bianca o colorata	
Massa volumica	≈ 1,39 kg/l	
Natura chimica	resina acrilica elastomerica	
Conservazione	≈ 18 mesi nella confezione originale	
Avvertenze	teme il gelo, evitare insolazione diretta e fonti di calore	
Viscosità	≈ 32000 cps, rotore 5 RPM 10	Metodo Brookfield
Temperature limite di applicazione	da +5 °C a +30 °C	
Umidità del supporto	≤ 6%	
Tempo di attesa tra 1^ e 2^ mano	≥ 12 h	
Diluizione con acqua tra 1^ e 2^ mano	max 10% in volume	
Essiccazione al tatto	≤ 1 h	
Resa per 2 mani su fondo	≈ 0,3 – 0,35 l/m ²	

finito a civile fino		
----------------------	--	--

Rilevazione dati a +20 °C di temperatura, 65% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere.
--

Ulteriori avvertenze

- attenersi alle norme e disposizioni nazionali
- verificare che il supporto non sia gelato
- proteggere le superfici dal sole battente e dal vento
- non aggiungere leganti o additivi
- proteggere dalla pioggia e da forte umidità le superfici tinteggiate nelle prime 48 ore dall'applicazione
- in caso di necessità richiedere la scheda di sicurezza

Indicazioni d'uso

Preparazione dei supporti

Le superfici da trattare devono essere perfettamente pulite con l'asportazione di tutte le parti ammalorate, di eventuali strati di vecchie pitture in fase di sfogliamento, della polvere o dei disarmanti. In presenza di depositi di muschi, licheni, alghe trattare la superficie preventivamente con il prodotto Kerakover Eco Activ e dopo 24 ore lavare con idropulitrice. La pulizia si esegue con spazzole metalliche e raschietti fino all'eliminazione totale degli strati di riporto non coesivi col fondo da pitturare. Un miglior risultato si ottiene con la sabbatura, l'idrosabbatura o il lavaggio con idropulitrice. Su superfici vecchie o nuove applicare sempre una o due mani di primer a base acqua Kerakover Eco Acrilex Primer per il miglioramento dell'adesione superficiale o a base solvente Kerakover Eco Acrilex Consolidante per il consolidamento in profondità dei supporti.

Preparazione

Kerakover Eco Acrilex Flex è pronto all'uso. Rimescolare sempre il prodotto prima dell'applicazione. In funzione delle applicazioni e del tipo di fondo, si può effettuare una diluizione con acqua pari al 5 - 10% in volume.

Applicazione

Kerakover Eco Acrilex Flex deve essere applicato accuratamente su tutta la superficie con pennello, rullo o a spruzzo in due mani, su supporti ben asciutti o con umidità non superiore al 6%. Le condizioni ambientali necessarie per poter eseguire la decorazione richiedono una temperatura dell'ambiente e del supporto compresa tra +5 °C e +30 °C e una umidità relativa dell'ambiente inferiore all'80%. Attendere minimo 12 ore fra le mani successive o comunque verificare la completa essiccazione del film. Evitare l'applicazione sotto l'azione diretta del sole. Dopo l'applicazione le superfici all'esterno devono essere protette da pioggia e umidità fino a completa essiccazione del film. Nel caso di utilizzo di diversi lotti di prodotto colorato o di completamento di un lavoro con prodotto eseguito a tintometro è consigliabile rimescolare tra loro le varie produzioni allo scopo di evitare leggere differenze di tonalità. Eseguire le continuazioni d'applicazione ad angolo.

Pulizia

La pulizia degli attrezzi da residui di Kerakover Eco Acrilex Flex si effettua con acqua prima dell'indurimento del prodotto.

Altre indicazioni

I colori riportati in cartella sono da considerarsi puramente indicativi. Si consiglia pertanto una prova preventiva di cantiere al fine di verificare l'esatta tonalità di colore e resa effettiva. Per tonalità brillanti o intense valutare la sensibilità ai raggi ultravioletti, così come riportato all'interno delle cartelle colori di riferimento e all'interno del nostro software GreenDesign. Tale informazione è riportata anche nella documentazione inviata in allegato alle campionature prodotto, o nella documentazione sviluppata dal settore tintometria, per l'invio delle formulazioni richieste.

1.3.11. ACCIAIO PER C.A.

1.3.11.1. GENERALITÀ

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. 14 gennaio 2008 in vigore.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

1.3.11.2. ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA – B450 - CONTROLLATO IN STABILIMENTO

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

1.3.11.3. RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTROSALDATE

Le reti saranno in barre del tipo B450, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 25 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto.

1.3.11.4. POSA IN OPERA

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto di quanto disposto negli elaborati progettuali.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

1.3.12. ACCIAIO PER CARPENTERIA

1.3.12.1. GENERALITÀ

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle norme di riferimento richiamate espressamente nelle relazioni di calcolo delle singole opere e nel Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio, per cui non sia applicabile la marcatura CE, dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'impresa dovrà emettere i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

1.3.12.2. COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali e al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

1.3.12.3. CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
- I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
- Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:
- D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

1.3.12.4. MONTAGGIO

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta 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 l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

- per le sagome. da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a 6 mesi.

Per ogni unione con-bulloni l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per le strutture metalliche delle barriere antirumore vale esclusivamente quanto riportato al capitolo 1.3.16 "Barriere acustiche".

1.3.13. ZINCATURA A CALDO DEGLI ACCIAI

La zincatura a caldo dovrà essere effettuata in conformità alla EN ISO 1461, nella quale vengono definiti gli spessori di rivestimento minimi previsti, riportati in forme tabellare in funzione dei differenti spessori del manufatto di acciaio zincato, per diversi tipi di pezzi trattati. Vengono parimenti indicati i metodi di prova per le verifiche di tali spessori ed la procedura di campionatura relativa. Inoltre, vengono stabiliti l'aspetto e le caratteristiche finali che la zincatura deve possedere.

ul rivestimento infatti dovranno essere assenti bolle, punte, aree scoperte, eccessiva ruvidità, residui di fluxante; eventuali presenze di ceneri o gocce di zinco, che dovranno necessariamente essere contenute per quanto le difficoltà di lavorazione lo permettano, devono trovarsi in posizioni tali da non interferire con l'efficace utilizzo del manufatto. Piccole rugosità superficiali, piccoli noduli di zinco saranno di norma tollerati.

Eventuali parti taglienti che possono costituire un rischio, dovranno essere rimosse. La norma UNI EN ISO 14713 rappresenta il riferimento generale per le proprietà del rivestimento di zincatura in termini di ambienti di utilizzo, durabilità e progettazione, nonché la qualità degli acciai da sottoporre a zincatura. Di regola, tutti gli acciai da costruzione possono essere zincati a caldo. Tuttavia alcuni elementi derivanti dal ciclo di produzione dell'acciaio possono alterare la formazione della lega ferro-zinco, come ad esempio silicio e fosforo.

Nei casi di strutture scatolari è necessario che durante l'immersione nel bagno di zinco esso possa penetrare liberamente e rapidamente all'interno dei profilati facendo in modo che nello stesso tempo venga eliminata del tutto l'aria all'interno delle strutture stesse. Ogni profilato dovrà permettere quindi, nello stesso momento l'entrata dello zinco e l'uscita dell'aria da apposite aperture praticate sul profilato stesso.

Per la rimozione di chiazze e strati contaminati, quali ruggine e calamina, prodotti dell'ossidazione ed altre sostanze estranee come saponi, oli, vernici, scorie di saldatura e residui di lavorazioni precedenti, di regola si dovrà sottoporre il pezzo da zincare a trattamenti chimici di sgrassaggio e decapaggio. In casi particolari, in cui i pezzi si presentino particolarmente contaminati o sporchi, si potrà ricorrere alla pulizia meccanica, attraverso molatura, spazzolatura o sabbatura.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici e di verifica della qualità, dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

Per le strutture metalliche delle barriere antirumore vale esclusivamente quanto riportato al capitolo 1.3.16 "Barriere acustiche".

1.3.14. VERNICIATURA DELLE CARPENTERIE METALLICHE

Tutte le strutture in acciaio al carbonio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di verniciatura definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbature 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 vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono le seguenti:

Ciclo "A"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

- **1° strato** - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (ZnCrO₄), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo legante	clorocauciù
- PVC % (concentrazione volumetrica del pigmento)	>= 36%
- % pigmenti sul totale polveri	>= 82%
- tipi di pigmento	minio - ZnCrO4
- legante secco %	25%
- spessore del film	80 : 100 u

- **2° strato** - Mano intermedia al clorocauciù pigmentata con: rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante	clorocauciù
- PVC %	>= 41%
- % pigmento sul prodotto finito	>= 14%
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco %	28%
- spessore del film	80 : 100 u

- **3° strato** - Mano di finitura: clorocauciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante	clorocauciù acrilica
- PVC %	>= 26%
- % pigmento sul prodotto finito	>= 26%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO2)
- legante secco %	33%
- spessore del film	40 u

Ciclo "B"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

- **1° strato** - Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO4 (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	>= 36%
- % pigmento sul totale polveri	>= 25%
- tipo di pigmento	cromato di zinco ZnCrO4
- legante secco %	26%
- spessore del film	30 : 40 u

- **2° strato** - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO2), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	>= 40%
- % pigmento sul totale polveri	>= 11%
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO2)
- legante secco %	26%

- spessore del film 80 : 100 u

- **3° strato** - Mano di finitura poliuretana 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):

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante	poliuretano
- PVC %	>= 16%
- % pigmento sul totale polveri	>= 26%
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂)
- legante secco %	39%
- spessore del film	30 : 40 u

Ciclo "C"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

- **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, silico-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 solfato di bario (BaSO₄) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri	>= 55%
- tipi di pigmento	ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati 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 secco	35 : 40 u

- **2° strato** - Mano intermedia oleofonica di colore differenziato dalla 1^a mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore 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.

Caratteristiche formulative della 2^a mano:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri	>= 55%
- tipi di pigmento	ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati 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 secco	35 : 40 u

- **3° strato** - Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3[^] mano:

- tipo di legante	alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri	>= 55%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂), ftalocianina blu
- % di TiO ₂ sul totale pigmenti	>= 30%
- legante secco (resina) %	>= 40%
- % olio nella resina secca	>= 60%
- spessore del film secco	35 : 40 u

- **4° strato** - Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4[^] mano:

- tipo di legante	alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri	>= 55%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO ₂), ftalocianina blu
- % 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 u

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi 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 20/01/1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n° 90 del 18/04/1988, 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. 20/02/1988 n° 141 (G.U. n° 05/05/1988).

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 Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive

1) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351, sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata (h)	Temperatura (°C)
Radiazione ultravioletta.....	6	60
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261-66).....	12	35
Corrosione in nebbia salina (U.N.I. 5687-73).....	12	35

Radiazione ultravioletta.....	6	60
Immersione in soluzione satura di CaCl ₂	12	35

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

Ciclo "A"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine	RO (ruggine assente)
Ciclo "B"	Blistering:	1° strato = 9M 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine	RO (ruggine assente)
Ciclo "C"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9F 3° strato = 9M 4° strato = 9F
	Ruggine	RO (ruggine assente)

4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo "A"	Gt0-Gtl	(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo "B"	Gt0	(stacco nullo)
Ciclo "C"	Gt0-Gtl	(stacco nullo al massimo del 5%)
Spessore films secchi:		
Ciclo "A"		1° strato = 90 u

	2° strato = 80 u
	3° strato = 40 u
Ciclo "B"	1° strato = 30 u
	2° strato = 90 u
	3° strato = 35 u
Ciclo "C"	1° strato = 35 u
	2° strato = 35 u
	3° strato = 35 u
	4° strato = 35 u

- 5) 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 in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.
- 6) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.
- 7) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino diametro 4 mm.
Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi (Tabelle n.5, n.6, n.7 allegate).

Prove di accettazione dei prodotti

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- 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);
- schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci.

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 fare 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 IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

Per le strutture metalliche delle barriere antirumore vale esclusivamente quanto riportato al capitolo 1.3.16 "Barriere acustiche".

1.3.15. MICROPALI

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d < 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;

- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, si utilizzerà il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, si utilizzerà il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

Si propone un sistema fondazionale per l'ambito 1a ed anche per un tratto singolare lungo l'ambito 1b in corrispondenza dell'attraversamento con il torrente Vecchio Dorgia, in grado di bypassare la struttura del muro collegando la barriera ad opere di fondazione profonde eseguite in corrispondenza dell'asse del muro. Le fondazioni consistono in micropali a lenta infissione: la tecnica consiste nell'infingere nel terreno un palo con armatura metallica di diametro 114,3x8 mm dotato di punta Ø150mm e da un compattatore a perdere flangiati di dimensioni maggiori dell'anima dell'armatura in modo da realizzare in fase di avanzamento il diametro previsto da progetto e concentrando in tal modo l'energia di spinta sulla sola punta; l'armatura viene infissa procedendo con spezzoni di lunghezza pari ad 1-2 m. Il foro viene stabilizzato successivamente mediante l'iniezione di boiaccia cementizia eseguita contemporaneamente all'infissione che andrà a riempire lo spazio anulare realizzato dal compattatore tra terreno e palo; viene così creato il copriferro necessario per impedire la corrosione del tubo di armatura. Il contrasto per ottenere la spinta viene ottenuto direttamente dal muro esistente, sul quale andrà a contrastare il pistone, sfruttando in tal modo come contrasto il peso della struttura stessa. Prima dell'infissione del palo sarà eseguito un foro lungo il muro mediante un carotiere di diametro 170 mm, consentendo il successivo inserimento della punta di diametro 150 mm e la formazione di un adeguato bulbo di fondazione.

1.3.15.1. PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova.

I pali prova, a cura e spese dell'Impresa, saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali con un minimo di un palo prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come da D.M. dell'11/03/1988, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; a prove di controllo non

distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese alle prove tecnologiche sopradescritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

1.3.15.2. PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

1.3.15.3. TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

1.3.15.4. TRACCIAMENTO

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

1.3.15.5. PERFORAZIONE

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da

consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

1.3.15.6. CONFEZIONE E POSA DELLE ARMATURE

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

1.3.15.6.1. Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali a aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

1.3.15.6.2. Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

1.3.15.7. FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

1.3.15.8. RIEMPIMENTO A GRAVITÀ

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10+15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

1.3.15.9. RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

1.3.15.10. INIEZIONE RIPETUTA AD ALTA PRESSIONE

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

1. riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;
2. lavaggio con acqua all'interno del tubo;
3. avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
4. lavaggio con acqua all'interno del tubo;
5. avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:
 - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
 - le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di apparecchio "contacolpi" al fine di verificare il numero di mandate necessarie per una corretta formazione del bulbo.

1.3.15.11. CARATTERISTICHE DELLE MALTE E PASTE CEMENTIZIE DA IMPIEGARE PER LA FORMAZIONE DEI MICROPALI

Rapporto acqua/cemento: < 0,5.

Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV;
- per le paste, 900 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42,5 o 42,5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

1.3.15.12. CONTROLLI

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

1. in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
2. in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $< 0,10$ m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro > 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e $2,65 \text{ g/cm}^3$ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

1.3.15.13. DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

1.3.16. BARRIERE ACUSTICHE

Tutti gli interventi di protezione acustica dovranno avere le caratteristiche di fonoisolamento e di fonoassorbimento previste dal progetto.

In riferimento alle norme specifiche sulle barriere acustiche (UNI EN 1793- 1 e UNI EN 1793-2), gli interventi di progetto dovranno essere di classe B3 per quanto riguarda l'isolamento e di classe A5 per quanto concerne l'assorbimento acustico.

Tali caratteristiche dovranno essere garantite dal fornitore con specifiche certificazioni redatte da laboratori qualificati, in riferimento alle norme UNI EN 1793-1 e UNI EN 1793-2, nei quali si attestati il raggiungimento degli standard prestazionali richiesti.

1.3.16.1. PARTICOLARITÀ COSTRUTTIVE DELLA BARRIERA

L'architettura e la geometria della barriera indicata negli elaborati grafici dovrà essere rigorosamente rispettata in fase di esecuzione. Qualora si rendano necessari adattamenti del profilo, si richiede la preventiva approvazione del progettista.

I materiali costituenti le barriere devono essere forniti nei colori previsti a progetto, scelti per una corretta integrazione dell'opera con l'ambiente circostante.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua.

In particolare per i pannelli composti l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli e non ristagnare sia fra pannello e pannello, sia tra pannello inferiore della parete e superficie di appoggio.

Le soluzioni costruttive dovranno consentire lo smontaggio integrale della barriera, per la sua successiva ricollocazione. I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico.

Dovrà essere garantito in fase di esercizio un sistema di sicurezza anti-smontaggio in grado di consentire la rimozione di qualsiasi elemento solo a scopo manutentivo e non per cause accidentali, nonché adottati accorgimenti tali da ridurre danni a persone e cose in caso di urto accidentale anche con veicoli.

Tutte le componenti metalliche della barriera devono essere rese equipotenziali e collegate all'impianto di messa a terra elettrico. Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento elettrico dell'impianto si dovrà fare riferimento alla Norma CEI 9.6 vigente.

Prima dell'installazione dovrà essere predisposto un mock-up di un tratto rappresentativo di barriera, precedentemente validato ai fini acustici secondo le condizioni del presente capitolato, in dimensioni reali, che consenta al progettista ed alla stazione appaltante di valutare ed approvare nel complesso le soluzioni costruttive e le finiture di tutti gli elementi tipologici che concorrono alla composizione del disegno complessivo della protezione antifonica.

1.3.16.2. PREQUALIFICA DEL SISTEMA ANTIRUMORE

I sistemi antirumore devono essere caratterizzati sia in termini di proprietà prettamente acustiche, descritte da alcune prestazioni funzionali (caratteristiche acustiche), sia in termini di proprietà meccaniche, di sicurezza, di compatibilità ambientale, ecc... (caratteristiche non acustiche).

L'insieme di queste caratteristiche, acustiche e non acustiche, deve essere opportunamente certificato, secondo le metodologie e le norme di riferimento di seguito esplicitate.

I sistemi antirumore stradali, in quanto rientranti fra i "dispositivi fissi per la circolazione", sono regolamentati dalla Direttiva Europea 89/106 CEE "Prodotti da Costruzione" (CPD) recepita a livello italiano dal DPR 246/93. Fondamento della direttiva

è il principio in base al quale i prodotti impiegati nelle costruzioni debbano essere dotati di caratteristiche idonee a garantirne la conformità ai seguenti requisiti essenziali:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di incendio;
- igiene salute e ambiente;
- sicurezza di utilizzazione;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico e isolamento termico.

Le norme armonizzate europee riguardano le caratteristiche intrinseche dei prodotti utilizzati e costituiscono il riferimento per il rilascio del marchio CE.

Pertanto, il "sistema barriera antirumore", costituito da diversi elementi (pannelli, montanti, guarnizioni, etc.), deve possedere i requisiti funzionali minimi dettagliati dalla norma armonizzata UNI EN 14388 (Road traffic noise reducing devices – Specifications) ed essere commercializzato come sistema omogeneo riportante la marcatura CE.

La marcatura CE si intende applicata al sistema barriera antirumore e non al singolo componente; inoltre la marcatura CE garantisce la conformità di un certo numero di prestazioni "minime" e non è quindi esaustiva di altre funzionalità o requisiti dettagliati dal presente Disciplinare al fine di tener conto di particolari situazioni di installazione dei prodotti.

La marcatura CE si riferisce pertanto ad un insieme di caratteristiche prestazionali che attestano la prequalifica del sistema antirumore. L'attestato di marcatura e relativi certificati di prova rilasciati da un laboratorio accreditato devono essere esibiti in fase di prequalifica, in ogni caso prima dell'inizio delle attività di cantiere.

Nei paragrafi seguenti sono trattate separatamente le singole caratteristiche prestazionali, indicando per ognuna le grandezze da verificare, corredate delle norme di riferimento secondo cui le prove devono essere eseguite.

In alcuni casi le norme di riferimento forniscono i valori minimi di accettazione e/o i criteri per la ripartizione in classi dei risultati ottenuti.

1.3.16.3. REQUISITI ACUSTICI, MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE E CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI

I requisiti acustici che i sistemi antirumore devono possedere all'atto della prequalifica si riferiscono alle cosiddette caratteristiche intrinseche.

Questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore, indipendentemente dall'ambiente in cui esso sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore; sono tali le proprietà di assorbimento o riflessione del suono (vedere UNI EN 1793-1 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 - prova in campo aperto), le proprietà di isolamento acustico per via aerea (vedere UNI EN 1793-2 - prova di laboratorio e UNI CEN/TS 1793-5 - prova in campo aperto) e, per le barriere con dispositivi aggiunti, le modalità di diffrazione al bordo superiore (vedere UNI CEN/TS 1793-4 - prova in campo aperto).

In fase di prequalifica prima della messa in produzione degli elementi costituenti le barriere antirumore, verrà realizzato un campione del "sistema antirumore" che verrà testato in ambiente libero, ovvero in un campo prove, dove siano assicurate le condizioni di propagazione del suono in ambiente non riverberato, in modo da valutare le seguenti prestazioni acustiche:

- indice di riflessione acustico DLRI, secondo la norma UNI CEN/TS 1793-5:2006 ;
- indice di isolamento acustico DLSI, secondo la norma UNI EN 1793-6:2013.

I risultati delle prove saranno sintetizzati con un indice unico di valutazione (per montanti, elementi acustici e sistema completo), pesando i risultati sulle singole bande di terzi d'ottava rispetto allo spettro normalizzato di rumore da traffico stradale riportato nella norma UNI EN 1793-3.

Il campione di barriera dovrà rappresentare compiutamente le varie tipologie di componenti e/o materiali costituenti la barriera di progetto (tipo di montanti, pannelli metallici, pannelli trasparenti, ecc....).

Nel caso di barriera composta da diverse tipologie di pannelli/montanti/ecc la misura degli indici di fonoisolamento DLSI e di riflessione (DLRI), dovrà essere misurata in diverse posizioni di misura, in modo da verificare le prestazioni delle principali composizioni. Prima dell'esecuzione delle prove l'impresa presenterà al Committente per approvazione una procedura descrittiva della prova e delle tipologie di barriere che intende testare come rappresentative degli interventi progettuali previsti.

Le prove in campo aperto sopracitate possono essere ripetute sulla barriera installata, su richiesta della Direzione Lavori, per valutare la corretta installazione (collaudo) o per valutare nel tempo il mantenimento delle caratteristiche iniziali.

A fini di collaudo i rilievi devono essere eseguiti in ragione di almeno un punto individuato dalla Direzione Lavori, per 2.000 metri lineari di barriera. Rispetto ai valori nominali di prequalifica è ammessa una tolleranza in difetto pari al 10% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DLRI, in ciascuna banda di 1/3 ottava, e a 2 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DLSI. Se previsto dal piano di manutenzione, le stesse procedure possono essere utilizzate per verificare la durabilità dei materiali impiegati, con riferimento all'invecchiamento (condizioni meteorologiche, effetti chimico-fisici). I rilievi devono essere eseguiti negli stessi punti su cui sono state effettuate le prove di collaudo in sito, a distanza di cinque anni dalla data di ultimazione dell'intervento. Rispetto ai valori nominali di prequalifica è ammessa una tolleranza in difetto pari al 20% per quanto riguarda l'indice di riflessione, DLRI, in ciascuna banda di 1/3 ottava, ed a 3 dB per quanto riguarda il fonoisolamento, espresso come DLSI.

1.3.16.4. ASSORBIMENTO ACUSTICO

Per assorbimento acustico si intende la capacità di ridurre l'energia sonora riflessa dal sistema antirumore. Le caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico, ovvero di riflessione del suono, sono determinate:

- in laboratorio in un campo sonoro diffuso, in conformità alla UNI EN 1793-1; viene misurato il coefficiente di assorbimento acustico α_S ;
- in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-5; viene misurato il reflection index, RI.

Entrambe le metodologie richiedono che le prestazioni siano valutate in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz e, successivamente, sintetizzate dall'indice unico di valutazione, che viene indicato come:

- DLa per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI EN 1793-1;
- DLRI per prodotti sottoposti a prova, in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

L'indice unico di valutazione viene calcolato in funzione dello spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3 e raggruppato per classi così come definite dalla norma UNI EN 1793-1.

Tale classificazione consente di definire un range di prestazioni del sistema antirumore come esplicitato qui di seguito:

Indice DLa (dB)	Categoria
-----------------	-----------

Non determinato	A0
< 4	A1
da 4 a 7	A2
da 8 a 11	A3
da 12 a 15	A4
> 15	A5

La categoria A0 è da intendersi riferita a sistemi antirumore per i quali la valutazione della caratteristica di fonoassorbimento non è rilevante. I pannelli metallici dovranno essere di categoria A5, e comunque rispettare le prescrizioni progettuali.

1.3.16.5. ISOLAMENTO ACUSTICO

Per isolamento acustico si intende la capacità di ridurre l'energia sonora trasmessa dal sistema antirumore.

Le caratteristiche intrinseche di isolamento acustico per via aerea sono determinate:

- in laboratorio in un campo sonoro diffuso, in conformità alla UNI EN 1793-2; viene misurato il potere fonoisolante, R;
- in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, in conformità alla UNI CEN/TS 1793-5; viene misurato il sound insulation index, SI.

Entrambe le metodologie richiedono che le prestazioni siano valutate in funzione della frequenza in bande di terzi di ottava da 100 Hz a 5 kHz e, successivamente, sintetizzate dall'indice unico di valutazione, che viene indicato come:

- DLR, per prodotti provati in accordo alla UNI EN 1793-2;
- DLSI, per prodotti provati in accordo alla UNI CEN/TS 1793-5.

L'indice unico di valutazione viene calcolato in funzione dello spettro di rumore da traffico stradale, riportato nella UNI EN 1793-3 e raggruppato per classi così come definite dalla norma UNI EN 1793-2.

Tale classificazione consente di definire un range di prestazioni del sistema antirumore come esplicitato qui di seguito:

Indice DLR (dB)	Categoria
Non determinato	B0
< 15	B1
da 15 a 24	B2
da 25 a 34	B3
> 34	B4

La categoria B0 è da intendersi riferita a sistemi antirumore per i quali la valutazione della caratteristica di fonoisolamento non è rilevante. I pannelli metallici dovranno essere di categoria B3, e comunque rispettare le prescrizioni progettuali.

1.3.16.6. REQUISITI STRUTTURALI

Premessa

I sistemi antirumore collocati in margine alle infrastrutture stradali sono sottoposti alle azioni meccaniche conseguenti al carico del vento, alla spinta aerodinamica dei mezzi in transito ed al peso proprio. Occasionalmente possono essere interessati da impatto di pietrisco e sottoposti al carico addizionale della neve espulsa dai mezzi di sgombero.

La norma di riferimento relativa alle caratteristiche strutturali dei sistemi antirumore è la UNI EN 1794-1. Si deve inoltre tenere conto dei criteri generali per la progettazione strutturale, riportati nelle Norme UNI EN dal numero 1990 al 1999 (Eurocodici) e ai relativi Documenti Nazionali di riferimento (DM 14-01-2008 "Norme tecniche per le costruzioni").

I sistemi antirumore dovranno essere posti in opera a una distanza sufficiente dalle barriere di sicurezza, tale da garantire il funzionamento indipendente dei due sistemi. Qualora il progetto preveda l'utilizzo di sistemi combinati di sicurezza ed antirumore, questi, oltre alle verifiche di conformità previste per le barriere antirumore, dovranno rispondere anche alla normativa vigente in materia di barriere di sicurezza stradale (D.M.21/6/2004, UNI EN 1317-1 e UNI EN 1317-2).

Requisiti meccanici

La norma UNI EN 1794 Parte 1 specifica i requisiti meccanici dei sistemi per la riduzione del rumore; tali sistemi sono soggetti alle tipologie di carico seguenti, come definite dalla stessa norma:

- carichi indotti dal vento (Appendice A);
- pressione dinamica dovuta al passaggio dei veicoli (Appendice A);
- neve (barriere non verticali - Appendice A);
- peso proprio (Appendice B);
- impatto di pietre (Appendice C);
- carichi indotti dalla rimozione della neve (Appendice E).

In particolare, anche nel caso in cui la barriera antirumore sia collocata su un ponte stradale, l'azione del vento da considerare per le verifiche di stabilità del sistema è ricavata dal documento nazionale di riferimento DM 14-01-2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e dal documento europeo ENV 1991-2-4 (Eurocodice 1: Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-4: Azioni sulle strutture - Azioni del vento).

Le combinazioni, la contemporaneità e i fattori di combinazione dei carichi elementari elencati sono definiti nelle norme di cui sopra.

La conformità di un sistema antirumore ai requisiti meccanici richiesti deve essere dimostrata da una relazione di calcolo, firmata da un professionista abilitato che se ne assume la piena responsabilità, quando tutti i fattori concorrenti, incluse le tipologie di vincolo, siano determinabili con affidabilità.

Prove

La verifica della conformità del sistema antirumore ai requisiti richiesti può essere ottenuta mediante prove, da condurre in accordo alla UNI EN 1794-1. E' richiesta la prova sperimentale in presenza di elementi acustici compositi (esempio lastra trasparente con cornice) e, in generale, quando alcuni fattori, come le caratteristiche di resistenza del prodotto, le tipologie di vincolo, etc., non possano essere determinati con piena affidabilità.

Qualora in progetto si preveda che, a causa della vicinanza della barriera alla corsia di marcia e della presenza di notevoli volumi di traffico, la barriera antirumore sia soggetta a fenomeni di fatica, occorre effettuare, oltre alla verifica della struttura portante, anche una verifica sperimentale del comportamento dei moduli acustici (pannelli o lastre trasparenti con relative cornici). Tale prova dovrà essere eseguita secondo procedure e modalità di carico concordate con il progettista, in funzione delle caratteristiche specifiche dell'opera da eseguire. Il resoconto di prova deve includere una descrizione completa delle condizioni di prova, inclusi i dettagli dei supporti, delle procedure seguite e del carico degli elementi; deve inoltre fornire tutte le informazioni richieste nell'Appendice A della UNI EN 1794-1.

1.3.16.7. REQUISITI DI SICUREZZA NELL'ESERCIZIO E COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Per quanto riguarda la sicurezza nell'esercizio, la normativa europea tratta i seguenti aspetti:

- comportamento degli elementi in presenza di fuoco;
- pericolo di caduta di parti di barriera in seguito a violenti urti;
- uscite di sicurezza;
- riflessione della luce e trasparenza.

Per quanto riguarda la compatibilità ambientale dei materiali impiegati valgono le normative e prescrizioni tecniche sulle proprietà intrinseche dei materiali utilizzati: atossicità, riciclabilità, smaltimento.

La compatibilità dei sistemi antirumore alle specifiche inerenti i temi sopraelencati viene valutata con riferimento alla norma tecnica UNI EN 1794-2.

1.3.16.8. SISTEMI ANTICADUTA E PERICOLO DI CADUTA DI FRAMMENTI

Frammenti di barriera, derivanti da rotture a seguito di impatti violenti, non devono costituire elementi di pericolo per gli occupanti dei veicoli o per altre persone poste in vicinanza della barriera.

Per i materiali fragili (esempio lastre trasparenti) è previsto l'impiego di sistemi di ritenuta dei frammenti (esempio lastre stratificate di sicurezza con intercalari ionoplastici). Inoltre è importante che a seguito di urti violenti i pannelli, pur rimanendo integri, non cadano creando pericoli per le persone, sia dal lato strada che dal lato porto. Per questo tipo di prodotti si ricorre in genere a sistemi di cavi di sicurezza che assicurano il pannello alla struttura portante della barriera. In generale quindi, nel caso di barriere posizionate su opere d'arte sovrastanti altre infrastrutture di trasporto o abitazioni, come anche nel caso di barriere poste nelle immediate vicinanze di abitazioni o di aree in cui è probabile lo svolgimento di attività umane, vengono definiti criteri di accettabilità e test da eseguire, secondo quanto riportato nell'allegato B della norma tecnica UNI EN 1794 - 2.

1.3.16.9. COMPORTAMENTO IN PRESENZA DI FUOCO

I sistemi antirumore possono essere esposti a fiamme provenienti dalla vegetazione secca o da altro materiale in stretta vicinanza. Fiamme di maggiore intensità possono levarsi come risultato di incidenti. La conformità di un sistema antirumore per infrastrutture di trasporto ai requisiti di resistenza all'incendio della macchia deve essere dimostrata da una prova sperimentale, conforme alla UNI EN 1794-2, appendice A.

Il campione sottoposto a prova deve avere la medesima composizione del sistema antirumore per infrastrutture di trasporto che verrà effettivamente installato; se, per esempio, si vuole caratterizzare la resistenza al fuoco di un sistema antirumore composto da pannelli di materiali differenti, posti a diverse altezze dal suolo, il campione in prova deve essere costituito da pannelli dello stesso tipo e con la stessa posizione relativa.

Poiché la prova specificata nella UNI EN 1794-2, appendice A, non sottopone alle medesime condizioni tutti i materiali di cui può essere composto un sistema antirumore (per esempio, in un sistema antirumore composto da pannelli di due materiali differenti, con cambiamento della tipologia a partire da 2 m dal suolo, i pannelli posti ad altezza maggiore non sono esposti alla fiamma di prova come quelli vicini al suolo) e poiché comunque tale prova non contempla aspetti quali la classe di reazione al fuoco dei singoli materiali componenti, la tossicità dei fumi sprigionati in presenza di combustione, ecc. essa deve essere intesa solo come un'attestazione convenzionale di alcune caratteristiche di prodotto.

Al fine di assicurare requisiti minimi di sicurezza in presenza di un elevato carico d'incendio, il presente Capitolato Speciale d'Appalto raccomanda l'applicazione dei seguenti criteri:

- i materiali, combustibili e non combustibili, utilizzati nella realizzazione dei sistemi antirumore non devono sviluppare in caso di incendio fumi densi e/o tossici né provocare la caduta di materiale infiammato o produrre gocce o fili incandescenti che possano essere trasportati dal vento.
- A supporto delle scelte tecniche di cui sopra, tutti i prodotti e/o componenti del sistema antirumore riguardo alla reazione al fuoco, devono essere testati e classificati in conformità alla UNI EN 13501-1.

1.3.16.10. RIFLESSIONE DELLA LUCE

Per angoli di incidenza specifici, la luce solare o quella dei corpi illuminanti dei veicoli riflettendosi sui sistemi antirumore, può produrre effetti di abbagliamento per gli utenti dell'infrastruttura, pregiudicando la sicurezza stradale. L'effetto dipende da parametri intrinseci dei prodotti da caratteristiche estrinseche dei siti di installazione.

Le norme tecniche non fissano pertanto un valore limite di riflessività. E' tuttavia richiesto che i prodotti siano testati così da poter disporre dei valori di riflessività determinati in condizioni normalizzate.

Per i sistemi antirumore per impieghi stradali o comunque in prossimità di strade i valori di riflessività sono misurati in conformità al metodo di prova prescritto dalla UNI EN 1794-2, appendice E.

1.3.16.11. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

Relativamente ai requisiti di protezione ambientale deve essere rilasciata una dichiarazione dal fornitore del sistema antirumore, per la quale è possibile eventualmente avvalersi delle attestazioni emesse dai produttori dei singoli materiali componenti. Le voci da esplicitare chiaramente e compiutamente sono di seguito riportate:

- elenco dei materiali costituenti il sistema antirumore, utilizzando la nomenclatura chimica ed evitando i nomi commerciali;

- elenco delle sostanze che risultano dalla decomposizione a seguito di esposizione naturale durante l'intera vita di servizio del sistema antirumore;
- elenco delle sostanze che risultano dall'esposizione al fuoco del sistema antirumore;
- elenco delle condizioni chimiche o fisiche che potrebbero determinare il rilascio nell'ambiente di sostanze potenzialmente nocive o tossiche per l'uomo e per l'ambiente;
- elenco dei materiali che possono essere riciclati, indicando in quale misura sono presenti ed eventuali limitazioni d'uso;
- elenco dei materiali riciclati e relativa percentuale;
- elenco dei materiali che devono essere smaltiti secondo particolari procedure, da indicare in dettaglio;
- elenco di eventuali benefici legati al riutilizzo dei materiali costituenti, indicando tutte le limitazioni esistenti alle condizioni di trasformazione.

1.3.16.12. REQUISITI DI DURABILITÀ E CRITERI DI MANUTENZIONE

Il sistema antirumore deve mantenere le prestazioni dichiarate (i requisiti funzionali strutturali ed acustici) per l'intera durata della vita utile.

Per la durabilità delle caratteristiche acustiche si fa riferimento alla prEN14389-1. Secondo questa norma è onere del produttore di sistemi antirumore dichiarare la durabilità delle caratteristiche acustiche di ogni tipologia di elemento prodotto.

La durabilità delle caratteristiche acustiche deve essere espressa dalla degradazione delle prestazioni (indice di valutazione di reflection index e sound insulation index), in decibel, in funzione degli anni di installazione della barriera.

Essa può essere stabilita in due modi:

- con soluzioni descrittive basate sull'esperienza pregressa;
- con prove prestazionali secondo la UNI CEN/TS 1793-5.

Relativamente alla durabilità delle caratteristiche non acustiche, con riferimento alla UNI EN 14389-2 che fornisce un'indicazione non vincolante, la durata della vita di servizio è posta pari a:

- 15 anni per gli elementi acustici;
- 30 per gli elementi strutturali.

Il produttore deve presentare per ogni tipologia di elemento acustico e strutturale una attestazione sulla durata della vita di servizio prevista, con la classificazione delle condizioni ambientali utilizzate per la valutazione, la specificazione delle procedure progettuali usate e le eventuali prove sperimentali.

A lavori ultimati deve essere predisposto un piano di manutenzione che specifichi tipologia e frequenza dei controlli da effettuare oltre gli interventi di pulizia ordinaria, rimozione dei graffiti ed in genere, lavori dovuti a cause accidentali.

Indicazioni sui requisiti di durabilità e manutenibilità delle opere in relazione ai diversi materiali impiegati sono contenute nel punto 0 relativo ai requisiti prescrittivi dei prodotti impiegati.

1.3.16.13. CARATTERISTICHE DEI PANNELLI E DEI MATERIALI COSTITUENTI LE BARRIERE

I componenti di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto possono essere realizzati con materiali di varia natura che devono garantire i requisiti prestazionali enunciati nel capitolo precedente.

Il presente capitolo, per le tipologie di prodotto finito comunemente utilizzate, specifica le caratteristiche fisiche e chimiche rilevanti dei materiali costituenti e definisce i rispettivi

valori di riferimento affinché il sistema antirumore mantenga le prestazioni dichiarate per l'intera durata della vita di servizio.

Viene inoltre elencata la documentazione ed i principali controlli che l'Appaltatore dei lavori è tenuta a consegnare a corredo dei materiali forniti a garanzia della conformità del prodotto al campione oggetto di prove di prequalifica.

Vengono trattati in sequenza i moduli acustici delle principali famiglie di materiali. Seguono gli elementi strutturali, le guarnizioni ed i sigillanti, gli accessori metallici.

1.3.16.13.1. Pannelli metallici lato ferrovia

Si tratta di elementi acustici costituiti da uno o più gusci in lamiera metallica con eventuali nervature di irrigidimento, in genere preassemblati fino a costituire un pannello scatolato.

Il guscio metallico può essere realizzato in lega di alluminio, in acciaio o in altro metallo, adeguatamente protetto contro la corrosione.

Al suo interno è inserita una stratificazione di materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi o fibrosi che sfruttano fenomeni di attrito e risonanza.

Nella proposta migliorativa è stato previsto di realizzare i pannelli metallici fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera antirumore in una particolare lega di alluminio più adatta e resistente all'impiego in ambiente marino.

Tale scelta risulta sicuramente migliorativa rispetto a quanto al PBG in cui si prevedono dei pannelli in acciaio zincato, un materiale che anche se protetto da un sottile strato di zinco, per le sue componenti ferritiche, col tempo e soprattutto se esposto in ambienti aggressivi, arrugginisce inevitabilmente.

Rispetto all'acciaio, l'alluminio risulta molto più resistente alla corrosione e fra le varie tipologie di lega esistenti in commercio, sarà impiegata in particolare la Lega 5754 che, come dimostra la tabella di seguito riportata in cui vengono classificate le attitudini generali delle leghe in alluminio, per l'utilizzo in ambiente marino, in una scala che va da A (molto buono) a D (cattivo), viene classificata in categoria "A" (molto buono).

Alliage - Etat		Component à l'atmosphère	
		Général	Marine
Alloy - Temper		Atmospheric corrosion resistance	
		Normal atm.	Marine env
5086	0	A(**)	A(**)
	H116	A(**)	A(**)
5454	0	A	A
	H34	A	A
5754	0	A	A
	H24	A	A
6005A	T6	A	B
6060	T5	A	B
6061	0	A	B
	T6	A	B
6082	0	A	B
	T6	A	B
6106	T5	A	B
7020	T5	B***	C***
7075	T6	C****	D****
7049A	T6	C****	D****

Code: A= très bon; B= bon; C= assez bon; D= mauvais, à éviter

Caratteristiche del guscio in alluminio

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche minime raccomandate per il guscio in alluminio unitamente al metodo di verifica a cui il materiale deve essere sottoposto.

Lo stato fisico dell'alluminio, indipendentemente dal tipo di lega, deve essere tale da permettere la formabilità a freddo senza che siano compromesse le caratteristiche meccaniche (per esempio a causa della formazione di cricche).

Nella realizzazione di giunzioni metalliche occorre evitare il problema della corrosione per contatto bimetallico.

È raccomandato l'impiego di lamiere bocciardate che consentono di mascherare eventuali piccoli danni arrecati al prodotto durante il montaggio o nella sua vita operativa. La lega di alluminio non deve essere stabilmente in contatto con materiale di diverso potenziale elettrico al fine di prevenire fenomeni di corrosione per effetto galvanico.

Al fine di assicurare lo smorzamento meccanico del materiale ed incrementare le proprietà fonoisolanti del pannello è possibile applicare sulla lamiera non forata una guaina smorzante avente massa areica non inferiore a 5 kg/mq. Di questa guaina occorre controllarne le modalità applicative per garantire la completa adesione alla superficie metallica. Il materiale costituente, in genere di tipo elastomerico, deve assicurare il mantenimento delle caratteristiche elastiche nel range di temperature di impiego dei pannelli.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dei gusci metallici dei pannelli scatolati		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Percentuale di foratura della lamiera (lato sorgente)		$30\% \leq pf \leq 40\%$
Lega di alluminio – tipologia	UNI EN 573-1	Lega Al-Mg-Mn del gruppo 3xxx
Lega di alluminio – spessore Minimo		1,2 mm

Il film di vernice deve inoltre rispondere alle caratteristiche riportate in tabella. Al fine di garantire l'integrità dello strato protettivo si raccomanda che le operazioni meccaniche di foratura siano effettuate prima dell'esecuzione del trattamento. È pertanto da escludere l'impiego di coils preverniciati per la realizzazione dei pannelli.

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dei prodotti vernicianti		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Valutazione dello spessore del film di vernice	UNI EN ISO 2360	$> 60 \mu\text{m}$
Determinazione della brillantezza (con luce incidente a 60°)	UNI EN ISO 2813	30 ± 5 gloss
Valutazione del grado di aderenza	UNI EN ISO 2409	Classe 0 (nessun distacco)
Valutazione della resistenza all'urto	UNI EN ISO 6272	Nessun distacco o fessurazione

Prova di resistenza alla corrosione in camera a nebbia salina neutra	UNI ISO 9227	Dopo 1500 h di esposizione l'arruggimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 16 mm ² per un taglio di 100 mm, con un massimo di 4 mm per ogni infiltrazione. Non è ammessa altra alterazione visibile o perdita di aderenza.
Determinazione della resistenza all'umidità	UNI EN ISO 6270-1	Dopo 1500 ore di esposizione, nessuna formazione di bolle e penetrazione < 1 mm

1.3.16.13.2. Pannelli trasparenti in vetro

Le lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele, e dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia.

I pannelli devono essere realizzati con vetri di sicurezza stratificati, costituiti da lastre del tipo extra-chiaro, due temperate di 10 mm con interposto intercalare ionoplastico, dello spessore minimo di 1,52 mm tipo PVB, complete di molatura a filo lucido su tutti i lati.

Description		Plastic Film
		PVB
Technical Data	Density	1.07 g/cm ³
	Bonding Temperature	140 C°
	Flow Temperature	90 C°
	Flow Rate	0.4 cm ³ /s C°
	Haze Rate	0.4%
	Visible Light Transmission	≥ 88%
	UV Screening	99%
	Luminous Efficiency	88%
	Water Absorption (23°C for 24 hrs)	3.6%
	Tensile Strength at Break	339 kg/cm ²
	Elongation at break	455 kg/cm ²

Per i pannelli in corrispondenza delle alberature l'intercalare da impiegare dovrà essere del tipo SG.

SentryGlas® Plus	PVB
<ul style="list-style-type: none"> Nuova struttura chimica: Assenza di plasticizzante Rigidità: 100 volte superiore al PVB (temperatura ambiente) Resistenza allo sforzo di taglio: 5 volte superiore al PVB (temperatura ambiente) 	<ul style="list-style-type: none"> Polivinilbutirale Il plasticizzante impartisce al materiale un comportamento simile alla gomma e caratteristiche meccaniche tipiche del PVB Comportamento viscoelastico Temperatura di transizione vetrosa

<ul style="list-style-type: none">• Comportamento elastoplastico• Temperatura di transizione vetrosa ~ 55°C.	~ 18 - 23°C.
---	--------------

Nella progettazione delle barriere acustiche con pannelli trasparenti occorrerà prestare particolare attenzione a minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito. La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune serigrafie. Le lastre stratificate dovranno essere termicamente sottoposte a trattamento "heat soak" (HST) conformemente alla EN 14179.

Una particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle guarnizioni tra pannello e pannello e tra pannello e montante.

Le lastre saranno vincolate lateralmente mediante l'inserimento in apposita sede ricavata nei montanti in acciaio e previa interposizione di guarnizione in EPDM o neoprene, compatibile con la lastra avente una forma tale da evitare che fuoriescano durante la vita di esercizio e avere internamente una geometria tale da consentire la dilatazione ed il ritiro della lastra in vetro. Tutti i giunti orizzontali tra vetro/vetro dovranno risultare sigillati mediante siliconatura applicata previa pulizia accurata della superficie.

La guarnizione tra pannello e montante dovrà essere preferibilmente in EPDM di durezza 70 +/-5 shores.

Dovranno comunque essere soddisfatti i requisiti prestazionali riportati nella norma UNI-EN 1794 parti 1 e 2, relativamente alla resistenza ai piccoli impatti e la pericolosità dei frammenti derivanti da rottura dei pannelli. Il vetro dovrà inoltre presentare alta resistenza all'abrasione e consentire un'agevole rimozione di eventuali scritte vandaliche. Tutte le parti in vetro, infatti, dovranno essere sottoposte ad un particolare trattamento "easy clean" ed antigraffiti che riduce l'aderenza di particelle di sporco sulle superfici. Gli effetti idro e oleo fobici del trattamento riducono l'adesione al substrato di particelle contaminanti quali grasso, olio, calcare e materiali derivati da inquinamento ambientale permettendone una facile rimozione senza l'utilizzo di agenti abrasivi.

Caratteristiche specifiche del trattamento:

- Elevata idrofobicità
- Elevate proprietà anti aderenti
- Caratteristiche antigraffiti
- Eccellenti risultati e facilità di pulizia su superfici contaminate e incrostazioni calcaree - Invisibile (spessore rivestimento: 100-150 nm)
- Duraturo (Stabile ai raggi UV, elevata resistenza alle abrasioni)
- Resistente alle variazioni termiche
- Traspirante
- Resistenza chimica (ad eccezione di valori elevati a pH 13 o 14)

Metodo di prova del vetro stratificato con intercalare SG (SentryGlas®Plus)

Descrizione del test:

il vetro viene rotto dall'impatto di asta in legno sparata da un cannone ad una determinata velocità.

- Dimensioni dell'asta: 0.05X 0.1 X 2.4 m, peso 4 kg;
- Velocità 56 Km/ora.

Cicli in pressione e depressione: 4,500 cicli in pressione e 4500 in depressione. La pressione è data dalla forza del vento di progetto.

Invecchiamento/durabilità: requisiti del Dade County.

1.3.16.13.3. Materiale fonoassorbente

Il materiale fonoassorbente inserito nel guscio metallico è in genere costituito da materassini di materiale fibroso (lane minerali o fibra di poliestere). Per la fibra in poliestere termo legata deve essere garantita l'assenza di collanti termoindurenti nei materiali costituiti da fibre plastiche. Per aumentare la durabilità ed evitare impregnazioni il progetto del guscio metallico deve prevedere accorgimenti e soluzioni atte a garantire l'evacuazione dell'acqua. Ad ulteriore garanzia per le lane minerali occorre prevedere una membrana microporosa ed idrorepellente, posizionata sulla superficie del materassino rivolta verso la sorgente del rumore. Il materiale deve risultare imputrescibile, inerte agli agenti atmosferici e non infiammabile. Per le fibre minerali (roccia o vetro) deve essere esclusa la classificazione di sostanza pericolosa in relazione a quanto previsto dalla Direttiva 97/69/CE del 5/12/97. Per assicurare le proprietà acustiche, di resistenza e di durabilità, i materiali fonoassorbenti fibrosi utilizzati devono soddisfare i requisiti riportati in tabella.

Valori raccomandati di alcune proprietà relative ai più diffusi fonoassorbenti fibrosi presenti negli elementi acustici		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Spessore strato		> 50 mm
Diametro medio delle fibre	UNI 6484	> 6 µm
Massa volumetrica apparente	UNI 6485	Lana di roccia: $90 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 180 \text{ kg/m}^3$ Lana di vetro $40 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 60 \text{ kg/m}^3$ Fibre di poliestere $30 \text{ kg/m}^3 \leq M_{va} \leq 60 \text{ kg/m}^3$
Grado di igroscopicità	UNI 6543	<0.2% in volume con tempo di prova: 1giorno
Classe di reazione al fuoco (nel caso di installazione in galleria)	EN 13501-1	Contributo al fuoco: A1 e A2 (non combustibili) Densità dei fumi s1 (assenza di fumi) Gocce incandescenti: d0 (assenza di gocce entro 600s)

Per quanto riguarda le proprietà di resistenza all'acqua, resistenza al calore ed ancoraggio del materiale fonoassorbente, non esistono metodi di prova normalizzati. Nella tabella sono riportati i metodi di prova da seguire per la valutazione delle proprietà testé citate ed i valori di riferimento raccomandati.

Metodi di prova non normalizzati e relativi valori di riferimento		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Resistenza all'acqua	Si pone un provino del materiale in esame, di dimensioni 100 mm x 100 mm e stesso spessore di quello effettivamente utilizzato, completamente immerso in acqua distillata per 24 h a temperatura ambiente.	Al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti né colorazione del provino e dell'acqua.

Resistenza al calore	Si pone un provino del materiale in esame, di dimensioni 100 mm x 100 mm e stesso spessore di quello effettivamente utilizzato, in una stufa ad 80° C per 24 h poggiandolo su una delle due facce.	Al termine della prova non devono essere avvenute variazioni di lunghezza o larghezza del provino superiori a 5 mm, né variazioni di spessore superiori ad 1 mm.
Ancoraggio del materiale fonoassorbente	L'elemento acustico, o una sua porzione significativa, disposto in posizione verticale, è sottoposto per 24 h a vibrazione, anch'essa verticale, con livello di accelerazione di 123 dB nell'intervallo di frequenza compreso tra 1 e 80 Hz. La vibrazione deve essere trasmessa all'elemento in prova imponendo una scansione a passi di 1 Hz, riproducendo un ciclo completo di scansione ogni 12 minuti (9 s per singola frequenza)	Al termine della prova, il materiale fonoassorbente deve risultare privo di sfaldamenti ed ancora saldamente ancorato alla struttura.

1.3.16.13.4. Accessori

Tutti gli elementi metallici non precedentemente esaminati (bulloneria, rivetti, rondelle elastiche e non, piastre di base dei montanti, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461/99, per uno spessore non inferiore a 60 micron (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti).

Per quanto riguarda i tirafondi, questi devono essere costituiti da barre filettate in acciaio di caratteristiche di resistenza non inferiore alla classe 8.8 secondo UNI EN 898 parte I (riferimento UNI 5712) con dadi di classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II (riferimento UNI 5713). In alternativa, possono essere utilizzati ancoraggi.

La bulloneria ad alta resistenza per le unioni acciaio-acciaio deve essere conforme per le caratteristiche dimensionali delle viti alle UNI EN 898-1 riferimento UNI 5712 e per quelle dei dadi alle UNI EN 20898-2 riferimento UNI 5713, appartenenti alla classe 8.8 e 8 della UNI 3740. Le rosette metalliche devono essere in acciaio C50 UNI EN 10083-2/UNI 5714 temprato e rinvenuto (HRC 32÷40).

I sigillanti e le guarnizioni devono garantire nel tempo l'ermeticità acustica e deve quindi resistere all'invecchiamento da agenti naturali (raggi UV, variazioni di temperatura, ecc.). Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento.

Tutte le minuterie dei sistemi di fissaggio dei pannelli metallici lato strada, dei vetri e dei pannelli di verde verticale, nonché qualunque bulloneria e/o perno in vista dovranno essere realizzati in acciaio INOX AISI 316.

1.3.16.13.5. Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto è previsto nelle relazioni tecniche e di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14 febbraio 1992 sopraccitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore a 6 mesi.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata.

1.3.16.13.6. Lamiera architettoniche microforate fonoassorbenti lato strada

Il rivestimento nell'ambito progettuale 1A sarà costituito da lamiera architettoniche in alluminio lega EN-AW 1050 H0, forata con processo di stiratura/stropicciatura e da un telaio perimetrale in alluminio lega EN-AW 6063 T66 con funzione di contenimento del coibente.

Il suddetto coibente sarà realizzato in fibra di poliestere, con caratteristiche conformi a quanto previsto al paragrafo 1.3.16.13.3

Sia il telaio che la lamiera saranno verniciate con pretrattamento SEA SIDE, di seguito descritto.

TRATTAMENTO SEA SIDE

Attraverso il pretrattamento SEASIDE, le superfici vengono maggiormente attaccate con acido per proteggere il materiale e la verniciatura da osmosi o corrosioni.

Si allega di seguito un estratto delle severe specifiche del marchio QUALICOAT con indicati i vari passaggi del pre-trattamento SEASIDE:

Sono stati definiti due tipi di trattamento preliminare:

a) Pretrattamento standard (obbligatorio)

Il grado di attacco totale deve essere di almeno 1.0 g/m².

b) Pretrattamento SEASIDE (facoltativo)

Il grado di attacco totale deve essere di almeno 2.0 g/m².

I seguenti tipi includono sgrassaggio o in uno stadio indipendente oppure in uno stadio combinato sgrassaggio/attacco.

- **Tipo A: attacco acido**

- Tipo A1: Semplice attacco acido

- Tipo A2: attacco acido + acido
 - **Tipo AA: doppio attacco**
 - Tipo AA1: attacco alcalino* + acido*
 - Tipo AA2: attacco acido + alcalino* + acido*
- * Gli stadi indicati devono avere almeno 0,5 g/m² di attacco.

1.3.16.13.7. Tubolari architettonici in alluminio

I tubolari architettonici devono essere realizzati in alluminio lega EN-AW 6060 e verniciati con un ciclo di pretrattamento SEASIDE.

1.3.16.13.8. Pareti verdi verticali

I pannelli di rivestimento verticale con elementi vegetali vivi alloggiati in elementi scatolari reticolari in substrato di sfagno naturale secondo le indicazioni ed i parametri del brevetto Végétalis® saranno realizzati come di seguito descritto:

- struttura di sostegno verticale composta da elementi in ferro presso piegato a "U", con specifiche asole di sostegno per pannello ed asole per fissaggio a parete, compreso processo di zincatura a caldo secondo norma UNI EN ISO 1461. di 70 x 70 mm spessore 4 mm di altezza proporzionale alla parete vegetale
- pannello in rete elettrosaldata per ancoraggio elementi scatolari; rete a maglia 100x100 mm, filo diam 8, di larghezza tale da assicurarne l'aggancio su tre montanti verticali. Caratteristiche del filo: filo trafilato crudo sezione 8,00 mm, con presenza di carbonio non superiore al 0,08%, certificato alla produzione con prova di resistenza meccanica a trazione non inferiore a 500 N/mm². Caratteristiche meccaniche della rete: resistenza alla trazione su direzioni ortogonali non inferiore al 60% della resistenza alla trazione certificata per il filo. Trattamento protettivo: zincatura a caldo conforme alla norma UNI EN ISO 1461
- elementi scatolari tipo "Greenbox®" per il contenimento dei vegetali; realizzati con ferro tondo sezione mm 3,00 a costituire contenitori di lunghezza standard di mm 403, altezza mm 403 e profondità mm 90. Trattamento protettivo: zincatura a caldo conforme alla norma UNI EN ISO 1461 oppure zincatura galvanica conforme alle norme ISO2081+4520. I Greenbox sono fissati alla rete di supporto a mezzo ganci predisposti. Resistenza del sistema di aggancio a trazione non inferiore a kg 100.
- substrato organico di coltivazione in sfagno vegetale puro a fibra lunga, disposto a riempimento dell'elemento scatolare, opportunamente compresso ed inumidito prima dell'impianto vegetale.
- Impianto di fertirrigazione a goccia costituito da:
 - rete distributiva a parete in tubi in PE agganciati al pannello a mezzo specifiche piastre reggitubo
 - ala gocciolante AC16-1.2 – 15cm disposta in sommità agli elementi scatolari
 - banco di irrigazione e dosaggio fertilizzanti di tipo proporzionale

Per gli aspetti relativi alla componente vegetazionale si rimanda alle specifiche sezione del presente capitolato.

1.3.16.13.9. Rivestimento fonoassorbente in argilla espansa

Il rivestimento fonoassorbente a faccia-vista e idrorepellente è previsto in argilla espansa vibrocompressa dello spessore di cm 15, autoportante, realizzato con elementi con Marchio CE in conformità alla norma 771-3, prodotti da azienda certificata UNI-EN-ISO-9001, colorati a base di ossido, colori a scelta della D.L. (tipo blocchi "Fonoleca Quadro" della Edil Leca), posti in opera con malta M5 impermeabilizzata, eventualmente colorata. L'elemento si presenta sottoforma di piastra con dimensioni modulari pari a cm. 15x50x50, con una superficie fortemente sagomata a forma tronco-conica con n. 25

cavità, di cui 16 aventi lato pari a mm 57 per una profondità di 80 mm, e n. 9 cavità aventi lato pari a 57 mm per una profondità di 20 mm; le cavità permettono di ottenere uno sviluppo di superficie superiore a 1,8 volte il prospetto dell'elemento ed agiscono da camere acustiche in cui le onde sonore convogliate dalle rientranze vengono smorzate ed assorbite nelle porosità del conglomerato.

Le sagomature aumentano la superficie fonoassorbente ottimizzando il processo; è compresa la fornitura di ferramenta di collegamento alla struttura in ragione di n. 4 staffe inox (aisi-304) a metro quadrato e la sigillatura dei giunti di controllo e di traliccio zincato tipo "Murfor" larghezza 10 cm ogni fuga orizzontale di malta.

Il materiale adottato, se diverso da elementi fonoleca quadro, dovrà garantire le medesime prestazioni di fonoassorbimento (sono ammessi scostamenti non inferiori al 5%).

L'impasto di calcestruzzo poroso di argilla espansa, reso idrorepellente nella sua massa da adeguati prodotti idrofughi, deve essere resistente alle intemperie, ai raggi U.V. e agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche; deve avere una massa volumica non superiore a 1400 kg/m³ e una resistenza media a compressione misurata su cubetti stagionati con lato mm 100 non inferiore a 5 N/mm² (norma UNI 6130).

Gli elementi vengono fissati al muro in calcestruzzo mediante viti e tasselli inox di adeguato diametro e lunghezza, completi di distanziatori in neoprene dello spessore di mm 30 in modo da formare una intercapedine d'aria tra il rivestimento ed il muro.

L'elemento fonoassorbente deve inoltre consentire l'eventuale applicazione di un trattamento con vernice silossanica per impedire la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale, tale trattamento non deve alterare il coefficiente d'assorbimento acustico.

La protezione della superficie deve impedire l'assorbimento delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale.

La protezione nei confronti degli agenti atmosferici potrà essere realizzata in tempi successivi al processo produttivo, mediante trattamenti superficiali, effettuati in stabilimento o in cantiere, con impiego di una soluzione composta di acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

Questo tipo di applicazione, avendo effetti sul fonoassorbimento del manufatto, comporta la certificazione di questa caratteristica per il pannello verniciato.

Nel caso di realizzazione del pannello stratificato con la tecnica del fresco su fresco, le caratteristiche dell'argilla espansa sono riportate nella tabella seguente:

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà dell'argilla espansa in granuli utilizzata in conglomerati cementizi non strutturali		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica in mucchio dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	350 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 850 kg/m ³
Diametro massimo dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	12 mm ≤ Dmax ≤ 20 mm
Dosaggio del cemento (pozzolanico o Portland) per metro cubo di impasto		200 kg/ m ³ ≤ Dosaggio ≤ 350 kg/ m ³
Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa	UNI 7548-2	≤ 1200 kg/m ³

Spessore dello strato di calcestruzzo poroso		≥ 40 mm
Resistenza media a compressione del calcestruzzo di argilla espansa misurata su cubetti stagionati con lato di 100 mm	UNI EN 1345	≥ 5N/mm ²

Nel caso di posa di blocchi di argilla espansa vibro compressi solidarizzati ad uno strato portante in calcestruzzo le caratteristiche dell'argilla espansa sono riportate nella tabella seguente:

Metodi di prova e valori raccomandati di alcune proprietà degli elementi vibro compressi fonoassorbenti in calcestruzzo di argilla espansa da solidarizzare ad una struttura portante		
Caratteristica	Metodo di prova	Valore di riferimento
Massa volumica in mucchio dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	500 kg/m ³ ≤ M _{va} ≤ 800 kg/m ³
Diametro massimo dei granuli di argilla espansa	UNI EN 13055-1	≤ 20 mm
Dosaggio del cemento (pozzolanico o Portland) per metro cubo di impasto		≤ 200 kg m ³
Massa volumica del calcestruzzo di argilla espansa	UNI 7548-2	≤ 1200 kg/m ³
Spessore dello strato di calcestruzzo poroso		≥ 80 mm

1.3.16.13.10. Montanti metallici

I montanti devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S355JR per elementi saldati, in accordo alla norma UNI EN 10025. Tali elementi saranno zincati a caldo per immersione in accordo alla norma UNI EN ISO 1461, per uno spessore non inferiore a 85 micron. previo ciclo di sabbiatura Sa 2-1/2 oppure trattamento di decapaggio chimico.

I montanti, dopo la zincatura, dovranno subire un ulteriore trattamento della superficie che prevede l'applicazione di un ciclo di verniciatura idoneo all'ambiente atmosferico più severo tra quelli che interessano lo sviluppo lineare dell'intero intervento.

I montanti di cui agli ambiti progettuali 1A,1B e 2 saranno verniciati con un ciclo avente le caratteristiche prestazionali previste dalla classe di corrosività C5-M (zone costiere ad alta salinità, ad una distanza dalla costa inferiore a 500 m) in accordo alla UNI EN ISO 12944-2, classe di durabilità alta in accordo alla UNI EN ISO 12944-1.

Si riportano di seguito le caratteristiche del ciclo utilizzato.

Ciclo omologato FS N° 36/ V (spessori maggiorati)

(resistenza in camera umidostatica secondo ISO 6270 > 1.000 h)

- primer: Pittura Epossidica: 100 micron
- finitura: Smalto Acrilico 50 micron

Per i collaudi dei materiali sia in fase di approvvigionamento sia durante le fasi di zincatura e verniciatura vale quanto indicato al paragrafo 1.3.16.15 "Controlli in fase di produzione".

1.3.16.14 SOLUZIONI PROGETTUALI ED ACCORGIMENTI PER EVITARE FENOMENI DI CORROSIONE GALVANICA E DA CORRENTI VAGANTI

Le barriere antirumore oggetto dell'appalto, nel contesto urbano-ferroviario di progetto, possono essere esposte a tre principali tipologie di corrosione:

1. corrosione atmosferica: dovuta all'esposizione dei materiali con l'ossigeno e l'umidità presenti nell'aria;
2. corrosione galvanica: generata dal diverso potenziale elettrochimico dei materiali metallici a contatto fra loro;
3. corrosione da correnti vaganti: generata dal passaggio di elettricità nel circuito creato dai tirafondi annegati nelle opere di fondazione in genere.

Se per proteggere gli elementi metallici dalla corrosione atmosferica sono stati previsti, come già descritto in precedenza, idonei trattamenti superficiali e tipologie di materiali più resistenti in ambienti aggressivi, le corrosioni di tipo galvanico e da correnti vaganti saranno invece evitate con opportune soluzioni tecniche/progettuali di seguito illustrate.

1.3.16.14.1 Protezione dalla corrosione galvanica

In generale nel contatto fra materiali diversi si corrode (diventa anodo) quello che è più in basso nella scala galvanica, ovvero che presenta un potenziale elettrochimico di riduzione più basso (materiale meno nobile). Questo è vero se si escludono considerazioni relative alle dimensioni delle superfici dei due metalli considerati. Ad esempio un fissaggio di alluminio su un elemento in acciaio inox si corrode molto in fretta; al contrario un fissaggio in acciaio inox su una superficie di alluminio non comporta problemi di corrosione galvanica per l'elemento di alluminio meno nobile.

A titolo di esempio, si riporta una tabella con i valori di potenziale elettrochimico dei metalli e una tabella sinottica di possibili accoppiamenti:

Metallo	E_f (V)
Alluminio	- 1,60
Zinco	- 0,76
Ferro	- 0,44
Stagno	- 0,14
Rame	+ 0,34
AISI 304	+ 0,75

In sostanza volendo semplificare è nota la validità dei seguenti accoppiamenti:

	Acc. Inox	Acc. Zinc.	Alluminio	Rame	Stagno
Acc. Inox	O	■	■	■	▼
Acc. Zinc.	■	O	■	X	▼
Alluminio	■	■	O	X	▼
Rame	▼	X	X	O	▼
Stagno	▼	▼	▼	▼	O

Dove:

- Accoppiamento sempre possibile
- ▼ Accoppiamento sempre possibile a meno di condizioni molto aggressive (es. immersione in acqua marina)
- Accoppiamento possibile in ambiente non aggressivo e sostanzialmente asciutto. Se il contatto è "umido" è bene che il metallo nobile abbia una superficie esposta al fenomeno molto inferiore rispetto alla superficie esposta del metallo meno nobile.
- X Accoppiamento da evitare.

Pertanto, le soluzioni tecniche adottate per evitare fenomeni di corrosione galvanica consistono in:

- pannelli barriera in alluminio: essi saranno realizzati con idonee testate plastiche di chiusura in PE resistenti e testate ai raggi UV che, oltre ad avere una funzione anti-ponte acustico (giunto pannello-montante), evitano il contatto diretto fra la lamiera in alluminio del pannello ed il profilo di sostegno in acciaio (resta inteso che, oltre a tale accorgimento, entrambi i materiali saranno protetti da uno strato di vernice che funge da dielettrico);
- lamiere stirate architettoniche in alluminio lato Via San Bartolomeo: tali lamiere saranno fissate alla sottostruttura di sostegno la quale, per garantire una maggior durabilità nel tempo e per evitare fenomeni di corrosione galvanica, sarà anch'essa realizzata in alluminio (nessuna differenza di potenziale);
- utilizzo di idonee guarnizioni isolanti nei punti di fissaggio fra sottostruttura in alluminio ed i montanti in acciaio della barriera antirumore.

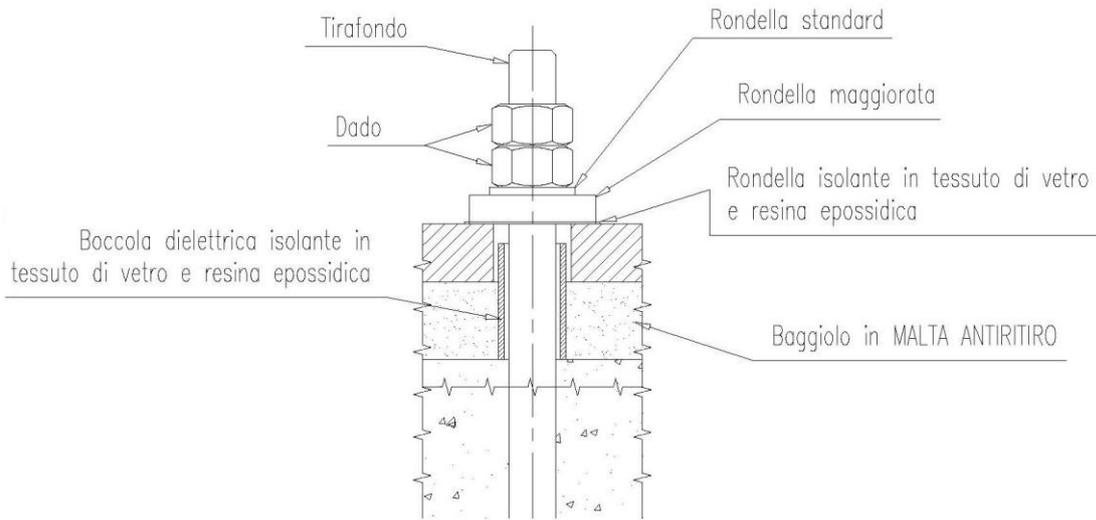
1.3.16.14.2 Protezione dalla corrosione da correnti vaganti

La problematica si può innescare quando un componente metallico si trova ad essere "immerso" in un ambiente elettroliticamente conduttivo quale ad esempio l'acqua, o il terreno. Il calcestruzzo può essere considerato elettroliticamente conduttivo in presenza di correnti con elevate differenze di potenziale.

In sostanza il componente metallico diventa parte del circuito elettrico di ritorno a causa del non perfetto isolamento tra le rotaie ed il terreno. L'elemento metallico, eventualmente raggiunto e percorso dalla corrente vagante, diventa anodo nel punto dove eventualmente la corrente fuoriesce verso l'ambiente elettrolitico, ovvero l'elemento metallico cede elettroni all'ambiente elettrolitico (catodo) perdendo nel contempo ioni positivi. Il fenomeno è conosciuto in particolare per i componenti metallici immersi direttamente nel terreno, e talvolta può interessare anche i tirafondi se collegati alle armature. A scopo cautelativo, anche se i tirafondi non saranno collegati alle armature, verranno adottati particolari accorgimenti per isolare dielettricamente tali elementi dal resto delle strutture (montanti), nello specifico sarà previsto:

- utilizzo di boccole isolanti in materiale non conduttore, poste fra il tirafondo ed il foro della piastra di base in maniera da evitarne il contatto diretto
- utilizzo di particolari rondelle isolanti in materiale non conduttore, poste fra le rondelle standard in acciaio zincato e la piastra di base, in maniera da evitarne il contatto diretto

PARTICOLARE DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO
PER LA PROTEZIONE DA CORRENTI VAGANTI



1.3.16.15 CONTROLLI IN FASE DI PRODUZIONE

Affinché le prestazioni del prodotto siano garantite nel corso della fornitura, viene attuata un'attività programmata e ben definita di controllo in produzione (Factory Production Control - FPC). Si riportano pertanto nel presente paragrafo i controlli che verranno eseguiti sui singoli componenti costituenti la barriera antirumore:

Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

AMBITO	MATERIALE/ATTIVITA'	Tipo di Prova	Frequenza
1A	Acciaio pali	Prove di accettazione acciai da carpenteria (meccaniche chimiche resilienza)	1 tallone per colata
1A/1B/ 2	Acciaio ferri armatura	Prove di accettazione acciai da c.a	3 spezzoni di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto
1A	Infissione pali	Verifica portanza del palo durante infissione	Costante durante tutte le infissione
1A/1B/ 2	Getti	Prove di schiacciamento cls	1 prelievo per ogni giorno di getto
1A/1B/ 2	Tirafondi	Prove di trazione, resilienza, analisi chimica, durezza, determinazione dello spessore della zincatura	1 prova per ogni diametro fornito
1A/1B/ 2	Dadi	Prove di trazione e durezza	1 prova per ogni diametro fornito
1A/1B/ 2	Montanti portanti - Acciai	Prove di accettazione acciai da carpenteria (meccaniche chimiche resilienza)	1 tallone per colata per tipologia di materiale (HE-lamiera)
1A/1B/ 2	Montanti portanti - Saldature	CND interni ad opera di personale qualificato	VT 100% MT al 100% del 30% per ogni singolo lotto
1A	Strutture secondarie	Prove di trazione, analisi chimica e resilienza (per sp. >= 6 mm)	1 prova ogni 15 ton di materiale
1A/1B/ 2	Pannelli metallici - Lamiera	Prove di trazione e analisi chimica	1 prova ogni 15 tons di materiale
1A/1B/ 2	Pannelli metallici - Coibente	Prove per determinare la rispondenza alle caratteristiche del CSA	1 prova sull'intera fornitura
1A/1B/ 2	Pannelli metallici - Testate di chiusura	Prove di trazione e durezza	1 prova ogni 1.500 ml di guarnizione
1A/1B/ 2	Pannelli metallici - Verniciatura	Prove di verifica spessori e aderenza	1 prova ogni 1.500 mq di pannelli
1A/1B	Pannelli trasparenti - Lamiera	Prove di trazione e analisi chimica	1 prova ogni 15 tons di materiale
1A/1B/	Pannelli trasparenti - Guarnizione EPDM	Prova di durezza, trazione e allungamento	1 prova ogni 1.500 ml di guarnizione
1A/1B	Pannelli trasparenti - Verniciatura	Prove di verifica spessore e aderenza	1 prova ogni 1.500 mq di pannelli

Oltre alle prove effettuate presso laboratori esterni riportate in tabella, sui singoli materiali verranno effettuate tutte le verifiche in corso d'opera secondo i piani di controllo produzione previsti dalle Linee Guida UNICMI UX99, che prevedono nello specifico le seguenti fasi:

- Controlli documentali sui certificati (certificati di origine, schede tecniche e di sicurezza, dichiarazioni di conformità, etc.) forniti ad accompagnamento dei materiali approvvigionati, al fine di verificarne la conformità ai requisiti di capitolato;
- Controlli in accettazione negli stabilimenti di produzione secondo procedure interne;
- Controlli sul processo produttivo;
- Controlli sul prodotto finito (controlli dimensionali pezzi finiti, controlli visivo-dimensionali di corretto assemblaggio ed imballaggio);
- Tracciabilità documentale.

1.3.16.16 CONTROLLI IN FASE DI COLLAUDO

Per il collaudo della barriera antirumore oggetto di questo appalto si prevede di verificare fine lavori il rispetto delle prestazioni per le quali l'impresa si è impegnata in fase di offerta e di qualifica.

L'installazione della barriera deve essere eseguita in ottemperanza al Manuale di Montaggio che fornisce tutti gli elementi necessari alla identificazione dei componenti e le informazioni necessarie per la loro corretta installazione.

In maniera propedeutica alle operazioni di collaudo, verranno eseguite le verifiche della corretta installazione della barriera antirumore ad opera di personale tecnico specializzato.

Eventuali carenze di montaggio dovranno essere evidenziate e corrette prima di procedere con la fase di collaudo.

Le verifiche del montaggio sono fondamentali ed assicurano la corrispondenza dell'opera eseguita con le prescrizioni del manuale di installazione.

Si riportano di seguito in sintesi le verifiche di installazione da eseguire sulle barriere antirumore.

Relativamente alla carpenteria metallica portante (compresi elementi secondari di finitura) sono previsti i seguenti controlli:

- Verifica dell'interasse delle colonne;
- Verifica della verticalità delle colonne;
- Verifica visiva dei cordoni di saldatura;
- Verifica visiva del rivestimento protettivo di verniciatura;
- Controllo visivo dell'assenza di danneggiamenti causati dalla movimentazione;
- Controllo dei collegamenti di tipo strutturale ad attrito con chiave dinamometrica;
- Verifica della caricabilità dell'ancorante e rottura del calcestruzzo con prova di pull out.

Relativamente ai pannelli acustici sono previsti i seguenti controlli:

- Verifica visiva del corretto inserimento dei pannelli e del centraggio fra gli elementi strutturali;
- Verifica visiva del sistema di guarnizioni di tenuta fra pannello e montante;
- Verifica del sistema di giunzione fra pannello e pannello della stessa tipologia;
- Verifica visiva del sistema di connessione fra pannelli di diversa tipologia;
- Verifica visiva del sistema di connessione fra pannelli e cordolo o altra struttura di fondazione;

- Verifica visiva dell'assenza di danneggiamenti causati dalla movimentazione;

Sono inoltre previsti controlli specifici per gli accessori:

- Verifica dei collegamenti bullonati tra elementi di carpenteria metallica;
- Verifica visiva del posizionamento delle guarnizioni;
- Verifica visiva dell'assenza di sfogliamenti del film protettivo nel caso di superfici metalliche verniciate;
- Verifica visiva della corretta applicazione dei sistemi di protezione dell'avifauna per i moduli trasparenti.
- Verifica visiva dei collegamenti dei pannelli "verdi";
- Verifica schemi di montaggio e composizione colori;
- Verifica fessaggi per scossaline, carter metallici e pannelli in leca di rivestimento muri;
- Verifica collegamenti equipotenziali.

1.3.17. LAVORI DIVERSI

1.3.17.1. TUBAZIONI INTERRATE

Le tubazioni interrato in genere saranno poste in opera negli scavi predisposti su fondo resistente, non accidentato, sul quale sarà costruito un letto di sabbia e ghiaietto di opportuno spessore.

La tubazione da interrare sarà posata con andamento regolare. È fatto obbligo all'Appaltatore di assicurarsi che, ad eccezione dei punti obbligati, non risultino contropendenze dei tubi che possano provocare eventuali accumuli di acqua.

Le tubazioni interrato dovranno essere posate rispettando le quote di profondità fissate nel progetto.

Per facilitare la posa dei tubi, l'Appaltatore dovrà predisporre i fondi degli scavi sufficientemente larghi e comunque di misura non inferiore al diametro dei tubi stessi aumentato di cm 20 per lato.

Il massetto di calcestruzzo, per il sottofondo delle tubazioni interrato, ove previsto, dovrà presentare $R_{ck} > 250 \text{ Kg/cm}$ e uno spessore superiore a cm 10. Le tubazioni dovranno inoltre essere rinfiacate ed anche protette, se previsto con calcestruzzo della stessa qualità usata per il sottofondo.

Se richiesto, l'Appaltatore dovrà proteggere i tubi interrati avvolgendoli con sabbia seguendo le modalità di posa prescritte, caso per caso, nei documenti contrattuali.

Le tubazioni interrato che dovessero poggiare su sostegni isolati dovranno essere posate in modo da garantire la loro perfetta stabilità.

Le curve sui vertici delle tubazioni interrato, se occorresse, dovranno essere fissate con blocchi in muratura od in conglomerato cementizio per contrastare le spinte idrostatiche che potessero verificarsi in quei punti.

Il reinterro degli scavi dovrà essere realizzato avendo cura di non provocare movimenti, benché minimi, delle tubazioni durante il loro ricoprimento.

Le superfici interessate dai reinterri dovranno essere convenientemente costipate mediante l'uso di adeguati mezzi meccanici e con la frequenza ed in maniera tale da garantire una definitiva e stabile compattazione, atta a sopportare le successive pavimentazioni di marciapiedi, di strade o di cortili, senza che si abbiano a verificare ulteriori assestamenti.

La copertura dei tubi ed il reinterro dovranno essere comunque eseguito con le materie ed i materiali prescritti per le corrispondenti categorie di lavoro.

Se gli spessori di reinterro risultassero inadeguati ai carichi del traffico libero stradale, l'Appaltatore dovrà interporre fra i tubi ed il reinterro stesso un idoneo diaframma rigido di protezione da appoggiare sullo strato superiore di sabbia o di materiale incoerente.

1.3.17.1.1. Tubazioni di cemento (semplice ed armato)

I tubi di cemento dovranno essere fabbricati a regola d'arte con diametro uniforme e con gli spessori corrispondenti alle prescrizioni specificate dalla Direzione lavori; saranno ben stagionati e di perfetto impasto di calcestruzzo dosato a kg 400 di cemento R 325 per mc., sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature; saranno muniti delle opportune sagomature alle due estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posti in opera secondo le livellette stabilite in progetto, previa realizzazione di platea di calcestruzzo dosato a kg 200 di cemento tipo 325 per mc. d'impasto in opera e dello spessore di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori. Verranno inoltre rivestiti di calcestruzzo dosato a kg 200 di cemento per mc. d'impasto in opera secondo le sagome previste dai disegni di progetto, previa perfetta sigillatura esterna ed interna dei giunti con malta di puro cemento di classe 425; per tale esecuzione sulle testate dei tubi, dopo accurata pulizia e bagnatura, verrà applicato il legante, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo rifluire il legante in eccesso. Verranno raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti e quindi alla stuccatura di finitura con malta plasticata dello stesso agglomerante, così da formare un anello di guarnizione.

La verifica nei riguardi dei carichi ovalizzanti verrà effettuata secondo la UNI 7517 o secondo le raccomandazioni ANDIS che si richiamano alle esperienze di Marston ed alle formule di Spangler.

1.3.17.1.2. Tubazioni di cloruro di polivinile (PVC)

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione del presente Capitolato (per condotte fognarie UNI EN 1401 – SNC SDR 41). La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Ogni operazione (trasporto, carico, e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere effettuata in modo da non provocare deterioramento o deformazione nei tubi, particolarmente per urti, eccessive inflessioni, ecc. e ciò specialmente alle basse temperature. L'accatastamento dovrà essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari e per altezze non superiori a 1,50 m.

Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido e granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm) o mediante la formazione di un bauletto di cls. di spessore attorno alla condotta mai inferiore a 10 cm, curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie o di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni. In particolare, per quelle verticali, a mezzo di collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri e di collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelle orizzontali, a mezzo di staffe a larga sezione (almeno 5 cm) interposte ogni 80 cm per tubazioni con diametro fino a 90 mm e non oltre 300 cm per gli altri diametri (per tubazioni sospese) o con appoggi di pari interasse (per tubazioni appoggiate) e staffe di ancoraggio.

Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni fossero sistemate in prossimità di sorgenti di calore. Saranno inoltre vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi performati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m°C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi), appositi giunti di dilatazione, ciò in particolare nel caso di tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

Per le condotte formate con tubi del tipo SN2 UNI 1401 il massimo ricoprimento ammesso sarà di 6,00 m nel caso di posa in trincea stretta e di 4,00 m nel caso di trincea larga e sotto terrapieno. Oltre tali condizioni potranno essere impiegati i tubi della UNI 7611 dopo un calcolo di verifica in cui si assumerà il carico di sicurezza a trazione di 50/kgf/cm² (5 Mpa) alla temperatura di 20°C per le sollecitazioni nel tubo ed un valore massimo della deformazione del diametro esterno (ovalizzazione) del 5%.

Le tubazioni saranno fornite complete di ogni pezzo speciale occorrente ed in particolare:

- curve a 15°-30°-45°;
- braghe semplici a 45° e 90°, braghe doppie a 45° e 90°;
- braghe ridotte a 45° e 90°, braghe doppie ridotte a 45° e 90°;
- tappo di chiusura;
- bigiunto;
- aumento (o riduzione);
- ispezione lineare con tappo;
- raccordo al pozzetto;
- innesto a sella;
- valvole di non ritorno e anelli di gomma;
- sifone, sifone Firenze con ispezione;
- ogni altro pezzo speciale occorrente.

In particolare si prescrive che le condotte per fognature di acque bianche e nere siano realizzate mantenendo sempre la continuità delle tubazioni all'interno dei pozzetti. Nei pozzetti di ispezione saranno impiegate ispezioni lineari con tappo, all'interno dei pozzetti di raccordo saranno impiegati braghe e curve di vario tipo. Si raccomanda inoltre di evitare, per quanto possibile, la realizzazione di curve, braghe, innesti a 90°.

1.3.17.1.3. Tubazioni di polietilene

Le tubazioni in argomento saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) rispondenti ai requisiti di accettazione del presente Capitolato.

La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto e le seguenti raccomandazioni dell'Istituto Italiano dei Plastici:

- I.I.P. - Raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni di polietilene alta densità nella costruzione di acquedotti (Pubblicazione n. 10).
- I.I.P. - Raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni di polietilene alta densità nella costruzione di fognature interrate e subacquee e di scarichi industriali (Pubblicazione n. 11).

Nelle tubazioni interrate, la minima profondità di posa rispetto alla generatrice superiore dei tubi dovrà essere di 1,00 m (1,50 m per tubi di scarico con DN maggiore di 600 m e, per tutti i diametri, sotto superficie di traffico oltre 12 tonnellate), ed in ogni caso sarà da valutare in funzione dei carichi, del pericolo di gelo e del diametro.

Ove pertanto durante i lavori si verificassero condizioni più gravose di quelle previste di norma in progetto (per tronchi di limitata lunghezza), si dovrà procedere ad opere di protezione tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti dei tubi ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Per le condotte in oggetto il massimo ricoprimento ammesso sarà di 6,00 m nel caso di posa in trincea stretta e di 4,00 m nel caso di trincea larga e sotto terrapieno. In tutti i casi il riempimento che avvolgerà la tubazione fino ad un'altezza non inferiore a 15 cm oltre la generatrice superiore dovrà essere uniformemente e perfettamente costipato, fino a raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione Proctor modificata.

Il riempimento, almeno per i primi 50 cm, dovrà essere eseguito sopra la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna (comunque non elevata). Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive a diversi e successivi gradi di riempimento e ricoprimento. Una delle estremità della tratta sarà sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento sarà portato a 5,00 m dai pezzi stessi.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle previsioni, del tipo per saldatura, per serraggio meccanico e per flangiatura come di seguito specificato.

Le tubazioni saranno fornite complete di ogni pezzo speciale occorrente.

1.3.17.2. POZZETTI DI ISPEZIONE PER FOGNATURE

Saranno di norma realizzati in muratura di mattoni pieni od in conglomerato cementizio dosato a 250 ÷ 300 kg/m³ di cemento (armato o meno secondo prescrizione). Potranno comunque essere realizzati con elementi in PEAD o PRFV parzialmente o totalmente prefabbricati (rivestiti o meno con conglomerato secondo gli spessori e le condizioni di posa) o con elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo di cemento vibrocompreso a parziale o totale impiego.

È prevista la seguente tipologia di pozzetti di ispezione:

- a) Pozzetti prefabbricati modulari e autoportanti in c.a., da innestare sui canali fognari in cls centrifugato di grosso diametro, costituiti da elemento di fondo, prolungha, soletta superiore, torrino con chiusino, pareti di spessore 15-20 cm. In particolare, per questo tipo di pozzetti, si prescrive che il fondo debba essere opportunamente sagomato e che gli innesti delle condotte siano eseguiti assicurando la massima continuità idraulica.
- b) Pozzetti prefabbricati in c.a. vibrato ad elementi sovrapposti con pareti dello spessore di 10 cm, innestati sulle condotte fognarie in p.v.c. Nell'attraversamento di detti pozzetti la condotta conserverà una completa continuità idraulica, l'ispezione sarà consentita impiegando lo specifico pezzo speciale dotato di tappo. Detti pozzetti avranno sulle pareti laterali le predisposizioni per l'innesto delle tubazioni, costituite da zone circolari con spessore ridotto. I fori praticati per innestare le tubazioni saranno perfettamente stuccati e sigillati con malta cementizia.

1.3.17.3. CADITOIE STRADALI

Potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato con sifone.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20÷30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m³, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.

Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio.

I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza variabile, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

1.3.17.4. POZZETTO PREFABBRICATO DI RACCORDO PER FOGNATURE

È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti elementi dalle dimensioni indicate negli elaborati progettuali ad anelli superiori, simili a quanto descritto al punto precedente del presente articolo.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto. Nell'attraversamento dei pozzetti in oggetto, le condotte fognarie, conserveranno una completa continuità idraulica.

Gli innesti e gli allacciamenti di condotte secondarie saranno sempre realizzate impiegando gli idonei pezzi speciali, curve, braghe, ecc.

1.3.17.5. POZZETTI PER IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Per l'impianto di illuminazione pubblica si dovranno posare dei pozzetti in corrispondenza dei centri luminosi, dei punti di derivazione e di cambiamento di direzione, che consentiranno, tra l'altro, di collocarvi i componenti di giunzione o di derivazione dei cavi elettrici. Tali pozzetti saranno di tipo prefabbricato di cemento vibrato, delle dimensioni minime di cm 40x40x60, a fondo perdente e con chiusino carreggiabile in ghisa oppure con chiusino in c.a. del tipo asportabile e a tenuta.. I primi si adatteranno in corrispondenza di incroci e nodi di derivazioni in sede stradale, i secondi in corrispondenza dei singoli centri luminosi in sede marciapiede.

1.3.17.6. POZZETTI PER RETI TECNOLOGICHE

Saranno del tipo in c.a. prefabbricato richiesti ed approvati dagli enti erogatori citati. I pozzetti avranno pareti con spessore non minore di 10 cm, eventuali setti circolari a minore spessore per l'innesto dei cavidotti. I fori praticati per innestare le tubazioni saranno perfettamente stuccati e sigillati con malta cementizia. per una più precisa individuazione delle caratteristiche dei pozzetti si rimanda alla descrizione di progetto ed ai particolari progettuali.

1.3.17.7. CHIUSINI (GRIGLIE E CADITOIE) PER POZZETTI DI OGNI TIPO

Le caratteristiche (e la posa) di ogni tipo di chiusino (griglia e caditoia) dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

In particolare si prescrive che ogni chiusino (griglia o caditoia) localizzato sulla carreggiata stradale debba essere conforme alla classe D400 (resistenza > 40.000 da N) e che ogni chiusino (griglia o caditoia) localizzato sulle aree esclusivamente pedonali debba essere conforme alla classe C 250 (resistenza > 25.000 da N).

1.3.17.8. CAVIDOTTI PER LINEE ELETTRICHE E TELEFONICHE

Saranno poste in opera, previa regolarizzazione del piano di scavo, su letto di sabbia o calcestruzzo di spessore minimo cm 5. Nella posa in opera si dovrà dare alla tubazione una pendenza da pozzetto a pozzetto in modo da scaricare in questi le eventuali infiltrazioni d'acqua. Le giunzioni fra i tubi e il collegamento dei tubi con i pozzetti saranno eseguite mediante adatte sigillature.

La posa sarà eseguita con l'ausilio di speciali selle distanziatrici in materiale plastico.

I cavidotti saranno protetti con bauletti realizzati in conglomerato cementizio con spessore di ricoprimento non inferiore a 10 cm o in alternativa con bauletto di sabbia granita con spessore minimo di ricoprimento pari a 15 cm.

Le singole condotte del cavidotto, costituite da tubi in P.V.C. con le caratteristiche descritte nelle norme di accettazione del presente Capitolato, saranno dotate di filo zincato flessibile che consenta il successivo infilamento dei cavi.

1.3.17.9. CORDONATE CON ILLUMINAZIONE LED INTEGRATA

Le cordonate previste, in pietra arenaria o granito, saranno dei seguenti tipi:

- Cordonate rette per marciapiede a sezione 15x30

Le cordonate andranno posate in perfetto allineamento su letto di conglomerato cementizio magro non armato dello spessore minimo di 20 cm gettato entro terra. Gli

elementi di cordonata verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg di cemento normale per m³ di sabbia.

Alle cordonate saranno integrati faretti a Led per l'illuminazione degli attraversamenti pedonali, completi dei collegamenti e dei dispositivi per dare il sistema completo e funzionante.

1.3.18. OPERE IN VERDE

1.3.18.1. GENERALITÀ

Il presente capitolo regola l'esecuzione delle opere in verde da realizzarsi nell'area verde antistante la recinzione portuale e delle pareti verdi verticali.

1.3.18.2. CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

1.3.18.2.1. Terreno vegetale

Il terreno da fornire per il ricarico per il riempimento dell'aiuola centrale delle rotatorie, dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

	Diametro	(%)
sabbia	2 - 0,02 mm	35 55
limo	0,02 - 0,002 mm	25 45
argilla	< 0,002 mm	10 25

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro). I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

	Valori "normali"
reazione	pH = 6,8 - 7,3
calcare totale	-
calcare attivo (%)	-
sostanza organica	2 %
azoto totale	N = 1,5 - 2 %
fosforo assimilabile	P2O5 = 50 - 80 ppm *
potassio scambiabile	K2O = 100 - 200 ppm *
magnesio scambiabile	50 - 100 ppm
ferro assimilabile	2,5 ppm
manganese assimilabile	1,0 ppm
zinco assimilabile	0,5 ppm

rame assimilabile	0,2 ppm
* per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P2O5 e K2O moltiplicandoli rispettivamente per 2,3 e 1,2	

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

1.3.18.2.2. Concimi minerali ed organici

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.

Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe. I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);
- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;
- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati"

Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:

- impiego di sostanze a bassa solubilità;
- rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
- incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
- aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato. Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera. Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

1.3.18.2.3. Prodotti fitosanitari

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori.

Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

1.3.18.2.4. Materiale vivaistico

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico, per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche. Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar. Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;

- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

Alberi

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc.. Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda. Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

Piante esemplari

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente. Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

Arbusti, tappezzanti, rampicanti

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

Sementi

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti. La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.).

Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità.

La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

Torba

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

Acqua

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.

L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

1.3.18.3. PACCIAMATURA

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;

- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperatura e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciami approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

1.3.18.4. PALI TUTORI E LEGATURE

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante. I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro.

La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa.

In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

1.3.18.5. ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.

Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.

Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle aree di cantiere in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra. Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo stradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti. All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde.

1.3.18.5.1. Preparazione delle zone d'impianto

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate. Solo per gli impianti di tappeti erbosi e semine di prati le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Impresa.

1.3.18.5.2. Pulizia generale del terreno

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.

In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente". Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia. Questa avverrà con impiego di trivella tritratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.

Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

1.3.18.5.3. Lavorazione del terreno

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.

Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm.

La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper".

Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione. L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

1.3.18.5.4. Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

1.3.18.5.5. Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

1.3.18.5.6. Trasporto del materiale vivaistico

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

1.3.18.5.7. Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani.

Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

1.3.18.5.8. Messa a dimora del materiale vivaistico

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.

Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari. La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. La terra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione.

Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

Tipologia vegetale	altezza del materiale	volume di acqua / individuo
alberi	oltre i 3,00 m	35 - 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 - 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 - 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto. A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie. Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.

1.3.18.5.9. Impianto di tappeti erbosi e/o zolle

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Impresa deve preparare un adeguato letto di posa per il tappeto stesso.

Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e dovrà risultare finemente sminuzzato ed opportunamente livellato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 q/ha di concime ternario (N - P - K) a titolo 10 - 10 - 15.

Il materiale, sia esso in strisce che in zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, in modo da non presentare soluzioni di continuità fra striscia e striscia o fra zolla e zolla; in tal senso l'Impresa dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia e torba) al fine di

sigillare il tappeto erboso nei punti di giunzione, compattando il tutto con battitura o rullatura così da risultare perfettamente assestato.

Inoltre l'Impresa, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, assicurando un minimo di 20-25 l/m² così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

1.3.18.5.10. Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

Metodo secco

L'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno.

Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata. A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16. L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelievo di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

Metodo umido o idrosemina

In tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisicochimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idrosemiatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali. Con l'idrosemina s'irrorerà una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori. Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelievo di campioni e possa

verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

1.3.19. ELEMENTI DI ARREDO URBANO

1.3.19.1. CESTINO PORTA RIFIUTI

Il cestino porta rifiuti è previsto in struttura metallica in lamiera tipo Sendzimir, provvisto di coperchio. La struttura è fissata a terra mediante idonei tasselli. Le parti metalliche sono previste verniciate a polveri poliesteri e la viteria è prevista in acciaio inox. Capacità del cestino pari a 50 l.

1.3.19.2. SEDUTA CON PORTABICICLETTE INTEGRATO

La seduta è formata da n. 3 profili a ponte in tubo d'acciaio, intervallati da altri due elementi tubolari, collegati da distanziali in tubo d'acciaio inox. Lo spazio tra i profili è utilizzabile come porta biciclette. L'elemento è completo di barra filettata da cementare direttamente al suolo.

1.3.20. PERCORSI TIPO LOGES

Sui marciapiedi, in corrispondenza degli attraversamenti pedonali, è prevista la posa di pavimentazione per esterni in gres o materiale similare, con superficie a vista non smaltata e di vari colori, costituita da lastre di dimensioni in pianta da cm.30x30 a cm. 30x40 e spessore mm 14, oltre i rilievi, di diversa natura, tali da costituire percorso tattile per non vedenti.

La pavimentazione dovrà essere antisdrucchiolo, non geliva, resistente all'usura e all'abrasione e presentare un assorbimento d'acqua minore del 0,1%.

Particolare attenzione deve essere messa nella posa delle piastre, in modo da assicurare la loro perfetta complanarità e l'assenza di fughe tra una piastra e l'altra, onde evitare inciampi alla punta del bastone bianco.

Nella progettazione dello scavo e del massetto bisogna tenere presente che, a lavoro ultimato, i cordoli delle piastrelle del codice rettilineo devono sporgere della loro altezza (2 mm) rispetto alla superficie circostante, in modo da consentire una più facile intercettazione del segnale da parte del cieco; ciò equivale a dire che il fondo dei canaletti che formano il codice rettilineo deve trovarsi allo stesso livello della superficie dell'intorno e non più in basso di essa, anche per evitare il ristagno dell'acqua e della sporcizia dentro i canaletti.

In particolare, l'incollaggio delle piastrelle in granito-grès deve avvenire in condizioni meteorologiche asciutte e su una base ben preparata. Il massetto sottostante deve essere il più solido e rigido possibile e, se il luogo non presenta pendenze, deve essere ricoperto da uno strato di autolivellante. Il collante speciale deve formare uno strato continuo e non troppo sottile e deve essere applicato sia sul massetto che sulla faccia inferiore delle piastrelle, riempiendone completamente le parti vuote.

1.3.21. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE

1.3.21.1. GENERALITÀ

I lavori dovranno venire eseguiti da personale specializzato e conformi alle disposizioni del codice della strada e del relativo regolamento di esecuzione e di attuazione.

Il Direttore dei Lavori potrà impartire disposizioni sull'esecuzione dei lavori e l'ordine di precedenza da dare ai medesimi. Gli stessi potranno essere ordinati in più volte, a seconda delle particolari esigenze varie, per esecuzioni anche di notte, senza che l'Impresa possa pretendere prezzi diversi da quelli fissati nel presente Capitolato.

1.3.21.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il piano della segnaletica di ogni intervento di tipo stradale, sia in sede pubblica che in sede privata dovrà avvenire secondo le disposizioni delle seguenti leggi nazionali:

D.L. 30/04/1992 n. 285 e succ. D.L. 10/09/1993 n. 360 "Nuovo codice della strada" D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e succ. D.P.R. 16/09/1996 n. 610 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" e successivi aggiornamenti.

Inoltre per il calcolo dei sostegni, per le prove di visibilità e di rifrazione e per quanto non espresso nella legislazione nazionale si dovrà far riferimento alla norma UNI EN 12899-1: 2003.

1.3.21.3. SEGNALETICA VERTICALE

I segnali verticali devono essere conformi a quanto indicato nel Regolamento del Nuovo codice della strada e sulla parte posteriore, di colore neutro, deve essere chiaramente indicato l'Ente proprietario della strada, il marchio del fabbricante il segnale e l'anno di fabbricazione; per i segnali prescrittivi, ad eccezione di quelli di cantiere, devono essere riportati anche gli estremi dell'ordinanza di apposizione. Tali annotazioni devono essere contenute in una superficie non superiore a 200 cm².

1.3.21.3.1. Colori dei segnali

I segnali verticali, suddivisi in segnali di pericolo, prescrizione e indicazione, devono utilizzare i colori indicati nella tabella sotto riportata:

Segnale	Colore		
Segnali di pericolo e prescrizione	Bianco, blu, rosso, nero, giallo, verde e grigio		
Segnale	Colore fondo	Colore scritte	Colore simboli
Segnali di indicazione per autostrade.	Verde	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione per strade extraurbane.	Blu	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione per strade urbane, alberghi e strutture ricettive affini.	Bianco	Nero o blu	Nero o blu

Segnali temporanei di pericolo, di preavviso e di direzione, dovuti a lavori sulla strada.	Giallo	Nero	Nero
Segnali di indicazione di località o punti di interesse storico, artistico, culturale e turistico.	Marrone	Bianco	Bianco
Segnali di indicazione a fabbriche, stabilimenti, zone industriali, centri commerciali.	Nero opaco	Giallo	Bianco
Segnali di indicazione "Scuolabus" e "Taxi"	Arancio	Nero	Nero
Segnali di indicazione "SOS" e "Incidente"	Rosso	Bianco	Bianco
Segnali a strisce da utilizzare nei cantieri stradali	Bianco e rosso	-	-
Segnali di indicazione "Segnaletica orizzontale in rifacimento"	Grigio	Bianco	Bianco

1.3.21.3.2. Visibilità dei segnali verticali

I segnali devono essere rifrangenti perché siano visibili sia di giorno che di notte con le stesse forme, colori e simboli. Le pellicole rifrangenti sono distinte in normali (Classe 1) ed a elevata efficienza (Classe 2).

L'impresa dovrà applicare le classi di pellicola di ciascun segnale indicate nel progetto esecutivo.

Per i segnali "Dare precedenza", "STOP", "Dare precedenza a destra", "Divieto di sorpasso" e per i segnali permanenti di preavviso e di direzione è obbligatorio l'uso di pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (Classe 2).

Per le prove di visibilità e rifrangenza si dovrà inoltre ottemperare a quanto disposto dalla norma UNI EN 12899-1:2003.

1.3.21.3.3. Dimensioni e formati dei segnali verticali

I segnali verticali possono essere di tre formati: piccolo, medio e grande. Il formato grande deve essere impiegato nel caso di installazione al di sopra della carreggiata in ambito stradale extraurbano.

Gli spessori della lamiera di alluminio da utilizzare per il confezionamento sono:

Piccolo 20/10 mm

Normale 25/10 mm

Grande 30/10 mm

I segnali di formato piccolo sono utilizzabili solamente in ambito urbano quando non sia materialmente possibile l'impianto di segnali di formato normale

Il progettista dovrà indicare chiaramente la tipologia del segnale richiesto in progetto, sulla base di considerazioni riguardanti la visibilità dello stesso.

1.3.21.3.4. Posizione dei segnali verticali

I segnali verticali vanno posizionati generalmente sul lato destro della strada. La ripetizione sul lato sinistro, o l'installazione al di sopra della carreggiata è dettata o da esigenze di sicurezza o da norme specifiche relative a singole categorie di segnali.

La distanza minima del segnale di pericolo dal punto di inizio del pericolo segnalato è di 150 m.

I segnali di prescrizione, invece, vanno posizionati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui inizia la prescrizione, così come i segnali che indicano la fine del divieto o dell'obbligo.

La ripetizione in anticipo dei segnali di pericolo o prescrizione, corredati di pannelli integrativi con l'indicazione delle distanze (arrotondate per eccesso ai 10 m), è possibile con funzione di preavviso e di migliore informazione del conducente.

Il segnale di "STOP" deve essere installato in corrispondenza della soglia delle intersezioni o quanto più possibile vicino ad essa mentre il segnale "dare precedenza" deve essere ubicato in prossimità del limite della carreggiata stradale che ha il diritto di precedenza e comunque a distanza inferiore a 10 m da questa. Per entrambi questi segnali è obbligatorio il relativo preavviso.

Per la segnalazione della testata delle isole spartitraffico si devono utilizzare o le colonnine luminose a luce gialla fissa o i delineatori speciali di ostacolo.

1.3.21.3.5. Iscrizioni, lettere e simboli dei segnali di indicazione

I segnali di indicazione possono contenere scritte, lettere e simboli. I caratteri alfabetici utilizzabili per le scritte sono differenziati in normali o stretti e positivi o negativi combinabili a seconda delle esigenze (vedi art. 125 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada).

L'utilizzazione dei caratteri stretti è consentita solamente per parole o gruppi di parole non abbreviabili o quando l'impiego dei caratteri normali determini scritte troppo lunghe rispetto alla grandezza del segnale.

La distanza di leggibilità delle scritte deve essere superiore a 60 m nel caso delle strade locali e superiore a 100 m nel caso delle strade di scorrimento.

1.3.21.3.6. Posizione dei segnali di indicazione

Per assicurare al conducente del veicolo uno spazio di avvistamento del segnale di indicazione, che gli consenta di prepararsi ad eseguire le manovre richieste in condizioni di sicurezza, esso va posto ad una distanza che è funzione della velocità locale predominante:

Velocità locale predominante (km/h)	40	50	60	70	90
Spazio di avvistamento (m)	80	100	120	140	170

1.3.21.3.7. Caratteristiche e sistemi di fissaggio dei sostegni

I segnali verticali devono essere montati su supporti e sostegni in metallo.

I sostegni a sezione circolare devono avere un dispositivo fisso di bloccaggio antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

Tutti i sostegni e i supporti devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione a mezzo di zincatura.

Ogni sostegno, escluse le strutture complesse, deve portare, in genere, un solo segnale; è tollerato il montaggio di 2 segnali del medesimo formato sullo stesso sostegno in casi di necessità. La gerarchia di montaggio deve seguire la seguente progressione (dall'alto verso il basso):

1. segnale di pericolo;
2. segnale di precedenza;
3. segnale di divieto;
4. segnale di obbligo.

Normalmente, per segnali posti al lato della sede stradale, il sostegno sarà del tipo tubolare standard che andrà vincolato al terreno mediante il getto di un piccolo plinto non armato in conglomerato cementizio classe C20/25, delle dimensioni di circa cm 50x50x50. Nel caso di sostegni complessi a portale o a semiportale o, in ogni caso, qualora si superi un'altezza di 4 m o nel caso di segnali con superficie esposta superiore a 2³ m, si dovrà procedere ad adeguato dimensionamento dei sostegni. In tal caso la tipologia di opera fondazionale sarà indicata nel rispettivo elaborato progettuale.

Tale dimensionamento dovrà avvenire sulla base delle norme di calcolo degli elementi strutturali in acciaio come disposto dalle normative UNI EN 12767 e UNI EN 12899-1, UNI ENV 1993-1 (strutture in acciaio) o UNI ENV 1999-1 (strutture in alluminio) e dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

In questi casi si dovrà altresì prevedere una fondazione in conglomerato cementizio armato procedendo al calcolo della stessa.

1.3.21.4. SEGNALETICA ORIZZONTALE

I segnali orizzontali possono essere usati in maniera autonoma, quando non sono previsti altri segnali, o per integrare la segnaletica verticale.

I materiali da utilizzare devono avere caratteristiche tali da consentirne la visione sia di giorno che di notte ed anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato. Lo spessore dei materiali antisdrucchiolevoli utilizzati non deve superare i 3 mm rispetto al piano della pavimentazione. Nel caso di strisce longitudinali continue realizzate con materie plastiche di spessore pari o superiore a 1.5 mm deve essere garantito il deflusso dell'acqua tramite interruzioni.

I colori previsti per i segnali orizzontali sono:

- bianco;
- giallo;
- azzurro;
- giallo alternato con il nero.

1.3.21.4.1. Strisce longitudinali

Le strisce longitudinali servono a separare le corsie di marcia, a delimitare la carreggiata stradale e a incanalare e guidare i veicoli in determinate direzioni. La larghezza minima di tali strisce è di 12 cm. La tipologia, la lunghezza dei tratti e degli intervalli e l'ambito di applicazione sono definiti nella specifica normativa.

1.3.21.4.2. Strisce di raccordo

Le variazioni nell'andamento della carreggiata e delle corsie vanno evidenziate mediante strisce di raccordo di tipo continuo obliquo e colore bianco. L'inclinazione di tali strisce rispetto all'asse stradale non deve superare il 5%.

Le zone della carreggiata non percorribili dai veicoli e delimitate da strisce di raccordo devono essere evidenziate con zebraure. Le strisce della zebraura sono di colore bianco, inclinate nel verso di percorrenza di almeno 45° rispetto alla corsia di marcia, di larghezza almeno pari a 30 cm ed intervallate da spazi di larghezza doppia.

1.3.21.4.3. Strisce trasversali

In presenza del segnale di "STOP", nelle intersezioni semaforiche e negli attraversamenti pedonali semaforizzati va utilizzata la linea trasversale continua della larghezza minima di 50 cm. La linea di arresto deve essere integrata con l'iscrizione STOP sulla

pavimentazione; la distanza tra il limite superiore dell'iscrizione ed il bordo della linea di arresto deve essere compresa tra 1 e 3 m.

In presenza del segnale "dare precedenza" si utilizza invece una serie di triangoli bianchi con la punta rivolta verso il conducente obbligato a dare precedenza. La base dei triangoli ha dimensioni comprese tra 40 e 60 cm mentre l'altezza varia conseguentemente tra 50 e 70 cm. Tale linea può essere integrata con il simbolo del triangolo tracciato sulla pavimentazione; il limite superiore del triangolo non deve distare dai vertici dei triangoli costituenti la linea di arresto meno di 2 m.

1.3.21.4.4. Attraversamenti pedonali e ciclabili

Gli attraversamenti pedonali vanno evidenziati sulla carreggiata mediante zebraure con strisce bianche parallele alla direzione di marcia dei veicoli, di lunghezza non inferiore a 2,50 m; la larghezza delle strisce e degli intervalli è di 50 cm.

Gli attraversamenti ciclabili vanno evidenziati mediante due strisce bianche discontinue, di larghezza pari a 50 cm con segmenti e intervalli lunghi 50 cm; la distanza minima tra i bordi interni delle due strisce trasversali è di 1 m per gli attraversamenti a senso unico e di 2 m per gli attraversamenti a doppio senso.

Sulle strade ove è consentita la sosta, per migliorare la visibilità, da parte dei conducenti, nei confronti di pedoni/ciclisti che si accingono ad impegnare la carreggiata, gli attraversamenti pedonali/ciclabili possono essere preceduti, nel verso di marcia dei veicoli, da una striscia gialla a zig zag avente altezza minima di 2,70 m e lunghezza di 12 m. Su tale striscia è vietata la sosta.

1.3.21.4.5. Freccie direzionali

Vanno utilizzate sulle corsie di preselezione in prossimità di una intersezione e in ogni altro attestamento rilevabile dai disegni di progetto. Sono di colore bianco, hanno una lunghezza di 5 m, sono posizionate in asse alla corsia di marcia e l'intervallo longitudinale tra più frecce uguali nella stessa corsia non deve essere inferiore a 10 m e superiore a 30 m; la distanza tra la punta della freccia e la striscia trasversale di arresto deve essere di almeno 5 m.

1.3.21.4.6. Delimitazione degli stalli di sosta

La delimitazione degli stalli di sosta va effettuata mediante il tracciamento sulla pavimentazione di strisce della larghezza di 12 cm formanti un rettangolo, entro il quale dovrà essere parcheggiato il veicolo. I colori delle strisce di delimitazione sono:

- bianco per gli stalli di sosta non a pagamento;
- azzurro per gli stalli di sosta a pagamento;
- giallo per gli stalli di sosta riservati

Nei parcheggi privati, privati a uso pubblico, e ove richiesto direttamente dal Committente, la delimitazione degli stalli di sosta, va eseguita mediante il tracciamento di una doppia striscia di larghezza 12 cm.

Gli stalli di sosta riservati alle persone invalide devono essere delimitati da strisce gialle e contrassegnati sulla pavimentazione dall'apposito simbolo; devono, inoltre, essere affiancati da uno spazio libero necessario per consentire l'apertura dello sportello del veicolo nonché la manovra di entrata e di uscita dal veicolo, ovvero per consentire l'accesso al marciapiede.

1.3.22. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

1.3.22.1. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED PER SEDE STRADALE

Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione stradale tipo AEC ITALO 2 o similare con ottica stradale a luce diretta dall'elevato comfort visivo (G4), finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza. Vano ottico, portello e canotto realizzati in pressofusione di alluminio, sottoposti a fosfocromatazione, doppia mano di fondo, passivazione a 120° C, verniciatura liquida grigia RAL 9007 o nera texturizzata, cottura a 150° C. Regolazione tramite scala graduata dell'inclinazione rispetto al manto stradale di + 15°/-5°. Diffusore in vetro sodico calcico spessore 4 mm. Vano ottico e portello sono fissati tra loro tramite cerniera e due clip che permettono l'apertura senza utensili; l'alto grado IP66 è garantito dalla guarnizione siliconica nera 50 Shore interposta tra i due elementi. Sistema automatico di ritenuta del portello in acciaio. Vano ottico completo di valvola di decompressione che ne facilita l'apertura annullando la depressione interna. Completo di circuito con led monocromatici di potenza nel colore Neutral White, riflettori in alluminio silver. Sostituibilità led in laboratorio a gruppi di 12. Gruppo di alimentazione, collegato con connettori ad innesto rapido, asportabile tramite clip. Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Driver con 4 profili di funzionamento differenti senza ausilio di controlli esterni, profili (1_2_3) fissi al 100% corrispondenti a tre differenti livelli di lumen output e profilo (4) con riconoscimento della mezzanotte con lumen output riferito al profilo 1. Profili selezionabili tramite micro interruttori (possibilità di realizzare cicli di funzionamento personalizzati mediante software dedicato ed interfaccia USB dedicata). Alimentatore elettronico selv 220-240Vac 50/60Hz. Gruppo alimentazione sostituibile. Il vano ottico è fissato all'attacco applique o testapalo tramite due viti di serraggio con sistema Elicel. Due grani di sicurezza ne facilitano il montaggio. Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore dal proiettore in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso). Tutte le viti esterne utilizzate sono in acciaio inox.

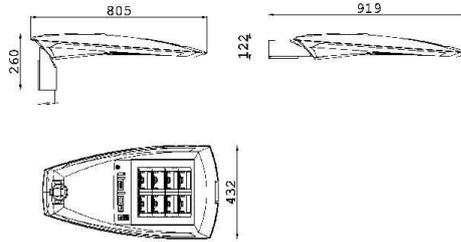
Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

Scheda prodotto

DIVISIONE TECNICA

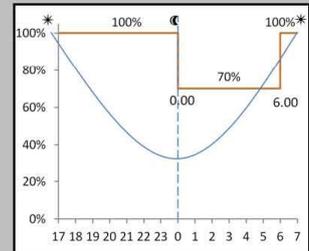
ITALO 2

Rev. GEN-15

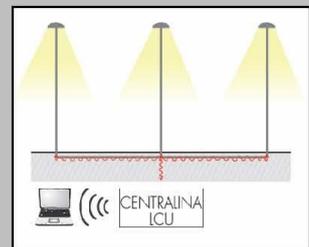


italo2

Profilo DA

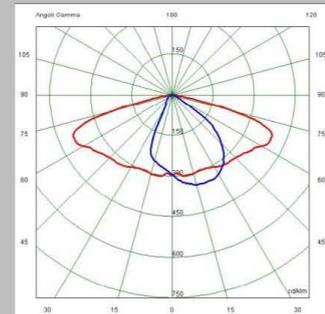


PLM



ITALO 2							
CARATTERISTICHE PRINCIPALI							
Applicazioni	Illuminazione stradale e urbana						
Gruppo ottico	STE-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale extraurbana. (0F3) STU-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale urbana e ciclopedonale (0F2H1) STW: Ottica asimmetrica per illuminazione di strade larghe e asfalti bagnati. (0F3) SV: Ottica asimmetrica per illuminazione di svincoli autostradali o strade urbane molto strette. (0F2H1) Temperatura di colore: 4000K (3000K, 5700K in opzione) CRI ≥ 70 Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP Classificazione fotometrica CIE: Semi cut-off. Classificazione fotometrica IES: Full cut-off. Efficienza sorgente LED :138 lm/W @ 700mA, Tj=85°C, 4000K						
Classe di isolamento	I, II						
Grado di protezione	IP66 con valvola di scambio pressione a membrana						
Grado di resistenza	IK09 totale						
Moduli LED	Gruppo ottico rimovibile in campo						
Inclinazione apparecchio	Testa palo 0°, +5°, +10°, +15°, +20° - Braccio: 0°, -5°, -10°, -15°, -20°						
Dimensioni e peso	Vedere disegno – 12 kg						
Superficie esposta	Laterale: 0.08m ² - Pianta: 0.3m ² SCx:0.06m ²						
Montaggio	Braccio o testa palo Ø60mm Ø33mm + Ø60mm (in opzione) Ø60mm + Ø76mm (in opzione)						
Cablaggio	Piastra cablaggio rimovibile in campo						
Temp. di esercizio	-40°C / +50°C (525mA) -40°C / +40°C (700mA)						
Temp. di stoccaggio	-40°C / + 80°C						
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3						
CARATTERISTICHE ELETTRICHE							
Alimentazione	220+240V 50/60Hz (Tolleranza standard ±10%. Altri voltaggi e tolleranze su richiesta)						
Corrente LED	525mA, 700mA						
Fattore di potenza	>0,9 (a pieno carico).						
Sezionatore	Incluso, con ferma cavo integrato						
Connessione rete	Per cavi sezione max 4mm ²						
Sistema di controllo (optional)	F: Fisso non dimmerabile. (Versione base) DA: Dimmerazione automatica con profilo preimpostato. DAC: Profilo DA custom. PLM: Scheda di comunicazione punto/punto ad onde convogliate						
Vita gruppo ottico (Ta=25°C)	<table border="1"> <tr> <th>525mA</th> <th>700mA</th> </tr> <tr> <td>>70.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)</td> <td>>50.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)</td> </tr> <tr> <td>>100.000hr L80, TM21</td> <td>>70.000hr L80, TM21</td> </tr> </table>	525mA	700mA	>70.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)	>50.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)	>100.000hr L80, TM21	>70.000hr L80, TM21
525mA	700mA						
>70.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)	>50.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)						
>100.000hr L80, TM21	>70.000hr L80, TM21						
MATERIALI							
Attacco	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.						
Dissipatore	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Struttura ad alette.						
Telaio	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.						
Copertura	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.						
Gancio chiusura	Alluminio estruso. Molla in acciaio inox.						
Gruppo ottico	Alluminio 99.85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99.95%. Alluminio classe A+ (DIN EN 16268)						
Schermo	Vetro piano temperato sp. 5mm ad elevata trasparenza.						
Pressacavo	Plastico M20x1.5 - IP68						
Guarnizione	Poliuretano						
Colore	Grigio satinato semilucido. Cod. 2B						

I dati di vita dichiarati potrebbero variare in funzione della taglia. Per favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, AEC si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.



Ottica STU-M

Tutti i dati fotometrici pubblicati sono stati rilevati in conformità alle norme UNI EN 13032-1 e IES LM 79-08

AEC Illuminazione S.r.l.
www.aecilluminazione.it - aec@aecilluminazione.it

Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

Scheda prodotto

DIVISIONE TECNICA

ITALO 2

Rev. GEN-15

italo2

Moltiplicatore per ricavare il **flusso luminoso** in funzione di T_a e T_k .

$T_a(^{\circ}C)$	Moltiplicatore
50	0,94
40	0,96
25	1,00
15	1,02
5	1,04
0	1,05
$T_k(K)$	Moltiplicatore
3000	0,90
4000	1,00
5700	1,02

Moltiplicatore per ricavare la **potenza** in funzione di T_a .

$T_a(^{\circ}C)$	Moltiplicatore
50	0,99
25	1,00
0	1,01

*Nota: consultare i limiti operativi alla voce "Temperatura di esercizio".

Legenda:

T_a = Temperatura ambiente.

T_k = Temperatura di colore.

Esempio calcolo dati apparecchio

$T_a=40^{\circ}C$

$T_k=4000K$

4 MODULI LED, 525mA, Ottica STE-M

Flusso: $8990 \times 0,96 = 8630,4 \text{ lm}$

Potenza: $78 \times 0,99 = 77,2 \text{ W}$

Efficienza: $8630,4 / 77,2 = 112 \text{ lm/W}$

FLUSSO APPARECCHIO ¹ ($T_a=25^{\circ}C$, 4000K, lm)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
4	8990	11170
5	11340	13970
6	13330	16460
7	15250	-
8	17500	-
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
4	6560	8310
5	8090	10320
6	9750	12300
7	11520	14460
8	13140	16450

FLUSSO NOMINALE LED ² ($T_j=85^{\circ}C$, 4000K, lm)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
4	10224	12936
5	12780	16170
6	15336	19404
7	17892	-
8	20448	-
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
4	7620	9644
5	9525	12055
6	11430	14466
7	13335	16877
8	15240	19288

POTENZA APPARECCHIO ¹ ($T_a=25^{\circ}C$, $V_{in}=230Vac$, W) Versione F e DA a pieno carico		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
4	78	103
5	99	128
6	116	150
7	133	-
8	152	-
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
4	60	80
5	75	100
6	90	118
7	105	137
8	117	154

POTENZA NOMINALE LED ² ($T_j=85^{\circ}C$, W)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
4	70	94
5	87	118
6	105	141
7	122	-
8	139	-
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
4	52	71
5	65	88
6	78	106
7	92	123
8	105	141

EFFICIENZA APPARECCHIO ($T_a=25^{\circ}C$, lm/W)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
4	115	108
5	115	109
6	115	110
7	115	-
8	115	-
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
4	109	104
5	108	103
6	108	104
7	110	106
8	112	107

PROTEZIONE SOVRATENSIONI Modo diff. / Modo comune		
	Classe II	Classe I
	10/6 kV	10/10 kV

*I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali con una tolleranza del +/-5%.
 Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, AEC si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.*

1: Dati nominali rilevati in laboratorio.

2: Dati nominali estrapolati da datasheet costruttore LED.

AEC Illuminazione S.r.l.
 www.aecilluminazione.it - aec@aecilluminazione.it

1.3.22.2. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED PER MARCIAPIEDE

Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione marciapiedi tipo AEC ITALO 1 o similare con ottica stradale a luce diretta dall'elevato comfort visivo (G4), finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza. Vano ottico, portello e canotto realizzati in pressofusione di alluminio, sottoposti a fosfocromatazione, doppia mano di fondo, passivazione a 120° C, verniciatura liquida grigia RAL 9007 o nera texturizzata, cottura a 150° C. Regolazione tramite scala graduata dell'inclinazione rispetto al manto stradale di + 15°/-5°. Diffusore in vetro sodico calcico spessore 4 mm. Vano ottico e portello sono fissati tra loro tramite cerniera e due clip che permettono l'apertura senza utensili; l'alto grado IP66 è garantito dalla guarnizione siliconica nera 50 Shore interposta tra i due elementi. Sistema automatico di ritenuta del portello in acciaio. Vano ottico completo di valvola di decompressione che ne facilita l'apertura annullando la depressione interna. Completo di circuito con led monocromatici di potenza nel colore Neutral White, riflettori in alluminio silver. Sostituibilità led in laboratorio a gruppi di 12. Gruppo di alimentazione, collegato con connettori ad innesto rapido, asportabile tramite clip. Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Driver con 4 profili di funzionamento differenti senza ausilio di controlli esterni, profili (1_2_3) fissi al 100% corrispondenti a tre differenti livelli di lumen output e profilo (4) con riconoscimento della mezzanotte con lumen output riferito al profilo 1. Profili selezionabili tramite micro interruttori (possibilità di realizzare cicli di funzionamento personalizzati mediante software dedicato ed interfaccia USB dedicata). Alimentatore elettronico selv 220-240Vac 50/60Hz. Gruppo alimentazione sostituibile. Il vano ottico è fissato all'attacco applique o testapalo tramite due viti di serraggio con sistema Elicel. Due grani di sicurezza ne facilitano il montaggio. Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore dal proiettore in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso). Tutte le viti esterne utilizzate sono in acciaio inox.

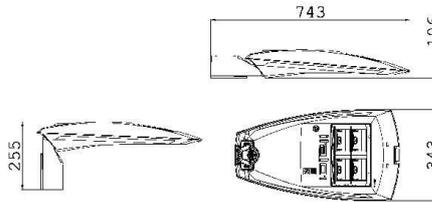
Riqualificazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

Scheda prodotto

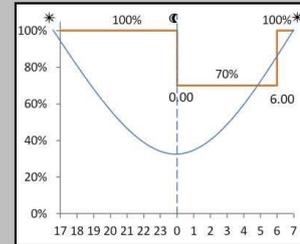
DIVISIONE TECNICA

ITALO 1

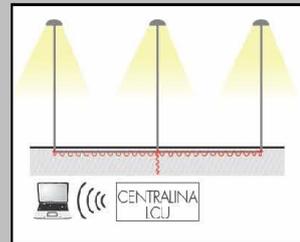
Rev. GEN-15



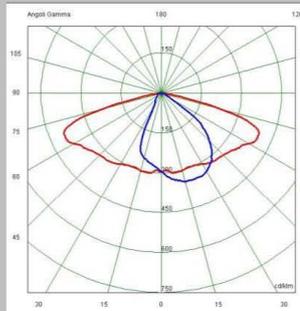
Profilo DA



PLM



ITALO 1							
CARATTERISTICHE PRINCIPALI							
Applicazioni	Illuminazione stradale						
Gruppo ottico	STE-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale extraurbana (0F3) STU-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale urbana e ciclopedonale. (0F2H1) STW: Ottica asimmetrica per illuminazione di strade larghe e asfalti bagnati. (0F3) SV: Ottica asimmetrica per illuminazione di svincoli autostradali o strade urbane molto strette. (0F2H1) Temperatura di colore: 4000K (3000K, 5700K in opzione) CRI ≥ 70 Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP Classificazione fotometrica CIE: Semi cut-off. Classificazione fotometrica IES: Full cut-off. Efficienza sorgente LED: 138 lm/W @ 700mA, Tj=85°C, 4000K						
Classe di isolamento	II, I						
Grado di protezione	IP66 con valvola di scambio pressione a membrana						
Grado di resistenza	IK09 Totale						
Moduli LED	Gruppo ottico rimovibile in campo						
Inclinazione	Testa palo: 0°, +5°, +10°, +15°, +20° Braccio: 0°, -5°, -10°, -15°, -20°						
Dimensioni	Vedere disegno.						
Peso	max 6.8 kg						
Superficie esposta	Laterale: 0.05m ² – Pianta: 0.18m ² SCx:0.04m ²						
Montaggio	Braccio o testa palo Ø60mm Ø33mm + Ø60mm (in opzione) Ø60mm + Ø76mm (in opzione)						
Cablaggio	Piastra cablaggio rimovibile in campo.						
Temp. di esercizio	-40°C / +50°C (525mA, 700mA)						
Temp. di stoccaggio	-40°C / +80°C						
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3						
CARATTERISTICHE ELETTRICHE							
Alimentazione	220-240V 50/60Hz (Tolleranza standard ±10%. Altri voltaggi e tolleranze su richiesta)						
Corrente LED	525mA, 700mA						
Fattore di potenza	>0,9 (a pieno carico, PLM) >0,95 (a pieno carico, F, DA, DAC)						
Sezionatore	Incluso, con ferma cavo integrato						
Connessione rete	Per cavi sezione max. 4mm ²						
Sistema di controllo (optional)	F: Fisso non dimmerabile. (Versione base) DA: Dimmerazione automatica con profilo preimpostato. DAC: Profilo DA custom. PLM: Scheda di comunicazione punto/punto ad onde convogliate						
Vita gruppo ottico	<table border="1"> <tr> <td>525mA (Ta=25°C)</td> <td>700mA (Ta=25°C)</td> </tr> <tr> <td>>70.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)</td> <td>>60.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)</td> </tr> <tr> <td>>100.000hr L80, TM-21</td> <td>>100.000hr L80, TM-21</td> </tr> </table>	525mA (Ta=25°C)	700mA (Ta=25°C)	>70.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)	>60.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)	>100.000hr L80, TM-21	>100.000hr L80, TM-21
525mA (Ta=25°C)	700mA (Ta=25°C)						
>70.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)	>60.000hr B20L80 (inclusi guasti critici)						
>100.000hr L80, TM-21	>100.000hr L80, TM-21						
MATERIALI							
Attacco	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.						
Dissipatore	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Struttura ad alette.						
Telaio	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.						
Copertura	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.						
Gancio di chiusura	Alluminio estruso con molla in acciaio inox.						
Gruppo ottico	Alluminio 99,85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99,95%. Alluminio classe A+ (DIN EN 16268)						
Schermo	Vetro piano temperato sp. 4mm elevata trasparenza.						
Pressacavo	Plastico M20x1.5 - IP68						
Guarnizione	Poliuretanic						
Colore	Grigio satinato semilucido. Cod. 2B						



Ottica STU-M

Tutti i dati fotometrici pubblicati sono stati rilevati in conformità alle norme UNI EN 13032-1 e IES LM 79-08

I dati di vita dichiarati potrebbero variare in funzione della taglia scelta. Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, AEC si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

AEC Illuminazione S.r.l.
www.aecilluminazione.it - aec@aecilluminazione.it

Riqualficazione funzionale architettonica dell'interfaccia Porto Città della Spezia
Intervento di protezione antifonica e relativo inserimento ambientale e paesaggistico

Scheda prodotto

DIVISIONE TECNICA

ITALO 1

Rev. GEN-15

italo1
PRODOTTO IN ITALIA

Nelle tabelle sotto riportate sono indicati i dati di potenza e flusso luminoso delle versioni disponibili. Tali parametri sono fondamentali per una corretta comparazione delle performance degli apparecchi. In particolare l'efficienza dell'apparecchio (espressa in lm/W) deve essere calcolata come il rapporto tra il flusso luminoso dell'apparecchio in uscita e la potenza assorbita dall'alimentatore in ingresso. Per completezza si riportano anche i dati nominali del flusso e della potenza dei LED utilizzati.

I dati riportati in questa scheda tecnica rispondono ai requisiti della scheda AIDI disponibile su richiesta per ogni tipologia di apparecchio.

FLUSSO APPARECCHIO ¹ (Ta=25°C, 4000K, lm)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
1	2040	2720
2	4440	5570
3	6590	8240
4	8770	10940
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
1	1540	2030
2	3210	4060
3	4870	6130
4	6450	8140

FLUSSO NOMINALE LED ² (Tj=85°C, 4000K, lm)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
1	2556	3234
2	5112	6468
3	7668	9702
4	10224	12936
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
1	1905	2411
2	3810	4822
3	5715	7233
4	7620	9644

POTENZA APPARECCHIO ¹ (Ta=25°C, Vin=230Vac, W) Versione F e DA a pieno carico		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
1	20	27,5
2	41,5	54,5
3	61	80
4	78	103
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
1	15,5	21
2	32,5	42,5
3	47	61
4	60	80

POTENZA NOMINALE LED ² (Tj=85°C, W)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
1	17	24
2	35	47
3	52	71
4	70	94
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
1	13	18
2	26	35
3	39	53
4	52	71

EFFICIENZA APPARECCHIO (Ta=25°C, lm/W)		
MODULI	525mA	700mA
	Ottica STE-M / STE-S / STW	
1	102	99
2	107	102
3	108	103
4	112	106
MODULI	Ottica STU-M / STU-S / SV	
1	99	97
2	99	96
3	104	100
4	108	102

PROTEZIONE SOVRATENSIONI Modo diff. / Modo comune		
MODULI	Classe II	Classe I
	1	10/7 kV
2	10/10 kV	10/10 kV
3	10/10 kV	10/10 kV
4	10/6 kV	10/10 kV

Nota: Le caratteristiche del prodotto elencate sono soggette a variazioni e dovranno essere confermate in fase di ordine. I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali con una tolleranza del +/-5%.

Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, AEC si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

1: Dati nominali rilevati in laboratorio.

2: Dati nominali estrapolati da datasheet costruttore LED.

Moltiplicatore per ricavare il **flusso luminoso** in funzione di Ta e Tk.

Ta(°C)	Moltiplicatore
50	0,94
40	0,96
25	1,00
15	1,02
5	1,04
0	1,05
Tk(K)	Moltiplicatore
3000	0,90
4000	1,00
5700	1,02

Moltiplicatore per ricavare la **potenza** in funzione di Ta.

Ta (°C)	Moltiplicatore
50	0,99
25	1,00
0	1,01

Legenda:

Ta = Temperatura ambiente.

Tk = Temperatura di colore.

Esempio calcolo dati apparecchio

Ta=40°C

Tk=4000K

4 MODULI LED, 525mA, Ottica STE-M

Flusso: 8770 x 0,96 = 8419,2 lm

Potenza: 78 x 0,99 = 77,2 W

Efficienza: 8419,2 / 77,2 = 109 lm/W

AEC Illuminazione S.r.l.
www.aecilluminazione.it - aec@aecilluminazione.it

1.3.22.3. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED INTERRATI PER ZONA VERDE VERTICALE ED ATTRAVERSAMENTO PEDONALE

Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione per illuminazione zona verde verticale tipo Simes Miniplano Art. S.5438 o similare. CIRCUITO LED 6000K 230V 4.5W CRI 70 Flusso luminoso apparecchio: 411lm Potenza totale assorbita: 6W Efficienza luminosa apparecchio: 69lm/W, Apparecchio calpestabile da installazione a terra. Profondità 135mm. Grado di protezione IP 67, Corpo in pressofusione di alluminio primario "Copper Free" EN AB-44100 ad elevata resistenza all'ossidazione. Lavorazione di burattatura per la preparazione alla fase di verniciatura. Viti in acciaio INOX A4 a forte tenore di molibdeno 2,5-3%. Guarnizioni in silicone ricotto. Doppia verniciatura extraresistente eseguita in 3 fasi:

1) Trattamento di BONDERITE con protezione chimica di materiale fluozirconico privo di metalli contenente nanoparticelle ceramiche che creano uno strato coesivo, inorganico, di elevata densità.

2) Ciclo di PRE-POLIMERIZZAZIONE con applicazione del fondo epossidico con caratteristiche di sovraverniciabilità all'apparecchio e di elevata resistenza all'ossidazione grazie alla presenza di zinco.

3) Ciclo di POLIMERIZZAZIONE con l'applicazione di polvere poliestere con elevate caratteristiche di resistenza ai raggi UV ed agenti atmosferici, con resistenza al test di nebbia salina di 1500h. Resistenza meccanica del vetro IK 09 Carico massimo 1000 Kg

DATI TECNICI:

- Alimentazione: AC 220V-240V con alimentatore 10V:25V installato nel corpo segna passo.
- Angolo di Illuminazione: 60° Consumo: 5W
- Numero di LED: 5 da 1W
- Colorazione: Luce Bianco Caldo, Bianco Puro, Bianco Freddo
- Potenza in Lumen: 450 Lumen Luce Bianca
- Dimensioni: D. Tot. 65mm, H. 75mm
- Peso: 100g Attacco Lampada: cavo diretto
- Temperatura emessa: < 50° C
- Durata/Vita: 50.000 ore
- Grado di Protezione: IP68 - CE - RHOS Classe di isolamento: CLASSE I

PERFORMANCE ILLUMINOTECNICA

Vetro di protezione semiacidato temprato di spessore 6 mm. di tipo sodico calcico Weissglass ad elevato valore di trasmittività + 12% (rispetto ad un comune vetro).

Sorgente luminosa, con posizione lampada basculante $\pm 15^\circ$. Rendimento --

BASSA TEMPERATURA SUPERFICIALE Vetro Weissglass in grado di assorbire minore energia rispetto ai vetri tradizionali grazie alla elevata trasmittività. Temperatura del vetro 41°C (Ta 25°C) Ottimizzazione del layout dei componenti all'interno al prodotto permette un'ottima dissipazione del calore contenendo la temperatura interna entro limiti ammissibili.

CASSAFORMA PER INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

Fornito con cassaforma in polipropilene con bordo esterno in acciaio INOX AISI 316L predisposta per l'entrata dei cavi che permette di: 1) eseguire un facile cablaggio; 2) alloggiare il connettore rapido; 3) eseguire facilmente la rimozione dell'apparecchio per la manutenzione.

CABLAGGIO

0.5m di cavo di alimentazione di tipo H07RN-F chiuso tramite il pressacavo PG 13.5 (\emptyset 6÷12 mm), sigillato con resina epossidica bicomponente e cablato internamente con i cavi ricoperti da guaine protettive in silicone calzavetro. Fornito in dotazione il connettore rapido M20 (\emptyset 5÷14 mm) per collegamento passante singolo, da alloggiare all'interno

della cassaforma. Cambio lampada frontale senza estrarre completamente l'apparecchio.
Classe di isolamento: CLASSE I.
Cambio lampada frontale senza estrarre completamente l'apparecchio.

1.3.22.4. PALI E SOSTEGNI

I pali saranno del tipo in lamiera di acciaio zincato a caldo o in vetroresina, tipo troncoconico curvo o diritto, e dovranno essere posati entro apposito plinto prefabbricato in cls vibrato di dimensioni 80x80x100cm con resistenza caratteristica non minore di Rck 40 N/mm² per pali di illuminazione, tale da garantire la facilità di posa dei servizi grazie alla predisposizione di appositi fori. Il plinto deve essere realizzato da azienda in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001. I plinti dovranno essere utilizzati per un rapido e preciso posizionamento dei pali stradali nelle varie dimensioni per garantire la portata dei pali nelle varie altezze. Devono essere dimensionati in funzione dell'altezza del palo e della zona sismica (D.M. 14.01.2008) e devono essere certificati secondo le norme UNI NTC del 2008.

Nel plinto dovranno essere ricavati:

- Un pozzetto ispezionabile con fori laterali per l'innesto dei cavidotti;
- Un foro disperdente alla base;
- Fori passacavi;
- Foro alloggiamento del palo;

Inoltre dovrà essere utilizzabile con chiusini sia in ghisa che in cls. Il palo deve essere bloccato nel basamento attraverso l'utilizzo di sabbia e cemento e la distanza di posizionamento di due pali successivi deve essere compresa tra 20 e 30 metri in accordo con i calcoli illuminotecnici.

1.3.22.5. CASSETTA DI DERIVAZIONE DA PALO

Le cassette per derivazione da palo impiegate, saranno costituite da un contenitore ed una base isolante in resina poliammidica autoestinguente, sulla quale è alloggiata la morsettiera in classe II, per il collegamento al corpo illuminante ed alla linea di alimentazione. Il collegamento dei vari corpi illuminanti sarà realizzato mediante entra-esci.

1.3.22.6. SONDE FOTOELETTRICHE

Saranno costituite da un complesso di strumentazioni di rilevamento della luminanza esterna per permettere l'accensione automatica dei circuiti luce.

La stazione di rilevamento esterna per la luminanza debilitante sarà costituita da:

- Una sonda fotosensibile tarata sui parametri di sensibilità spettrale dell'occhio umano, per la determinazione della luminanza debilitante;

La stazione sarà contenuta entro custodia stagna IP65 adatta per l'installazione all'aperto con la sonda fotosensibile alloggiata entro dispositivo ottico a cannocchiale.

1.3.22.7. LAMPADE STREP LED PER ILLUMINAZIONE BARRIERA

Fornitura e posa in opera di BARRA LED L = 1 m, CIRCUITO LED 4200K 24V CRI 80, Flusso luminoso apparecchio: 470lm, Potenza totale assorbita: 5.2W, Efficienza luminosa apparecchio: 90lm/W,

TIPOLOGIA

Apparecchio da installazione a parete. Grado di protezione IP 65

CARATTERISTICA DEI MATERIALI

Barra di fissaggio in alluminio estruso anodizzato EN AW-6060 a basso tenore di rame ad elevata resistenza all'ossidazione. Viti in acciaio INOX A4 a forte tenore di molibdeno 2,5-3%. Guarnizioni in silicone ricotto. Resistenza meccanica del vetro IK 08 Carico massimo. PERFORMANCE ILLUMINOTECNICA Diffusore acidato di protezione in policarbonato stabilizzato ai raggi UV di spessore 1,5 mm. Sorgente luminosa con posizione lampada fissa. Rendimento --

INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

Tappi in silicone trasparente. Il circuito LED ed il profilo in alluminio sono facilmente sezionabili. Il profilo può essere tagliato a piacimento utilizzando un seghetto per metallo. La lunghezza del circuito può essere ridotta in sezioni da 10 cm e multipli: per ottenere un effetto ottimale di illuminazione, dopo aver tagliato il circuito con un tronchese, è necessario riposizionarlo al centro del profilo in alluminio. Esempio: nel caso di una finestra larga 87cm, la barra da 1m andrà tagliata a 87cm, mentre il circuito dovrà essere ridotto a 80cm (sezionandolo dalla parte opposta al cavo di alimentazione) e posizionato al centro della barra per ottenere una distribuzione della luce uniforme.

1.3.22.8. SIGILLATURA POZZETTI

Ogni cavidotto presente nel pozzetto dovrà essere sigillato con MUTISEAL o simile per impedire l'accesso all'acqua ed ai roditori.

MULTISEAL



:: DESCRIZIONE

Il prodotto MULTISEAL nasce per soddisfare la richiesta di impedire l'ingresso dei roditori nei locali tecnici, garantendo nel contempo una facile manutenzione delle sezioni da sigillare.

L'evoluzione della linea MULTISEAL ha portato allo sviluppo di prodotti che oltre a fungere da barriera ai roditori, garantiscono la propria affidabilità ed efficacia anche in presenza di acqua ed in caso di incendi.

Mentre i roditori non sono in grado di rosicchiare il prodotto, l'utilizzatore, se necessario, lo può facilmente forare o rimuovere per qualsiasi tipo di manutenzione.

Adatto alla sigillatura di entrate cavi, cavidotti e canale elettriche, il suo assortimento rende possibile la realizzazione di barriere pressoché su ogni tipo di sezione e superficie.

MULTISEAL è prodotto secondo il Regolamento Europeo EC n° 1907/2006 concernente la Registrazione, Valutazione ed Autorizzazione delle Sostanze Chimiche (REACH).



:: CARATTERISTICHE

In condizioni ottimali (temperatura superiore ai 15 °C ed umidità relativa inferiore al 70%) le sigillature ottenute con la pasta sfusa si consolidano nel giro di 24 ore, nel frattempo l'inattaccabilità della sigillatura "fresca" è garantita da appositi repellenti che si sprigionano durante la fase di essiccamento.

La sigillatura MULTISEAL, anche in presenza più o meno continuativa di acqua, non vede alterare la sua affidabilità di prestazione ed in caso di incendio non partecipa alla sviluppo della fiamma (la classe di reazione al fuoco è "B-s1-d0").

VERSATILE: la gamma MULTISEAL permette all'utilizzatore di scegliere il formato e prodotto che meglio si adatta alla forma ed alla dimensione dell'apertura da sigillare.

FACILE DA USARE: MULTISEAL è facilmente utilizzabile e lavorabile con semplici strumenti (non elettrici) ed è possibile tagliare i manufatti nella forma o dimensione desiderate senza bisogno di tavoli da lavoro, né occorrono griglie di sostegno per la posa, così l'installazione risulta facile e precisa.

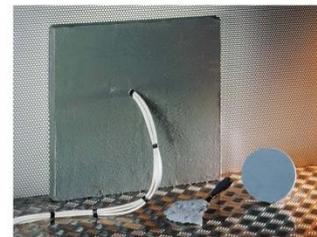
APPLICAZIONI:

- Entrate cavi • Cavidotti • Canale elettriche ...



:: FORMATI DEL PRODOTTO

- MULTISEAL pasta sfusa in confezione da 1, 7 e 20 Kg
- Manufatti presolidificati con anima in copolimero rivestiti di pasta MS:
 - MULTISEAL FORM Ø 20 cm, spessore 4 cm
 - MULTISEAL PANEL 50 x 60 x 4 cm



www.multitecno.com

MULTITECNO SRL - Via Ita Marzotto, 8 - 30025 Fossalta di Portogruaro (VE)
Quanto precede ai fini della Legge 196/03 sulla tutela dei dati personali

1.3.22.9. APPARECCHIATURE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA

1.3.22.9.1. Impianto di terra

Dovrà essere realizzato un collettore di terra costituito da una corda di rame nuda da 70mm² con derivazioni incorda isolata H07V-K 35mm² verso le scatole di derivazione.

1.3.22.9.2. Quadri stradali di bassa tensione

I quadri stradali di bassa tensione dovranno essere di tipo e di forma indicata nel progetto, realizzati affiancando scomparti completamente normalizzati, contenenti le apparecchiature di bassa tensione, pure normalizzate, progettati singolarmente e nel loro insieme per offrire con la massima semplicità costruttiva una molteplicità di impiego per soddisfare le più svariate esigenze dell'impianto.

1.3.22.9.3. Caratteristiche tecniche

Caratteristiche ambientali:

temperatura ambiente massima	40°C
temperatura ambiente media (rif. 24 h)	35° C
temperatura ambiente minima	-10° C
umidità relativa massima 25°C	90%
installazione all'esterno	
altitudine s.l.m.	<1000 m

Caratteristiche elettriche:

tensione di esercizio	400V
frequenza nominale	50 Hz
sistema elettrico	trifase + neutro

1.3.22.9.4. Rispondenza a norme tecniche e leggi antinfortunistiche

Per quanto non espressamente precisato nel presente Capitolato, i quadri dovranno essere rispondenti alle specifiche norme vigenti all'atto della fornitura e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Protezione esterna IP65
- Impiego di materiali isolanti ad alto grado di auto estinguibilità e completa segregazione tra i singoli scomparti, per impedire il diffondersi di incendi
- Messa a terra franca di tutta la struttura del quadro e dei componenti estraibili per tutta la corsa di sezionamento od inserzione
- Protezioni IP20 dopo la traslazione degli interruttori estraibili o sezionabili
- Isolamento in aria di tutte le parti in tensione
- Blocchi meccanici ed elettromeccanici in conformità allo schema di progetto del singolo contratto applicativo
- Accessibilità agli apparecchi ed ai circuiti senza pericolo di contatti con i componenti in tensione
- Accurata scelta dei materiali isolanti impiegati in base a caratteristiche di bassa emissione di fumi
- Dimensioni minime 1500mm x 600mm x 400mm

Gli scomparti dovranno essere forniti completamente montati e provati in tutti i loro componenti ed allestimenti definitivi, con prove di officina eseguite in presenza della Direzione Lavori.

1.3.22.9.5. Composizione e suddivisione del quadro

I quadri saranno costituiti da scomparti affiancati e saranno completamente chiusi e bullonati tra loro. La modularità degli scomparti e dei vari componenti dovrà consentire eventuali futuri ampliamenti sui due fianchi. I vari scomparti dovranno essere completamente segregati fra di loro e saranno a loro volta compartimentati in celle elementari metallicamente segregate le une dalle altre come indicato negli elaborati di progetto del singolo contratto applicativo.

1.3.22.9.6. Struttura

Ogni scomparto dovrà essere un'unità indipendente, costituita da una struttura autoportante, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, messi insieme tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica. Su tale struttura, ove previsto progettualmente dai singoli contratti applicativi, dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi.

1.3.22.9.7. Interruttori

Gli interruttori generali di macchina dovranno essere di tipo scatolato o di tipo aperto in base alla potenza nominale del trasformatore. Il potere d'interruzione dovrà essere adeguato al valore di potenza massima prevista sulla distribuzione in bassa tensione. Gli interruttori d'utenza dei circuiti esterni potranno essere di tipo scatolato e/o modulari in esecuzione fissa. Gli interruttori che alimentano i circuiti di cabina dovranno essere di tipo modulare in esecuzione fissa. Gli interruttori suddetti dovranno essere opportunamente coordinati tra di loro in modo da garantire la selettività, la protezione dei circuiti e tarati secondo quanto indicato negli schemi di progetto dei singoli contratti applicativi. Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito trifase calcolata sulle sbarre del quadro di b.t. Eccezioni: in alcuni casi il potere di interruzione dell'interruttore automatico potrà essere inferiore alla corrente di corto circuito suddetta, se a monte esiste un dispositivo:

- Che abbia un potere di interruzione corrispondente alla corrente di corto circuito sopra determinato (filiazione);
- Che limiti l'energia specifica passante (Ft) a un valore inferiore a quello ammissibile dall'interruttore automatico e dai conduttori protetti.

1.3.22.9.8. Circuiti ausiliari e cablaggi

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori. Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione. Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio (sec. CEI 20-22), di sezione non inferiore a 1,5mmq per i circuiti ausiliari e 2,5mmq per i circuiti di potenza. Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni. I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti. Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra. Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettieria per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo. Una sbarra collettrice in rame, avente una sezione nominale di 200mmq, dovrà percorrere longitudinalmente tutto il

quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali. Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti. Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm². Il ciclo di verniciatura per i quadri di bassa tensione dovrà essere del tutto simile a quello previsto per i quadri di media tensione. Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie
- Golfari di sollevamento
- Vernice per ritocchi punti danneggiati
- Schemi e disegni di progetto dei singoli contratti applicativi
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro
- Targhe d'identificazione apparecchiature
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria
- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al DLGS. 81/08 ed al D.L. 626;
- Prove di tipo
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

1.3.22.9.9. Elenco delle prove

L'Appaltatore dovrà produrre copia dei certificati relativi alle prove di tipo realizzate da un laboratorio indipendente attestanti la rispondenza del quadro e delle apparecchiature alle Norme vigenti. In particolare è richiesta dimostrazione delle seguenti prove:

- Prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti di potenza;
- Prova di tensione dei circuiti ausiliari;
- Prova di funzionamento meccanico;
- Prova dei dispositivi ausiliari;
- Verifica dei cablaggi;
- Controllo dell'intercambiabilità dei componenti estraibili e degli altri componenti identici fra loro per costruzione e caratteristiche;
- Prova per la verifica dei limiti di sovratemperatura;
- Prova per la verifica delle distanze in aria e superficiali;

1.3.22.10. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

1.3.22.10.1. Generalità

Lo scopo della realizzazione degli impianti fotovoltaici è quello di conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- La compatibilità con esigenze di tutela ambientale;
- Un risparmio di combustibile fossile;
- Una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il dimensionamento energetico degli impianti fotovoltaici connessi alla rete del distributore viene effettuato tenendo conto di tre fattori importanti:

- Disponibilità di spazi sui quali installare gli impianti fotovoltaici;
- Disponibilità della fonte solare;
- Fattori morfologici e ambientali.

La quantità di energia elettrica che si può produrre deve essere calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1. Il principio progettuale utilizzato per il dimensionamento di un

impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento.

I moduli del campo fotovoltaico devono essere montati su supporti in alluminio, assemblati in modo tale che l'inclinazione dei pannelli rispetto al suolo sia tipicamente di 30°.

La maggior parte delle celle fotovoltaiche attualmente in commercio sono realizzate tramite semiconduttori in silicio.

Le principali tipologie di celle fotovoltaiche sono:

- Celle in silicio monocristallino;
- Celle in silicio policristallino.

Le celle in silicio monocristallino sono realizzate a partire da cristalli di silicio ad elevato grado di purezza, che vengono prima fusi e poi fatti solidificare in modo da ottenere un lingotto di forma cilindrica costituito da un monocristallo, avente un diametro compreso tra i 13 e i 20 cm e un'altezza di circa 200 cm. Il cristallo viene successivamente tagliato a fette sottili dello spessore di $250 \div 350 \mu\text{m}$, dette celle, che andranno a costituire i moduli o pannelli fotovoltaici, ottenuti collegando tra loro più celle.

I pannelli fotovoltaici monocristallini presentano rendimenti tipici minori o uguali al 16,5%, mentre sono del 20-22% per i moduli ad alte prestazioni.

Le celle in silicio policristallino hanno costi minori delle monocristalline e sono tipicamente ottenute per fusione degli scarti del processo industriale di produzione dei moduli monocristallini. I pannelli fotovoltaici policristallini presentano rendimenti tipici 15-16%, e 18-20% per i moduli ad alte prestazioni.

1.3.22.10.2. Modulo fotovoltaico in silicio policristallino da 327Wp

Modulo fotovoltaico in silicio policristallino da 327Wp costituito da vetro temperato antiriflesso di spessore minimo 3mm con basso contenuto di ferro per ottimizzare la raccolta della luce, da una cornice in alluminio anodizzato che conferisce solidità e robustezza costante, resistendo a carichi e sollecitazioni climatiche come neve e ghiaccio.

Il pannello dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- SUN POWER o simile MODULO E20-327 POTENZA PICCO: 327W(p)
- EFFICIENZA MEDIA MODULO: 20.1%
- CORRENTE C.C: 6.46A
- TENSIONE MASSIMA POTENZA: 54.7V
- CORRENTE MASSIMA POTENZA: 5.98°

Il modulo fotovoltaico viene fornito con cavo solare FG21M21 di sezione minima 4mmq e lunghezza di almeno 1m. Nel prezzo sono compresi tutti gli accessori ed ogni altro onere, previsto o prevedibile, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

1.3.22.10.3. Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto da un convertitore statico (Inverter). Il convertitore c.c./c.a. utilizzato per un impianto fotovoltaico deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico stesso alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. L'inverter di stringa da esterno per applicazioni fotovoltaiche dovrà, quindi, avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- N° 1 (o 2) INVERTER IP65 30kW (o 2 x15kW) TRIFASE

- ingressi MPPT=2,
- Max nu. stringhe in parallelo (in A / in B): 5 / 1
- Max corrente (in A / in B): 33A / 11A
- Rendimento massimo: 97,5%
- Pn CC=15,3kWp, Pn AC=15kW,
- Pmax AC=11,4kW, In AC=3x24A, In CC=3x27,7A
- PV voltage range 150 - 850V

Il dispositivo dovrà essere dotato, inoltre, di porta seriale RS485 per diagnostica e controllo da remoto e uscita ausiliaria DC (24 V, 300mA). Nel prezzo sono compresi tutti gli accessori ed ogni altro onere, previsto o prevedibile, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

1.3.22.10.4. Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC;
- Tipo FG21M21 per cavi in corrente continua, posati all'esterno, per il collegamento tra le stringhe e i quadri di stringa;
- Tipo NO7V-K (1xn) per cavi in corrente alternata, per i collegamenti all'interno del quadro generale dove sono inseriti gli interruttori automatici magnetotermici, gli scaricatori di sovratensione e l'interruttore magnetotermico differenziale generale;
- Tipo FG7OR (1xn+nC) per cavi in corrente alternata, per il collegamento tra ogni inverter e il quadro generale in corrente alternata;
- Tipo FG7OR (3xn+nC) per il cavo che collega il quadro generale in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico e il quadro di misura fiscale (contatore ENEL);
- Tipo FG7OR (3xn+nC) per il cavo che collega il quadro di misura fiscale e il quadro elettrico di arrivo;
- Tipo NO7V-K (1xn) per i cavi dei conduttori di protezione lato corrente continua e corrente alternata.

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22 II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL. Con ogni sezione adottata la caduta di tensione dovrà sempre essere contenuta entro il 2% del valore misurato partendo da qualsiasi modulo del campo fotovoltaico fino al gruppo di conversione.

1.3.22.10.5. Quadro di stringa lato corrente continua

I quadri elettrici installati tra il campo fotovoltaico e gli inverter consentiranno il sezionamento di ogni singola stringa di pannelli, la protezione di ogni stringa ed ogni inverter da sovracorrenti (cortocircuito) e da sovratensioni (fulminazione indiretta). Per ogni singola stringa dovranno essere montati in serie i seguenti componenti:

- Sezionatore non apribile sotto carico con fusibile categoria utilizzo DC20;
- Limitatore di sovratensione di tipo combinato (limitazione ed innesco) a varistori e spinterometro, costituito da moduli di protezione di tipo II, secondo CEI EN 61643-11;

Per ogni quadro in corrente continua sarà montato un sezionatore apribile sotto carico Multipolare. Ciascun quadro sarà realizzato con grado di protezione IP65.

1.3.22.10.6. Quadro generale lato corrente alternata

Il quadro elettrico generale deve essere installato tra l'inverter e il gruppo di misura e deve contenere n.1 interruttore automatico magnetotermico quadripolare. A valle dell'interruttore sarà installato un ulteriore dispositivo magnetotermico quadripolare in

serie con un interruttore differenziale di tipo A e corrente di intervento di 0.3A. Il quadro elettrico sarà realizzato con un grado di protezione IP65.

1.3.22.10.7. Quadro di sezionamento

Il quadro elettrico di sezionamento deve essere installato a valle del gruppo di misura dell'energia elettrica prodotta e a monte del quadro elettrico di arrivo. Dovrà contenere un dispositivo di sezionamento. La funzione di questo sezionatore è quella di evitare che durante la connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica, oppure durante interventi di manutenzione sul gruppo di misura, si debba aprire l'interruttore generale del quadro elettrico a cui viene collegato l'impianto.

1.3.22.10.8. Impianto di messa a terra

Il campo fotovoltaico dovrà essere gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra, mentre tutte le masse del campo fotovoltaico devono essere obbligatoriamente messe a terra.

Ciascun modulo fotovoltaico installato all'interno del campo fotovoltaico deve avere classe II di isolamento, deve essere perciò dotato di doppio isolamento (isolamento principale e isolamento supplementare). Ciascun cavo in corrente continua utilizzato per il collegamento tra le stringhe e gli inverter dovrà avere classe II di isolamento, dovrà quindi essere dotato di una guaina per la protezione meccanica e di un isolamento rinforzato per il sistema elettrico servito.

I supporti metallici dei moduli (strutture portanti del campo fotovoltaico) non sono da considerarsi masse (non devono quindi essere collegate a terra) se vengono utilizzati cavi in corrente continua con classe II di isolamento. A valle dell'inverter il sistema fotovoltaico diventa un'estensione della rete, la quale deve essere dotata di almeno un punto di messa a terra. Il sistema fotovoltaico è quindi a terra tramite la rete, pertanto si può considerare la parte di impianto a valle dell'inverter come un sistema TT (sistema elettrico collegato a terra e masse collegate a terra). E' quindi obbligatorio collegare a terra tutte le masse (lato generatore) a monte del punto di parallelo con la rete, tali masse saranno protette da un interruttore differenziale montato a valle dell'ultima massa lato generatore. Il punto di parallelo tra l'impianto fotovoltaico e la rete deve essere a monte di tutti i dispositivi differenziali che proteggono le masse dell'impianto utilizzatore (CEI 64-8).

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a supportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

1.3.22.10.9. Sistema di controllo e monitoraggio

Il sistema di controllo e monitoraggio deve essere in grado di valutare la produzione di energia attesa da un impianto fotovoltaico, a partire dall'energia solare che arriva effettivamente sul pannello, e dall'energia elettrica prodotta e misurata all'uscita degli inverter. Il sistema di controllo e monitoraggio prevede l'utilizzo di un datalogger in grado di acquisire i dati forniti dall'inverter, lo stesso dispositivo è inoltre connesso al sensore di irraggiamento, per rilevare la radiazione solare incidente sulla superficie dei moduli, e per l'acquisizione della temperatura per la calibrazione. Il sensore di irraggiamento sarà installato presso l'impianto fotovoltaico e sarà gestito da un dispositivo che provvede ad acquisire i dati e a inviarli (tramite modem GPRS o rete Ethernet) al centro di controllo remoto. Il sistema di controllo e monitoraggio, deve permettere, per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter e dei moduli installati.

1.3.22.11. TUBI PROTETTIVI RIGIDI IN PVC PER POSA INTERRATA (CAVIDOTTI)

Descrizione	Caratteristiche
Tipo	A doppia parete corrugato all'esterno e liscio all'interno
Materiale	Polietilene ad alta densità
Resistenza allo schiacciamento	≥ 450 N
resistenza di isolamento	100 M Ω
Conforme a Norme	CEI EN 50086-2-4 / CEI 23-46 / Variante A1
Marchio	IMQ.
Tipo di posa	<ul style="list-style-type: none">- Entro scavo predisposto ad una profondità non inferiore a 50 cm dal piano stradale (da impiegare per i tratti ove non è possibile utilizzare le canalizzazioni di tipo rigido)- Annegato all'interno di fabbricati e cabine.- Sottotraccia per risalite in galleria.