Comune di Napoli
Data: 02/11/2026, DETDI/2026/0000944

LINEA TRANVIARIA DI NAPOLI

FORNITURA DI **N. 35 TRAM** BIDIREZIONALI

Procedura negoziata, ai sensi dell'art. 76 comma 4 lett. b) del D.Lgs. 31 marzo 2023 n. 36, mediante la conclusione di un accordo quadro con un unico operatore economico, ai sensi dell'art. 59, comma 3, del D.Lgs. 36/2023 per la fornitura di n. 35 tram bidirezionali.

CUP: B60I26000000005	CIG:	

TITOLO:

CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA

00	10/2026				
Rev.	**Data**	**Descrizione revisione documento**	**Redatto**	**Controllato**	**Approvato**

Sommario

PREMESSA: ELEMENTI NON VARIABILI E RICHIESTI A PENA DI ESCLUSIONE 7
1. CARATTERISTICHE DELLA RETE TRANVIARIA 7
2. MODALITÀ DI IMPIEGO DEL TRAM 10
3. PROGETTO TECNICO 11
A. CRITERI DI SVILUPPO DELLA FORNITURA. 12
A.1 PIANO DI GESTIONE DELLA FORNITURA. 12
A.2 GESTIONE DELLA PROGETTAZIONE 13
A.2.1 ACCESSIBILITÀ, ESTRAIBILITÀ, MANIPOLABILITÀ E PULIZIA 13
A.2.2 IMPATTO SULL'AMBIENTE 13
A.2.3 RUMORE 14
A.3 GESTIONE DELLE SUB-FORNITURE 15
A.4 GESTIONE DELLA PRODUZIONE 15
A.5 GESTIONE DELLE CERTIFICAZIONI 15
A.6 CONSEGNA E MESSA A PUNTO. 17
A.6.1 PROVE IN FABBRICA E CONSEGNA. 17
A.6.2 TEST & COMMISSIONING 17
A.6.3 RODAGGIO. 17
A.7 ACCETTAZIONE. 17
A.8 MESSA IN SERVIZIO - PASSAGGIO DI PROPRIETÀ. 18
A.9 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO, MANUALI, *SOFTWARE* E ISTRUZIONE DEL PERSONALE ANM. 18
A.9.1 GENERALITÀ. 18
A.9.2 FORMATO. 19
A.9.3 ELENCO DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA A CORREDO DEI ROTABILI - TEMPISTICHE DI CONSEGNA. 19
A.9.3.1 SCOMPOSIZIONE AD ALBERO DEL ROTABILE E ANALISI DI SICUREZZA. 21
A.9.3.2 DISEGNI D'ASSIEME E COSTRUTTIVI DI COMPONENTI, DISEGNI DELLE STRUTTURE CASSE E CARRELLI, DISEGNI DI ALLESTIMENTO E MONTAGGIO, SCHEMI ELETTRICI E FLUIDICI. 21
A.9.3.3 DOCUMENTAZIONE DELLE PARTI ELETTRONICHE - DIAGNOSTICA DI 1°, 2° E 3° LIVELLO. 21
A.9.3.4 *SOFTWARE* ESEGUIBILI DELLE PARTI ELETTRONICHE. 22
A.9.3.6 SPECIFICHE E REPORT DI PROVA. 22
A.9.3.7 DOCUMENTAZIONE RELATIVA AI MATERIALI DI CONSUMO. 23
A.9.4 LIBRETTI MINISTERIALI. 23
A.9.5 MANUALI E CATALOGHI RICAMBI. 23
A.9.5.1 MANUALI. 23

A.9.5.2 CATALOGHI RICAMBI. 24
A.9.6 ADDESTRAMENTO. 25
B.PROVE. 27
B.1 GENERALITÀ. 27
B.1.1 PIANO DELLE PROVE. 28
B.1.2 DOCUMENTAZIONE PROBATORIA. 28
B.2 PROVE SU COMPONENTI. 28
B.2.1 COMPLESSIVI PRINCIPALI. 28
B.3 PROVE DI TIPO SUL ROTABILE COMPLETO. 29
B.4 PROVE DI SERIE SUL ROTABILE COMPLETO. 31
B.4.1 PROVE DI SERIE “IN FABBRICA”. 31
B.4.2 PROVE DI SERIE “IN ANM”. 31
C.SPECIFICA TECNICA DEL VEICOLO. 33
C.1.1 REQUISITI GENERALI. 33
C.1.2 ACCOPPIABILITÀ. 33
C.1.3 BARRE DI ACCOPPIAMENTO. 34
C.2 COMFORT. 34
C.3 STRUTTURE E MASSE. 35
C.4 TRAZIONE E FRENATURA. 36
C.4.1 GENERALITÀ. 36
C.4.2 TRAZIONE. 36
C.4.2.1 ACCELERAZIONE. 36
C.4.2.2 VELOCITÀ MASSIMA. 36
C.4.2.3 MARCIA IN CONDIZIONI DEGRADATE, BY-PASS DELLE SICUREZZE E CONSENSI ALLA TRAZIONE. 36
C.4.2.4 RETROMARCIA. 37
C.4.3 FRENATURA. 37
C.4.3.1 FRENATURA DI SERVIZIO. 37
C.4.3.2 FRENATURA DI SICUREZZA. 37
C.4.3.3 FRENATURA DI EMERGENZA. 37
C.4.3.4 FRENATURA A PATTINI ELETTROMAGNETICI. 37
C.4.3.5 FRENO DI TRATTENUTA. 38
C.4.3.6 FRENO DI STAZIONAMENTO. 38
C.5 SICUREZZA. 38
C.5.1 PROTEZIONE DAL FUOCO. 38
C.5.2 SISTEMA RETROVISIVO. 38
C.6 CASSA. 38
C.6.1 STRUTTURA DELLA CASSA E DEL TELAIO. 40
C.6.1.1 RESISTENZA DELLA STRUTTURA. 40
C.6.1.2 PROTEZIONE DA URTI. 40

C.6.1.3 CALCOLI DELLA STRUTTURA. 41
C.6.2 INTERCOMUNICANTE. 41
C.6.3 TARGHETTE E PITTOGRAMMI. 41
C.6.4 SPAZI PUBBLICITARI E AVVISI. 42
C.6.5 SEDILI. 42
C.6.6 MANCORRENTI E PIANTANE. 42
C.6.7 FINESTRINI. 42
C.6.8 PAVIMENTO. 43
C.6.9 POSTAZIONI PER I PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE. 43
C.6.10 CLIMATIZZAZIONE COMPARTO PASSEGGERI. 43
C.6.11 CABINA DI GUIDA. 44
C.6.11.1 CARATTERISTICHE DEL POSTO GUIDA. 44
C.6.11.2 PORTE DI ACCESSO ALLA CABINA DI GUIDA. 47
C.6.11.3 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE/VENTILAZIONE DELLA CABINA. 48
C.7 CARRELLI. 48
C.7.1 STRUTTURA. 49
C.7.2 SALA MONTATA. 49
C.7.2.1 CARATTERISTICHE DEL RODIGGIO. 50
C.7.3 IMPIANTO FRENO MECCANICO (AD ATTRITO). 50
C.7.4 PATTINI ELETTROMAGNETICI. 51
C.7.5 SABBIERE. 51
C.7.6 UNGIBORDO. 51
C.8 PORTE PASSEGGERI E INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE - CARATTERISTICHE DELLE PORTE. 52
C.8.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE PORTE PASSEGGERI. 52
C.8.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE PORTE PASSEGGERI. 52
C.8.3 ACCESSORI DELLE PORTE PASSEGGERI. 53
C.8.4 OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN SERVIZIO. 55
C.8.5 OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN EMERGENZA. 55
C.8.6 INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE. 56
C.9 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO - CARATTERISTICHE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI. 56
C.9.1 PREMESSA. 56
C.9.2 PROTEZIONI. 56
C.9.3 TENSIONI DI ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE. 57
C.9.4 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA. 58
C.9.5 RIGIDITÀ DIELETTRICA E IMPEDENZA DI ISOLAMENTO. 58
C.9.6 CABLAGGIO DEI CAVI NEGATIVI E RITORNI DI CORRENTI. 58
C.9.7 APPARECCHIATURE E COMPONENTI ELETTRONICI. 59
C.9.8 SOFTWARE. 59

C.9.9 COMPONENTI ELETTRICI. 59
C.9.10 CABLAGGI. 60
C.10 CAPTAZIONE CORRENTE. 61
C.10.1 PANTOGRAFO. 61
C.10.2 SCARICATORE. 61
C.11 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO DI TRAZIONE E FRENATURA. 61
C.11.1 GENERALITÀ. 62
C.11.2 COMPOSIZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO. 62
C.11.3 INTERRUTTORE EXTRARAPIDO O CONTATTORE DI LINEA. 62
C.11.4 AZIONAMENTI DI TRAZIONE. 62
C.11.5 FILTRO DI LINEA. 63
C.11.6 LOGICA DI VEICOLO. 63
C.11.7 LOGICA DI AZIONAMENTO (TCU). 63
C.11.8 MOTORI DI TRAZIONE. 63
C.11.9 REOSTATI DI FRENATURA, TAMPONE E PRECARICA FILTRO. 63
C.11.10 MANIPOLATORE DI TRAZIONE E FRENATURA. 63
C.12 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO AUSILIARIO. 64
C.12.1 CONVERTITORI DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI. 64
C.12.2 BATTERIE. 65
C.12.3 CASSONI APPARECCHI ELETTRICI. 66
C.12.4 CONTEGGIO ENERGIA. 66
C.12.5 IMPIANTO DI RILEVAMENTO FUMI ED ESTINZIONE FUOCHI. 66
C.12.6 LACCIO DELLE SICUREZZE. 66
C.12.7 ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA. 67
C.12.8 DISPOSITIVO VIGILANTE ATTIVO/UOMO MORTO (UTILIZZARE SPECIFICA ANM - SIRIO) 68
C.12.9 DISPOSITIVO VELOCITÀ ZERO. 68
C.12.10 REGISTRATORE DI EVENTI. 68
C.12.11 TACHIMETRO. 69
C.12.12 OROLOGIO DI SISTEMA. 69
C.12.13 SISTEMA DI CONTROLLO VEICOLO (TCMS) - RETE CAN. 69
C.12.15 COMANDO SCAMBI. 70
C.12.16 DISPOSITIVO ATTIVO ANTI-COLLISIONE. 71
C.13 IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE, ALLARME, VIDEOSORVEGLIANZA E INFORMAZIONE AI PASSEGGERI. 72
C.13.1 RETE CABLATA DI BORDO (ETHERNET). 72
C.13.2 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA. 73
C.13.3 INFOUTENZA. 75
C.13.4 ALLARME PASSEGGERI. 77
C.13.5 CONTEGGIO PASSEGGERI. 78

C.13.6 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE CON IL POSTO CENTRALE (OCE). 78
C.13.7 VALIDATRICI BIP. 79
D.PRESTAZIONI 80
D.1 GENERALITÀ - DOCUMENTAZIONE RAMS. 80
D.2 AFFIDABILITÀ (R). 80
D.2.1 AFFIDABILITÀ GLOBALE DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI. 80
D.2.2 AFFIDABILITÀ DI ESERCIZIO DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI. 81
D.3 DISPONIBILITÀ (A). 81
D.3.1 DISPONIBILITÀ DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI. 81
D.3.2 DISPONIBILITA' MATTINALE GIORNALIERA DEL TRAM. 82
D.4 MANUTENIBILITÀ (M). 82
E. MANUTENZIONE (CORRETTIVA E PREVENTIVA), ATTREZZATURE E MATERIALI - COSTO DEL CICLO DI VITA DEL ROTABILE. 83
E.1 MANUTENZIONE PREVENTIVA. 83
E.1.1 MANUTENZIONE PREVENTIVA LEGGERA. 84
E.1.2 MANUTENZIONE PREVENTIVA PESANTE (REVISIONI). 84
E.1.2.1 REVISIONE DELLE PARTI PRINCIPALI FUORI OPERA. 85
E.2 MANUTENZIONE CORRETTIVA. 85
E.2.1 MANUTENZIONE CORRETTIVA DURANTE IL PERIODO DI GARANZIA. 85
E.3 CICLO DI VITA DEL ROTABILE. 86
E.3.1 MODALITÀ DI CALCOLO. 87
E.3.2 PERIODO DI MONITORAGGIO DEL LCC. 87
E.4 ESCLUSIONI. 88
E.4.1 ESCLUSIONI CALCOLO LCC. 88
E.4.2 ESCLUSIONI DALLA GARANZIA. 88
E.5 PROGETTO MANUTENZIONE. PROGETTAZIONE DELLA MANUTENZIONE. 89
E.5.1 PROGETTAZIONE DELLA MANUTENZIONE. 89
E.5.2 MANUTENZIONE CORRETTIVA PRESSO I DEPOSITI. 89
E.5.3 MANUTENZIONE PREVENTIVA PRESSO I DEPOSITI. 90
E.5.4 MANUTENZIONE PREVENTIVA PRESSO IL DEPOSITO DI S. GIOVANNI A TEDUCCIO. 90
E.6 STRUMENTI DEDICATI PER LA MANUTENZIONE E LA MOVIMENTAZIONE ED ALTRI MATERIALI A CORREDO. 90
E.7 RICAMBI. 92

PREMESSA: ELEMENTI NON VARIABILI E RICHIESTI A PENA DI ESCLUSIONE

Costituisce oggetto del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica la disciplina per l'attuazione di un Accordo Quadro, con un unico operatore, unico lotto, relativo alla fornitura di **n. 35 tram** bidirezionali e sottoassiemi di scorta ed include tutte le opere di progettazione, esecuzione e collaudo che garantiscono la messa in servizio a regola d'arte della stessa.
I rotabili bidirezionali dovranno avere sagoma, dimensioni e geometrie compatibili con i vincoli immodificabili imposti dall'infrastruttura tranviaria esistente, nonché dalle caratteristiche fisiche, tecniche ed impiantistiche della rete e del Deposito di San Giovanni a Teduccio, così come definiti nel presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
L'Appaltatore si impegna a progettare e realizzare i rotabili in modo che essi siano totalmente conformi alla piena circolabilità sulla "Rete tranviaria città di Napoli" (Allegati nn. 1, 1bis, 1ter, 1quater) gestita da ANM, e all'interno del Deposito di San Giovanni a Teduccio, ed integralmente compatibili con le caratteristiche della rete descritte qui sotto.
Sono richiesti a pena di esclusione, non costituiscono oggetto di valutazione e non possono costituire oggetto di variante i punti così come previsti nel seguente Capitolato.
Si precisa che il mancato rispetto anche di uno solo dei requisiti minimi esposti nei successivi punti nn. 1, 2 e 3 sarà motivo di esclusione automatica dell'offerta dalla gara.
Costituiscono inoltre requisiti richiesti a pena di esclusione, non oggetto di valutazione e non modificabili in variante:
a) la piena compatibilità – meccanica, elettrica, informatica e sotto il profilo della manutenzione – dei rotabili oggetto della presente fornitura con i tram bidirezionali in corso di fornitura nell'ambito del contratto di Accordo Quadro CIG A022EE6884 (CUP B60J21000070001); a tale fine il rotabile offerto deve essere il medesimo tipo/modello di quello già approvato da ANSFISA nell'ambito del citato contratto;
b) la configurazione del rotabile articolato a 5 moduli MC1-SA-T-SB-MC2, con disposizione dei carrelli di tipo Bo'+2+Bo', di cui all'Art. C.1.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica;
c) la compatibilità dell'architettura del sistema di controllo e monitoraggio del veicolo (TCMS) con quella del veicolo CIG A022EE6884, di cui all'Art. C.12.13 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Il mancato rispetto anche di uno solo dei requisiti di cui alle lettere a), b) e c) costituisce causa di esclusione automatica dell'offerta dalla gara.

1. CARATTERISTICHE DELLA RETE TRANVIARIA

1.1 Generalità.

Le motrici tranviarie sono destinate al servizio sulla rete tranviaria gestita da ANM con circolazione su sede propria, e su sede promiscua con il normale traffico cittadino e i pedoni.
Allegato n. 2) "Sezione sede propria rete tranviaria città di Napoli".
Ampi tratti di binario sono situati lungo percorsi stradali di alta densità viabilistica; in sede di progetto si deve pertanto tenere conto della massiccia presenza di polvere, particolato e polline che possono determinare condizioni critiche di aderenza e creare problemi di aspirazione di aria esterna, ove prevista.
La rete tranviaria napoletana ha un'estensione complessiva di circa 20 km di doppio binario, di cui circa 1 km in deposito.

1.2 Sagoma Limite.

Il tram deve avere iscrizione in curva e sagoma limite (Allegato n. 3) tale da renderlo compatibile con la rete tranviaria della città di Napoli, nel rispetto delle normative vigenti (in particolare la norma UNI 7156:2014) e tenuto conto che in taluni punti singolari la percorribilità deve essere verificata tenendo presente che la flotta del Comune di Napoli e gestita da ANM è attualmente costituita da due tipologie di tram:

1. Tram SIRIO costruzione AnsaldoBreda ("Figurino Sirio", Allegato n. 4);
2. Tram CT139K costruzione OFM, successivamente AERFER ("Figurino CT139K" Allegato n. 5).
3. Tram bozankaya naples- 30 metri- 5 casse

1.3 Banchine di fermata.

Ai fini dell'abbattimento delle barriere architettoniche deve essere adottata una soluzione che consenta di ottenere le quote proposte all'Art. 5.1.4 b) UNI 11174:2014.
Il veicolo deve essere conforme, in ogni condizione, all'Art. 4.7 UNI 11174:2014, in relazione al disegno che sarà fornito da ANM.
Il veicolo deve poter transitare in ogni condizione con velocità di almeno 20 km/h in corrispondenza della suddetta banchina di fermata senza interferire con l'infrastruttura.

- Altezza della banchina: 300 mm (le altezze dal piano del ferro si intendono con il rotabile a tara, con ruote e sospensioni a nuovo).
- Distanza minima dal bordo della banchina all'asse dei binari: 1272,50 mm.
- Distanza minima dal bordo della banchina al filo scartamento sulla rotaia: 550 (+10/-0) mm.

Non ricorre la presenza di banchine in curva.

Per essere compatibile con le banchine della rete tranviaria del Comune di Napoli, il veicolo deve avere distanza fra i bordi estremi delle
porte minore o uguale a 20 m.
Numerose banchine sono allestite in prossimità di incroci per cui la distanza fra il frontale veicolo e la prima porta deve essere quanto più possibile ridotta.
Per l'accessibilità del passeggero con disabilità su sedia a rotelle, in presenza della pedana elettrica a ribalta in prossimità della sola porta (prima porta bi-anta) attrezzata per il suo accesso, questa deve avere la sua mezzeria a distanza inferiore a 8,1 m dal punto più avanzato del rotabile, per essere compatibile con le attuali banchine della rete tranviaria del Comune di Napoli.

1.4 Armamento:

1.4.1 Scartamento.

Lo scartamento nominale è pari a 1435 mm in rettilineo, 1445 (±5) mm in curva, sugli incroci come da norma UNI 3648.
Relativamente agli incroci l'allargamento dello scartamento in alcuni casi è stato abbandonato, a favore del criterio di restringere le gole al minimo della transitabilità con: bordino nuovo, massimo materiale riportato sul bordino e passo del carrello pari a 2000 mm.

1.4.2 Interbinario.

L'interbinario è desumibile per i singoli punti dalla documentazione disponibile: maggiori informazioni sono reperibili presso gli uffici della Società ANM.
Valori tipici presenti sulla rete tranviaria della città di Napoli, in rettilineo, sono da 1,42 a 1,44 m, ma possono arrivare in alcuni casi anche a 1,40 m.

1.4.3 Rotaie.

Le rotaie sono di diverse tipologie:
In rettifilo per sede promiscua si impiegano le rotaie a gola di tipo 60R2 secondo la norma UNI EN 14811:2010 per gli impianti realizzati negli anni più recenti; negli anni passati si impiegavano le rotaie a gola di tipo 52R1 secondo la norma UNI EN 14811:2010.
L'Appaltatore deve eseguire una verifica di compatibilità (in particolare nei confronti dello svio) fra il profilo "C" ruota del tram (vedi Art. C.7.2.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica) ed il profilo di queste rotaie; la verifica deve essere presentata ai fini del Nulla osta tecnico (NOT) da parte dell'Autorità competente.

1.4.4 Curve, raccordi verticali, incroci, scambi, sghembi.

La rete è perlopiù caratterizzata da assenza di sopraelevazione in curva in sede promiscua, mentre sono presenti casi di sopraelevazione in alcune curve in sede propria (max. 3 cm). In ogni caso, lo scartamento nominale in curva passa da 1445 mm a 1450 mm.
La rete tranviaria napoletana presenta raccordi di transizione fra curva e rettilineo per i raggi più stretti, compresi fra 15 e 60 m, mentre non sono presenti raccordi di transizione per le curve a raggio superiore.

Il raggio minimo è di 18 m, misurato sulla rotaia interna della curva presso il Deposito di S. Giovanni a Teduccio.
Per la corretta realizzazione della lunghezza degli archi di transizione utilizzati sull'attuale rete tranviaria si è fatto uso della formula R>>L/0.68, dove rispettivamente R è pari al raggio della curva ed L è proprio la lunghezza dell'arco di transizione. Da tale formula si desume che un arco di transizione potrà essere lungo circa 12 m al massimo.
Il principio che sta alla base dell'uso dell'arco di transizione è soprattutto quello di migliorare il comfort di marcia: i tratti di transizione non sono a raggio costante ma a raggio variabile nel passaggio rettifilo-curva circolare o nei raccordi di continuità. Per il calcolo della lunghezza dell'arco tra il tratto rettilineo del binario e la curva a raggio costante si è fatto ricorso alla formula R>>L/0.68
Le curve sono costruite con rotaie suddette, piegate a freddo.
Per la verifica puntuale dell'andamento plano-altimetrico delle curve, il Gestore ANM fornirà un piano dettagliato che conterrà tutte le informazioni richieste, in modo tale da individuare la zona-località e quindi il file .dwg da visualizzare.
Il franco minimo dal piano del ferro, con il rotabile posto sul raccordo verticale di raggio minimo, nelle condizioni più sfavorevoli di cedimento degli organi elastici, tenuto conto di giuochi e usure, non deve essere minore di 40 mm.
Gli incroci sono realizzati con rotaie suddette, o mediante installazione su piastroni e saldate con sede a base di cemento, oppure con tirafondi su piastroni e legnami ferroviari su base di ballast; il transito sui cuori avviene con appoggio del bordino del cerchione sul fondo della gola della rotaia anziché sulla fascia di rotolamento con rampe in pendenza.
La velocità massima ammessa negli incroci, da regolamento di esercizio vigente, è di 20 km/h.
Gli scambi sono di tipo a lingua elastica; standardizzati in linea su raggio pari a 60 metri sulla rotaia interna ad esclusione di quelli del deposito, che hanno standard a raggio 28 metri; anche per gli scambi il transito sui cuori avviene con appoggio del bordino sul fondo della gola.
Lo sghembo massimo della linea è di 8 (otto) mm/m. Con riferimento alle indicazioni del punto 4.9 della norma UNI 11174, si segnala che le prove di diminuzione di carico verticale di una qualsiasi ruota deve risultare minore o uguale al 60% e devono essere eseguite:

- con il valore di sghembo più elevato fra quello di cui sopra (8 mm/m) e quello derivante dalla formula ivi riportata per g+, sul passo del carrello del tram proposto,
- con il valore di sghembo g* sull'interperno ottenuto impiegando la formula prevista al punto 4.9 della UNI 11174.

Si tenga infine presente che in punti particolari della rete si possono talora presentare situazioni con valori di sghembo più elevato di quello sopra indicato.

1.4.5 Posa.

L'armamento è caratterizzato dalle seguenti configurazioni:

- armamento di tipo tradizionale su ballast di pietrisco, su traverse in legno o in cemento armato (c.a.) precompresso,
- armamento su piattaforme in c.a. sia prefabbricate che gettate in opera,
- le pose più recenti adottano armamento su traverse annegate nel c.a. armamento isolato a mezzo materassini antivibranti.

Nelle suddette pose le rotaie di tipo 52R1 e 60R2 sono armate con attacco diretto ormai solamente più negli impianti datati, viceversa negli impianti più recenti la loro armatura è avvenuta con attacco indiretto. Altresì esistono alcuni tratti di binario nei quali la rotaia è bendata da gomma antivibrante, il tutto annegato nella platea in c.a. non fissata con traverse o similari alla rotaia parallela.

1.5 Pendenza Massima.

La pendenza massima sulla rete è pari al 5 ‰ (cinque per mille).
Lunghezza del tratto a pendenza massima: varia secondo le zone, ma comunque mai superiore a 200 m.

1.6 Impianti di alimentazione e trazione elettrica.

1.6.1 Caratteristiche catenaria.

Tensione di alimentazione della rete (Allegato n. 6) è:

- nominale attuale: 600 Vcc;
- tensione di linea predisposta sulle sottostazioni elettriche: 750 Vcc, minima: 420 Vcc, massima: 750 Vcc;
- Massima corrente di linea assorbibile dalla motrice: 1200 A;
- Picchi di tensione 1200 V (per una durata max di 10 ms).

Il veicolo deve essere dotato di frenatura elettrodinamica, altresì dovrà essere in grado di stabilire se rigenerare in linea quando questa sia ricettiva, con l'avvertenza di non superare il picco anzidetto, oppure dissipare su un dispositivo di bordo.

1.6.2 Linea di contatto.

La linea di contatto è costituita da filo di rame sospeso, soggetta a dilatazioni e ritiri per l'escursione termica.
Sezione del filo di contatto sagomato in rame: 120 mm^2.
La sospensione della linea di contatto è sia trasversale che longitudinale.
L'altezza della linea di contatto rispetto al piano del ferro è:

- altezza della linea dal piano del ferro nominale 4500 mm, massima 5500 mm;
- Altezza limite del veicolo a tara dal piano del ferro, compreso lo strisciante del pantografo in posizione di riposo: 3500 mm;
- Presenza di poligonazione in tracciato rettilineo ± 200 mm.;
- Presenza di separatori di zona (tratte isolate), di lunghezza pari a 500 mm. A titolo indicativo si evidenzia che su una linea tipo di 20 km sono presenti circa 10 tratte isolate;
- Sforzo sulla linea di contatto, nel campo delle altezze previste per il filo di contatto fra 10 e 12 kg.

2. MODALITÀ DI IMPIEGO DEL TRAM

2.1 Profilo di missione.

Il profilo di missione atteso è il seguente:

- Vita tecnica utile: 35 anni;
- Utilizzo giornaliero: in media 16 ore + tempi accessori di preparazione all'uscita, massimo 19 ore;
- Rotabile bidirezionale;
- Densità di passeggeri: punte massime di 10.000 passeggeri/ora per direzione;
- Utilizzo annuo: 365 giorni;
- La lunghezza delle linee varia da 4 a 8 km per un totale di circa 20 km;
- Velocità commerciale media: 12 km/h;
- Distanze fra le fermate per salita e discesa passeggeri: 250 – 400 m.

Per i calcoli del ciclo di vita, art. E.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, impiegare i valori medi su descritti.

2.2 Condizioni ambientali.

Per la progettazione e la costruzione dei rotabili si considerino le seguenti condizioni ambientali:

- utilizzo dei rotabili all'aperto;
- scariche atmosferiche sulla catenaria;
- temperatura aria: -15°C / + 50°C;
- vehicle classification: category B;
- valore massimo di umidità rilevato in un periodo di 30 giorni consecutivi dell'anno: 95% (a 40°C); presenza di piogge acide corrosive, di polveri, di precipitazioni meteoriche di grandine;

- vento;
- penetrazione di acqua per effetto della turbolenza dovuta al movimento e alla ventilazione del rotabile;
- presenza di sede binari allagata in caso di pioggia e in corrispondenza di tratti promiscui asfaltati;
- presenza di fogliame in abbondanza, polvere e polline a seguito del transito dei veicoli su porzioni di rete poste lungo manti erbosi;
- fronde potenzialmente impattanti il pantografo;
- residui organici prodotti dai volatili;
- graffitismo e atti vandalici.

2.3 Lavaggio.

Lavaggio interno: sono eseguite operazioni di: igienizzazione delle parti a contatto e disinfezione interna. Al personale addetto viene vietato l'uso dell'acqua in getti all'interno dei veicoli. Tuttavia, vengono svolte pulizie approfondite e accurate con attrezzatura a vapore o sistemi equivalenti di tutti i cieli, tetti o soffitti o comunque parti superiori interne, prestando attenzione a non danneggiare gli apparati presenti in copertura sia nella parte passeggeri sia nella parte posto guida. Altresì anche per i sedili è fatta un'accurata pulizia di tutte le superfici, nello specifico con eventuale applicazione finale di prodotto che ne restituisca colore e lucentezza.
Lavaggio esterno: sono eseguite pulizie con detersivo di tutta la parte esterna del veicolo insistendo in particolare modo sulle porte, vani porte, finestrini, parte posteriore veicoli, mantici; lavaggi dell'esterno cassa con passaggio negli impianti di lavaggio automatici (getti d'acqua in pressione).
Talvolta al veicolo viene applicato idoneo prodotto protettivo (cere, nanotecnologie, ecc.), con caratteristiche che assicurano il grado di antiscivolosità richiesto per la superficie, ravvivante del colore, e che ostacoli l'adesione delle polveri.
Si considerino inoltre: sabbiatura delle rotaie, consumo delle guarnizioni frenanti, delle spazzole delle messe a terra, dello strisciante del pantografo, ecc.
I rotabili devono essere in grado di essere utilizzati in servizio immediatamente dopo il rimessaggio di più giorni, anche all'aperto e in condizioni climatiche avverse.

2.4 Depositi per la manutenzione.

I depositi in cui saranno rimessati i tram in dotazione del Comune di Napoli e gestiti da ANM, ha caratteristiche tecniche in grado di movimentare i tram in completa autonomia di trazione elettrica, e comunque è dotato dei seguenti impianti:

A. binari attrezzati con fosse di ispezione;
B. aria compressa;
C. linee vita e/o passerelle per accesso all'imperiale;
D. elevatori a colonna fino a 8 t per effettuare rialzi;
E. carri ponte e/o gru per la movimentazione dei carrelli e grossi complessivi;
F. tunnel di lavaggio vetture;
G. Rete aerea.

I tram devono essere concepiti in modo tale da non richiedere nessuna modifica agli impianti di deposito.

3. PROGETTO TECNICO

I nuovi rotabili devono essere caratterizzati da elevati standard di sicurezza e affidabilità, da un basso costo del ciclo di vita e da un basso impatto ambientale, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda i consumi di energia.
I tram devono offrire alla clientela e ai conducenti un elevato livello di comfort, in termini di configurazione ed ergonomia degli allestimenti interni, di comfort di marcia, di silenziosità e comfort di viaggio (climatizzazione, sistemi wi-fi, diffusione sonora ecc.).

A.CRITERI DI SVILUPPO DELLA FORNITURA.

A.1 PIANO DI GESTIONE DELLA FORNITURA.

L'Appaltatore, sulla base del cronoprogramma offerto in sede di gara, elaborerà un "Piano di Gestione della Fornitura" (in breve nel seguito anche "PGF") che comprenda tutte le fasi della stessa, dalla stipula del primo contratto applicativo, dell'Accordo quadro, fino al termine del periodo di garanzia dell'ultimo tram, esaminandone le interdipendenze ed i vincoli di precedenza. Tale piano è volto a definire organicamente le attività dell'Appaltatore, dei suoi partner e del Gestore ANM, necessarie all'espletamento della fornitura, in funzione degli obiettivi di qualità del prodotto e di tempi di consegna contrattuali. In tal senso, il piano dimensiona correttamente le risorse umane e materiali dedicate al progetto.
L'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Stazione Appaltante ed a ANM, entro 60 giorni dalla stipula del contratto applicativo, la prima edizione del "Piano di Gestione della Fornitura".
Il PGF deve fornire l'indicazione degli elementi di carattere organizzativo e funzionale dell'Appaltatore, il programma di tutte le attività, nessuna esclusa, che l'impresa intende mettere in atto per garantire il rispetto dei tempi di consegna, dei costi della fornitura e dei livelli prestazionali richiesti dalla Stazione Appaltante, nonché le istruzioni in base alle quali dette attività devono essere svolte. In particolare:

- Le responsabilità definite all'interno dell'organizzazione aziendale nella gestione del contratto;
- Le modalità e gli strumenti per il controllo del processo in tutto il suo sviluppo (progettazione, realizzazione, assistenza);
- Le risorse dedicate, i relativi "controllo e gestione" nonché le modalità di valutazione, scelta e controllo dei sub-fornitori;
- Le modalità di gestione delle eventuali Non Conformità e la loro risoluzione, sia a livello di processo sia a livello di prodotto. La trattazione delle Non Conformità dovrà essere eseguita conformemente alle norme di riferimento e con i più generali intendimenti della gestione in assicurazione di qualità.

Il PGF deve descrivere l'organizzazione (organigramma e funzionigramma) che l'Appaltatore intende attuare per lo sviluppo della commessa, al cui interno deve essere previsto almeno:

- Un responsabile dell'intero progetto (Project Manager) con compiti di gestione della commessa nella sua complessità e interezza dal quale dipendono:
- Un responsabile tecnico (Project Engineer) che può avvalersi di una struttura di responsabili tecnici funzionali (parte elettronica, elettrica, meccanica, pneumatica, etc),
- Un responsabile di Omologazione (Homologation Manager),
- Un responsabile amministrativo contabile e della reportistica contrattuale (Project Controller),
- Un responsabile per la parte documentale (Program Office).

Il PGF dovrà inoltre contenere:

1. tutte le milestone di commessa, tra cui a titolo esemplificativo e non esaustivo:
    a. Date di avvio e conclusione delle lavorazioni dei principali assiemi e sottoassiemi (carrello, cassa, sistemi di captazione, sistemi elettrici, sistemi di comando e controllo, porte, interni etc),
    b. Tempistica per l'omologazione (non applicabile per i successivi contratti applicativi), per il conseguimento della messa in servizio presso l'Autorità competente di ogni singolo tram,
    c. Tempistiche per la consegna di ogni singolo tram della fornitura,
    d. Fasi e tempi della produzione di serie e dei relativi assemblaggi,
    e. Percorso critico della fornitura (diagramma di Pert),
    f. Le tempistiche di tutte le attività comprese nelle restanti sezioni del PGF.
2. il piano degli approvvigionamenti completo per i principali assiemi e sottoassiemi con l'indicazione dei subfornitori;
3. il piano della progettazione;
4. il piano delle prove;
5. il piano dell'attivazione e messa in servizio;
6. il piano di assistenza tecnica;
7. il piano delle verifiche PRAMS.

Il Piano di Gestione della Fornitura sarà aggiornato in successive edizioni, con cadenza mensile, al fine

di monitorare l'avanzamento della commessa, e quindi trasmesso alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM. Eventuali ritardi rispetto a quanto programmato saranno evidenziati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, indicando le relative cause e le misure che si adotteranno per porvi rimedio.

A.2 GESTIONE DELLA PROGETTAZIONE

La progettazione del rotabile sarà sviluppata in conformità ai requisiti tecnici contrattuali e coerentemente al piano di gestione della fornitura.
La progettazione sarà svolta tenendo continuamente in considerazione gli obiettivi di:

- sicurezza dell'esercizio;
- ridondanza dei componenti;
- affidabilità;
- manutenibilità (e quindi di accessibilità ed estraibilità dei componenti);
- minimizzazione del LCC;
- contenimento ed uniforme distribuzione dei pesi;
- contenimento della rumorosità interna ed esterna.

Nella fase di progettazione l'Appaltatore dovrà tenere in conto quanto riportato nel Capitolato Speciale -

Parte Generale.

A.2.1 ACCESSIBILITÀ, ESTRAIBILITÀ, MANIPOLABILITÀ E PULIZIA

Relativamente alla sorveglianza sulla costruzione, in conformità alle normative vigenti, l'esecuzione deve soddisfare i più ampi requisiti antinfortunistici per evitare rischi di lesioni al personale di manutenzione.
In relazione alle operazioni di manutenzione l'Appaltatore deve considerare la necessità di illuminazione localizzata, la possibilità di togliere d'opera un equipaggiamento guasto o da sostituire, evitando interventi di smontaggio o di manipolazione di altri elementi non interessati all'avaria.
I mezzi di aggancio, sollevamento e trasporto di tipo non commerciale devono essere studiati, realizzati e forniti a cura e spese dell'Appaltatore e conformi alle norme antinfortunistiche vigenti. Le apparecchiature devono essere dotate, per quanto possibile, di particolari di interfacciamento con i sistemi di estrazione (ganci, golfari etc.).
Tutti i collegamenti tra parti di veicolo, incluse le parti di arredo, saranno di tipo reversibile, accessibili, possibilmente non soggetti a fenomeni di ossidazione e di corrosione in relazione all'ambiente in cui si trovano.
Ambienti, apparati, pavimenti, rivestimenti, ecc., saranno concepiti in modo tale da facilitare al massimo le operazioni di pulizia. Possibilmente devono essere evitati spigoli vivi, anfratti, tortuosità ed incavi, in quanto possono essere luoghi di accumulo di sporcizia e di difficile pulizia.
Il tram deve essere compatibile con i prodotti di lavaggio attualmente in uso presso il Gestore ANM.

A.2.2 IMPATTO SULL'AMBIENTE

- Per ridurre le vibrazioni, in accordo con quanto previsto dalla norma UNI 11174, art. 6.2, è fatto obbligo all'Appaltatore di adottare le ruote elastiche.
- Per la compatibilità elettromagnetica valgono le indicazioni della norma UNI 11174, art. 6.3.
- Per i prodotti e materiali inquinanti valgono le indicazioni della norma UNI 11174, art. 6.4.

Tutti i materiali da utilizzare nella costruzione dei rotabili devono essere assolutamente privi di amianto e suoi derivati o composti.
Deve essere evitato anche l'impiego di: piombo, composti bituminosi, lana di vetro, lana di roccia, materiali a base fibrosa con diametro minimo della fibra inferiore a 6 micron e quant'altro, alla luce dello stato dell'arte della conoscenza tecnica specialistica al momento dell'inizio della costruzione, venga ritenuto inquinante per l'ambiente, tossico o nocivo per i viaggiatori e per gli operatori addetti alla condotta e manutenzione del rotabile, di altri elementi che con l'invecchiamento sono soggetti a sfaldamento con creazione di pulviscolo e ritenute pericolose per l'ambiente, i passeggeri, il personale di condotta e di manutenzione.

- Per tutti gli eventuali materiali non interamente metallici, che comportino o possano comportare rischi per i viaggiatori, per il personale di condotta e di manutenzione e rischi per l'inquinamento ambientale, l'Appaltatore, prima di avviare la produzione, deve fornire la "SCHEDA DI SICUREZZA DEI MATERIALI" in ottemperanza al Regolamento CE n. 1907/2006, Allegato II come modificato dal Regolamento (UE) 2020/878 ed alle direttive europee e nazionali in materia.

- L' Appaltatore deve rispettare quanto offerto in ordine a:
- tasso di riciclabilità dei materiali di cui è composto il veicolo;
- misure a favore della protezione dell'ambiente in fase di progettazione e di fabbricazione del mezzo;
- il gas refrigerante per gli impianti di climatizzazione o altri impianti deve essere conforme al Regolamento (UE) 2024/573 e ss.mm.ii.;
- per i consumi energetici si richiede che il rotabile sia dotato di un sistema per misurare e memorizzare l'energia, consumata ed eventualmente restituita alla rete durante il servizio, distinguendo l'impiego fra trazione e frenatura rispetto gli ausiliari.

A.2.3 RUMORE

Per la rumorosità esterna valgono le indicazioni della norma UNI 11174 Art. 6.1, con le seguenti precisazioni (con microfono posto alla distanza di 7,5 m dall'asse del binario, alle quote di 1,2 m e 5 m - quest'ultima misura solo da fermo - rispetto al piano del ferro):

- da fermo, una volta che al veicolo sono state aperte le porte (e l'annuncio sonoro sia funzione del rumore esterno), livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 68 dB(A), con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza; i microfoni vanno disposti uniformemente lungo la fiancata destra del veicolo con un passo pari a 2 m (es. 14 microfoni se il tram offerto è lungo 28 m) a partire dalla linea di attestamento del veicolo. Come valore, verrà scelto il più alto per tutte e due le differenti altezze;
- alla velocità costante di 40 km/h, un solo microfono, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 75 dB(A), con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza.

I livelli di rumore indicati saranno ridotti di 3 dB(A) in presenza di toni puri nella gamma di frequenze da 300 Hz a 4000 Hz, considerando tono puro il livello di pressione sonora all'interno di una banda di 1/3 di ottava, che superi di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti. I suddetti parametri vanno assunti quali requisiti di progettazione.
Oltre ai requisiti sopra menzionati, il rotabile sarà esente da rumori di intensità elevata, tali da essere percepiti come fastidiosi, in tutte le condizioni di marcia (avviamento, accelerazione, velocità massima, frenatura, inserzione e disinserzione impianti, percorrenza di curve, apertura e chiusura porte, …).
Oltre alle indicazioni di carattere generale di cui al punto precedente, si considera di seguito un aspetto particolare, ma di rilevante importanza: il rumore dovuto agli stridii in curva ("Squeal Noise").
Come noto questo tipo di rumore è causato principalmente da elevate forze di contatto sia fra la parte interna del bordino e le rotaie, sia fra la parte esterna del bordino e le controrotaie (rotaie a gola). Per tale ragione l'architettura generale del carrello e la scelta dei suoi componenti (segnatamente quelli che hanno un impatto con il rumore, per esempio ruote, sospensioni, ammortizzatori, ecc.) devono essere determinati in modo da minimizzare le suddette forze di contatto.
Al fine di caratterizzare il tipo di rumore, l'Appaltatore deve produrre uno studio che mostri tutti i provvedimenti che adotterà al fine di contenere il rumore emesso dal tram, secondo quanto previsto dal prospetto nr. 1 dell'Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
In particolare, lo studio dovrà contenere almeno quanto segue:

- un elenco dei provvedimenti in questione (per esempio adozione di ingranaggi delle trasmissioni a denti elicoidali, cartelle di assorbimento del rumore sulle ruote, ecc.),
- il contributo che i provvedimenti di cui al p.to precedente forniranno per contenere il rumore in generale ed in particolare quello di "squeal",
- una simulazione di marcia che mostri il comportamento del tram sulla curva interna di raggio medio 25 m.

Per la simulazione, si predispone la postazione di misura collocata lato interno curva (dalla parte della concavità della stessa), al centro dell'estesa della curva, ad una distanza di 4 m dalla mezzeria del binario e ad una altezza di 1,2 m dal piano del ferro. In tali condizioni si impieghi strumentazione di misura almeno di classe 1, in grado di rilevare il rumore emesso dal transito del tram, utilizzando come descrittori acustici il SEL (dBA) ed il Lmax (dBA). Deve essere inteso che la fase di misura inizia quando la testa del tram si trova all'inizio della curva e termina quando la coda del tram abbandona la fine della curva. Il tram deve eseguire 10 passaggi a 15 km/h e le misure devono essere mediate sul numero di passaggi in questione.
I valori delle misure, calcolati come sopra indicato, saranno:

1. auspicabilmente:

a. SEL < 90 dB(A)
b. Lmax < 85 dB(A)

2. in ogni caso:
   a. SEL < 95 dB(A)
   b. Lmax < 90 dB(A)

Valori maggiori di quelli al p.to 2) comporteranno l'applicazione di azioni mitigatrici da parte dell'Appaltatore. Tale studio sarà ripreso ed aggiornato in funzione dello sviluppo del progetto e dovrà essere esteso considerando anche il rumore emesso a rotabile fermo ed in marcia a 40 km/h, dimostrando il soddisfacimento globale dei requisiti di cui al presente articolo. Tale documento prende il nome di "Analisi di rumorosità esterna".
Resta inteso che sarà a carico dell'Appaltatore rimuovere le cause di rumorosità eccedente i limiti e/o anomala (es. rumori anomali emessi da azionamenti di trazione in accelerazione/frenatura, stridio delle pastiglie freno, …).
A seguito delle prove di rumorosità esterna (esclusa per ora quella di squeal noise) sul rotabile completo condotte secondo quanto stabilito dall'Art. B.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica e da questo Art. A.2.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, qualora la rumorosità risultasse superiore a quanto offerto, l'Appaltatore è tenuto ad intervenire, a propria totale cura e spese, per fare in modo che la rumorosità del veicolo rientri nei limiti indicati.
A seguito delle prove di rumorosità esterna di Squeal Noise sul rotabile completo condotte secondo quanto stabilito dall'Art. B.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica e dal presente articolo A.2.3 del Capitolato Speciale – Parte Tecnica, in caso di mancato rispetto del requisito "SEL < 95 dB(A) e Lmax < 90 dB(A)", l'Appaltatore è tenuto ad applicare azioni mitigatrici, senza nessun onere per la Stazione Appaltante, entro 6 mesi.

A.3 GESTIONE DELLE SUB-FORNITURE

L'Appaltatore gestirà le sub-forniture con totale ed unica responsabilità rispetto all'obiettivo che i materiali d'acquisto siano conformi alle norme vigenti e ai requisiti funzionali e di interfacciamento con le altre parti del rotabile. È compito dell'Appaltatore gestire e monitorare le attività dei suoi sub-fornitori in ogni fase.
L'Appaltatore deve trasmettere ai suoi fornitori le condizioni espresse nella presente Specifica, in relazione a tutti i requisiti richiesti.
Ogni sub-Fornitore deve regolare la propria produzione su un Piano di Fabbricazione e Controllo, che illustri le fasi di costruzione, di test, di immatricolazione e di consegna della fornitura di sua competenza, e su un Piano di Produzione e Consegna, in forma di diagramma di Gantt, che programmi le attività di fornitura e l'impiego di risorse.
Relativamente alla sorveglianza sulla costruzione, la Stazione Appaltante si riserva di effettuare visite presso i sub-fornitori per verificare l'avanzamento, il processo produttivo e la qualità del prodotto, sempre in presenza dell'Appaltatore.
I requisiti della presente Specifica relativi alla documentazione tecnica a corredo dei rotabili valgono anche per le parti in subfornitura. È compito dell'Appaltatore ottenere dai subfornitori documentazione conforme.

A.4 GESTIONE DELLA PRODUZIONE

La produzione dei rotabili deve essere regolata da "Piani di Produzione" di stabilimento, in forma di diagramma di Gantt, che per ogni tram, indichino le attività e l'impiego di risorse.

A.5 GESTIONE DELLE CERTIFICAZIONI

L'intera fornitura dei rotabili, dei materiali di ricambio, delle prestazioni complementari o accessorie relativamente all'appalto in questione, sarà eseguita in regime di assicurazione di qualità, con un Sistema Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001 ultima edizione.
La gestione e il controllo dei processi e del prodotto relativi all'espletamento della fornitura in tutti i suoi aspetti saranno conformi ai requisiti della norma UNI ISO 10005.
Quanto agli aspetti di impatto ambientale della produzione dei beni e servizi oggetto di fornitura, i processi saranno condotti conformemente alla norma UNI EN ISO 14001.
Infine, con riferimento al tema della responsabilità sociale dell'Impresa, nell'espletamento della fornitura/servizio, l'Appaltatore si impegna a rispettare i principi etici SA 8000 sanciti a livello

internazionale in materia di diritti umani e dei lavoratori. A sua volta l'Appaltatore verificherà il rispetto di tali principi anche da parte dei suoi subfornitori/subappaltatori. L'Appaltatore autorizza il Gestore ANM ad effettuare eventuali verifiche ispettive, con proprio personale, al fine di valutare il rispetto dei requisiti di responsabilità sociale.

A.5.1 *SERIAL NUMBER*

Al fine di consentire la tracciabilità della componentistica, comprese le scorte tecniche, essa deve essere contrassegnata da un serial number. È richiesto che ai principali componenti sia applicata una targa facilmente leggibile quando il componente è in opera, resistente alle condizioni ambientali suddette per tutta la vita del veicolo, riportante:

- nome del costruttore;
- data di fabbricazione;
- codice del prodotto o numero di disegno presso il costruttore;
- dati di targa, dove necessitano;
- serial-number secondo la codifica del costruttore.

Gli elementi da immatricolare sono almeno i seguenti:

- carrello completo,
- telaio/i carrello,
- trave oscillante (se presente),
- ralla (se presente),
- assile (se presente),
- fusello (se presente),
- ruota (centro-ruota e cerchione),
- motore di trazione,
- statore del motore di trazione,
- rotore del motore di trazione,
- riduttore/trasmissione,
- sospensione primaria,
- sospensione secondaria,
- telaio cassa,
- cassa completa,
- barre di traino o spinta,
- intercomunicanti,
- pantografo,
- interruttore extrarapido
- contattore di linea (se presente),
- azionamenti di trazione,
- azionamenti ausiliari AT,
- convertitore statico carica batterie,
- contattori AT,
- trasformatori AT,
- induttanza AT,
- cassoni apparecchiature elettriche AT e BT,
- reostato di frenatura,
- batterie,
- disco freno,
- pinza freno,
- recipienti in pressione,
- centralina idraulica del freno,
- piastre pneumatiche e/o idrauliche,
- pattini elettromagnetici,
- quadri elettrici di bordo,

- manipolatore di trazione e frenatura,
- condizionatori,
- centraline elettroniche (regolatore di trazione, comando e controllo, porte, freno, registratore di eventi, uomo morto, videoregistrazione, informazione passeggeri),
- azionamenti porte,
- monitor di banco,
- estintori.

L'immatricolazione di un numero maggiore di componenti è gradita; potrà essere richiesta dalla Stazione Appaltante alla luce della costituzione del rotabile.
Per ogni tram l'Appaltatore consegnerà alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM la lista di tutti i serializzati che lo compongono, in forma di distinta ad albero, su file excel e su carta, controfirmandola. La lista dei serializzati è indispensabile per l'Accettazione del rotabile.

A.6 CONSEGNA E MESSA A PUNTO.

A.6.1 PROVE IN FABBRICA E CONSEGNA.

La costruzione del tram sarà completata in fabbrica; presso la fabbrica saranno svolte anche le verifiche atte ad accertare la bontà del processo costruttivo, tra le quali le prove di isolamento elettrico e rigidità, di continuità verso massa e di tenuta all'acqua.
Presso la fabbrica saranno effettuate le verifiche finali a rotabile completo, in condizioni statiche e con tensione di linea.
Il corretto funzionamento in condizioni statiche del rotabile in tutte le sue parti sarà oggetto di verifica da parte del personale ANM. Tale momento rappresenta il "Collaudo in Fabbrica" (rif. Art. B.4.1).
Solo a seguito dell'accertamento delle condizioni di cui sopra può avvenire la spedizione del tram presso il Deposito di San Giovanni a Teduccio, gestito da ANM. Pertanto, per "Consegna" si intende il trasferimento del tram presso ANM, previo positivo Collaudo in Fabbrica.
La località di consegna è ANM SpA – Deposito Tranviario di S. Giovanni a Teduccio – c.so S. Giovanni Napoli. La consegna può avvenire nei giorni feriali dalle ore 8.00 alle ore 23.00.
Il trasporto dei tram, fino alla loro messa su binario, è a carico dell'Appaltatore, inclusa la definizione delle più idonee modalità logistiche di trasporto e scarico.

A.6.2 TEST & COMMISSIONING.

Le attività di commissioning e di test dinamici saranno svolte nel Deposito Tranviario di S. Giovanni a Teduccio - c.so S. Giovanni - Napoli e in linea; si fa presente che tali infrastrutture sono normalmente utilizzate per il servizio, che avrà la precedenza rispetto alle attività di Test & Commissioning dei nuovi tram. Le corse prova potranno essere svolte in orario ~~preferibilmente~~ notturno.
Sempre presso il Deposito, il Gestore ANM metterà a disposizione dell'Appaltatore un binario il personale di manovra per le operazioni di ingresso-uscita del veicolo sarà fornito dall'appaltatore à~~ spinta di un mezzo a trazio.~~ Il corretto funzionamento in condizioni dinamiche del rotabile in tutte le sue parti, inclusi gli impianti terra- bordo sarà oggetto di verifica da parte del personale ~~ANM~~ dell'appaltatore. Tale momento rappresenta il "Collaudo in Linea" (rif. Art. B.4.2 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica).

A.6.3 RODAGGIO.

Superato con esito positivo il "Collaudo in Linea", il tram viene sottoposto a rodaggio in linea per indicativamente 1000 km (il primo tram) e 500 km (i tram successivi) al fine di verificare che non si manifestino gravi anomalie, fermi in linea e guasti recidivi.
Le corse prova saranno svolte prevalentemente in orario diurno.
È compito dell'Appaltatore condurre le prove e presenziare con proprio personale tecnico qualificato tutti i tram durante il rodaggio in linea, per il monitoraggio del comportamento del tram, per pronto intervento in caso di guasto ed eventuale manutenzione preventiva.

A.7 ACCETTAZIONE.

Terminata la fase di Test e Commissioning, anche sugli impianti terra-bordo, effettuati il "Collaudo in Linea" e il rodaggio, consegnata la documentazione a corredo del rotabile (lista serializzati, report di prove, dichiarazione di conformità al progetto, stato di configurazione, libretti ministeriali, …), verificata l'effettuazione di eventuali retrofit attinenti alla sicurezza e alla regolarità del servizio, lo stato di usura dei materiali di consumo a seguito delle prove, il tram viene accettato dalla Stazione Appaltante come idoneo alla Prova di Messa in Servizio. Tale fase costituisce l'Accettazione; solo a valle di questa la Stazione Appaltante richiederà l'effettuazione della Prova di Messa in Servizio da parte dell'apposita Commissione.
La Stazione Appaltante non accetterà ulteriori tram dopo il quinto se l'Appaltatore non avrà dato corso a tutte le seguenti:

- addestramento del personale di condotta, come da successivo Art. A.9.6 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica;
- addestramento del personale di manutenzione di 1° livello, come da successivo Art. A.9.6 del presente Capitolato Speciale - Parte Tecnica;

- avrà consegnato le attrezzature specifiche necessarie alla manutenzione preventiva di 1°livello, come da successivo Art. E.6 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica;
- avrà consegnato i manuali di uso e manutenzione necessari alla manutenzione preventiva di 1° livello, come da successivo Art. A.9.5.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.

A.8 MESSA IN SERVIZIO – PASSAGGIO DI PROPRIETÀ.

La Messa in Servizio di ciascun tram sarà effettuata dall'apposita Commissione, con la partecipazione di ANSFISA e degli Enti Territoriali, previo accertamento di tutte le seguenti condizioni:

- completa messa a punto;
- adempimento delle eventuali osservazioni formulate in precedenza da ANSFISA;
- risoluzione degli eventuali problemi tecnici sorti in precedenza;
- superamento di tutte le prove di tipo sul primo tram e di tutte le prove di serie del tram in questione;
- adempimento di obblighi relativi a documentazione tecnica, attrezzature a corredo, secondo indicazioni della presente Specifica,
- redazione della "Dichiarazione di conformità del rotabile, costruito in conformità al progetto approvato dal Ministero", come richiesto dalla Circolare D.G. N201.

Al termine del processo di Messa in Servizio A N M dovrà ottenere l'Autorizzazione alla circolazione in servizio passeggeri dei rotabili sulla rete della città di Napoli.
Con la Messa in Servizio avviene il passaggio di proprietà del tram al Comune di Napoli.

A.9 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO, MANUALI, *SOFTWARE* E ISTRUZIONE DEL PERSONALE ANM.

A.9.1 GENERALITÀ.

Le specifiche di progetto e di fornitura di assiemi e componenti, i calcoli di progetto, le specifiche di prodotto, le descrizioni tecniche del tram e dei suoi componenti, gli schemi di principio e gli schemi a blocchi, i protocolli di comunicazione tra gli impianti saranno consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM secondo quanto previsto dal successivo Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
La fornitura della documentazione tecnica relativa al veicolo e ai suoi componenti è parte integrante della fornitura dei tram, e ha lo scopo di consentire alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM di conoscere, esercire e manutenere al meglio i tram stessi nell'intero loro ciclo di vita.
La documentazione sarà il più possibile completa e dettagliata.
Tutta la documentazione riguardante la fornitura diventerà proprietà della Stazione Appaltante, che la utilizzerà esclusivamente ai fini dell'esercizio e della manutenzione del materiale rotabile oggetto della fornitura, per l'intero ciclo di vita.
Precisamente, tale documentazione necessita per le seguenti finalità:

- conoscere il progetto del materiale rotabile, nella sua costituzione e nelle sue funzionalità sia a livello di tram, sia a livello di impianti e componenti;

- conoscere le caratteristiche qualitative dei materiali, tramite report di prove di qualificazione prodotto e di controlli di serie;
- usare il tram in tutte le sue funzionalità;
- consultare e scaricare dati della diagnostica, del registratore di eventi e della videosorveglianza, e aggiornare parametri e dati della vettura (es.: data/ora, destinazioni degli indicatori di percorso, …);
- fornire al proprio personale le informazioni e le istruzioni necessarie per una corretta condotta dei rotabili;
- fornire al proprio personale le informazioni e le istruzioni necessarie per l'esecuzione di interventi di manutenzione preventiva, correttiva e di revisione generale del materiale rotabile e dei suoi componenti;
- effettuare negli anni l'approvvigionamento di tutti i componenti;

- risolvere eventuali problemi tecnici e/o eseguire eventuali modifiche ai materiali e/o gestire problemi di obsolescenza dei materiali, successivamente alla scadenza della garanzia, senza aver bisogno del supporto tecnico dell'Appaltatore.

La documentazione sarà consegnata nei tempi e nelle modalità indicate dalla presente Specifica. In caso di inadempienza saranno applicate le penalità previste dall'Art. 31 del Capitolato Speciale – Parte Generale.
Per tutto il periodo di validità dei singoli contratti applicativi, l'Appaltatore è tenuto a consegnare gli aggiornamenti della documentazione tecnica, anche se già approvata, in caso di modifiche. La consegna di questi aggiornamenti avverrà entro termini da concordare con la Stazione Appaltante e il Gestore ANM.
Le pubblicazioni non saranno considerate complete e definitive finché tutte le revisioni dovute a cambiamenti o modifiche non siano state incluse. Al termine della garanzia tutta la documentazione consegnata alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM rispecchierà l'esatto stato di configurazione dei tram.

A.9.2 FORMATO.

Tutte le comunicazioni, i documenti, i verbali, le relazioni, se non altrimenti specificato, saranno redatti in formato A4.
La copertina o il cartiglio dei documenti riporteranno il titolo del documento, l'indice di revisione ed altre informazioni che l'Appaltatore riterrà utili.
Tutti i disegni saranno redatti su tavola in formato conforme a norma UNI EN ISO 5457.
I disegni saranno realizzati in conformità alle norme UNI EN ISO 10209, UNI EN ISO 5456, UNI EN ISO 5457, UNI EN ISO 7200 e alle altre vigenti norme UNI. Per le proiezioni sarà usato il metodo "del primo diedro".
Tutti i documenti saranno consegnati in formato elettronico, sia nel formato di origine (es.: ".doc", ".docx", ".xls", ".xlsx", ".dwg", ".ppt", ".pps"), sia in formato di stampa, ossia ".pdf" per i file ".doc" e ".xls" e ".dwf" per i file ".dwg". I file ".pdf" non dovranno essere "protetti".
Tutti i documenti forniti dai candidati e successivamente dall' Appaltatore devono essere redatti in lingua italiana.
Per la parte di progettazione effettuata ricorrendo a modellazione "3D", tutte le viste saranno comunque messe su formato AutoCAD "2D", in modo da dare completa visione e conoscenza del progetto tramite tavole. È gradita la consegna anche del modello "3D", con modalità da concordare. Gli schemi elettrici e le tabelle di cablaggio saranno realizzati in AutoCAD, secondo la specifica dell'Appaltatore che dovrà essere consegnata alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM per consentire la corretta interpretazione dei documenti.
Disegni e schemi saranno consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM sia in formato ".dwg", sia in formato ".dwf".

A.9.3 ELENCO DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA A CORREDO DEI ROTABILI –TEMPISTICHE DI CONSEGNA.

Si riportano nei prospetti seguenti, le liste dei documenti da presentare alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, alle diverse scadenze temporali, con i requisiti corrispondenti.
Prospetto nr. 1 – Per l'approvazione del progetto esecutivo

- Scomposizione ad Albero del rotabile, con indicazione per ciascun elemento del part-number e della numerosità relativa all'insieme superiore e al tram (in formato ".xls" e ".pdf", vd. Art. A.9.3.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica);
- Documenti. formato ".pdf");
- Elaborati di Progetto in conformità alla D.G. N201 del 1983 (in formato ".pdf" in 7 copie firmate);
- Analisi di sicurezza. (in formato ".pdf" copia firmata);
- Calcolo della struttura della cassa (in formato ".pdf", copia firmata);
  Calcolo delle masse (in formato ".pdf", copia firmata);
- Verifica di compatibilità ruota/rotaia. (in formato ".pdf" copia firmata);
- Studio con provvedimenti per il contenimento del rumore. (in formato ".pdf" copia firmata);
- Computo del carico d'incendio. (in formato ".pdf" copia firmata);
- Gruppo di comando del banco di manovra, posizionato sulla sinistra del posto di guida: approvazione definitiva del Gestore ANM, prima della sua realizzazione;

- Piano delle Prove. (in formato ".pdf");
- Relazione tecnica sul trattamento dei dati personali ai sensi del Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati – GDPR (Regolamento (UE) 2016/679) e del D.lgs. n. 196/2003, nella quale l'Appaltatore dovrà descrivere quali dati personali (immagini, voce, identificativi utente, comportamenti/azioni utente, log, ecc.) vengono raccolti dai sistemi oggetto della fornitura (es. telecamere, RSE, ecc.), le modalità con cui vengono trattati, i rischi individuati e le relative misure di protezione, con particolare riferimento ai principi di "privacy-by-design" e "privacy-by-default" (in formato ".pdf");
- Costo del ciclo di vita per l'intera vita del rotabile (in formato ".pdf");
- Specifiche di Prova di Tipo e di Serie. (in formato ".pdf");
- Report di Prove di Tipo (in formato ".pdf" in 1 copia);
- Report di Prove di Serie, Certificazioni di Qualità dei componenti, Certificazione di comportamento al fuoco dei materiali;
- Dichiarazione di conformità al progetto approvato dal Ministero del rotabile costruito. (in formato ".pdf" 1 copia firmata);
- Libretti Ministeriali. (in formato originario in 2 copie);
- Analisi di Manutenzione Preventiva, Analisi di Manutenzione Correttiva, Piano di Manutenzione Preventiva, in prima versione. (in formato ".xls" + in formato ".pdf" in 1 copia firmata);
- Documentazione RAMS definitiva. (in formato ".pdf" in 3 copie). Calcolo LCC in versione definitiva. (in formato ".pdf" in 3 copie);
- Manuale di condotta, di manutenzione preventiva di 1° livello, di manutenzione correttiva, Cataloghi Ricambi, in prima versione. (manuali in formato ".doc" + in formato ".pdf". cataloghi ricambi in formato ".xls" + in formato ".pdf").

Dichiarazione di Responsabilità sulle indicazioni dei suddetti manuali ai fini della affidabilità dei rotabili (rif. C.M. n.8/85 - D.G. n.65/85 del 2 maggio 1985; in formato ".pdf" in 1 copia firmata).

- Documentazione tecnica, manuali di uso e manutenzione, eventuali relazioni di calcolo e dichiarazioni di conformità CE, nonché Schede di Sicurezza delle attrezzature specifiche (in formato ".pdf");
- Lista e Schede di sicurezza dei materiali di consumo. Disegni d'assieme e costruttivi dei componenti, disegni delle strutture casse e carrelli, disegni di allestimenti, di installazione dei componenti, schemi elettrici e fluidici, tabelle cavi di tutti i componenti, sia realizzati dall'Appaltatore, sia in subfornitura. Stato di Configurazione in versione finale;
- Piano di Manutenzione Preventiva, Analisi di sicurezza aggiornati;
- Manuale di manutenzione preventiva di 2° livello, di manutenzione correttiva, Cataloghi Ricambi, in versione definitiva;
- Dichiarazione di Responsabilità sulle indicazioni dei suddetti manuali ai fini della affidabilità dei rotabili (rif. C.M. n.8/85 - D.G. n.65/85 del 2 maggio 1985);
- Documentazione di parte elettronica.

In particolare, laddove l'Appaltatore impiegasse componenti elettronici "custom", deve essere consegnata la relativa documentazione, atta a consentire la progettazione e la realizzazione di componenti perfettamente intercambiabili con essi.

Software eseguibili per tutte le parti elettroniche e istruzioni a corredo.
Specifiche di progetto, di fornitura di sottoassiemi e componenti, calcoli di progetto, specifiche di prodotto, fascicolo procedure di collaudo, fascicolo normative di riferimento, fascicolo prospetti di collaudo, descrizioni tecniche del rotabile, di impianti e componenti, schemi di principio, schemi a blocchi e schemi funzionali dei principali impianti, sottoassiemi e componenti.
Eventuali aggiornamenti ai Disegni d'assieme e costruttivi dei componenti, disegni delle strutture casse e carrelli, disegni di allestimenti, di installazione dei componenti, schemi elettrici
Report periodici di prestazione RAM.

A.9.3.1 SCOMPOSIZIONE AD ALBERO DEL ROTABILE E ANALISI DI SICUREZZA.

Il documento "Scomposizione ad Albero del Rotabile" rappresenta interamente il tram, con il massimo livello di dettaglio possibile.
Deve essere redatto su file excel.
Di ogni elemento dell'albero sarà indicato il part-number e la numerosità relativa all'insieme superiore e al tram.
Il progetto esecutivo deve contenere l'"Analisi di Sicurezza" del rotabile, in conformità alla norma CEI EN 50126, sotto forma di dossier.

Il dossier di sicurezza sarà costituito da:
- "Fault Tree Analysis di Sicurezza";
- "Preliminary Hazard Analysis";
- "Failure Mode, Effects and Criticality Analysis".

Le analisi saranno condotte ad un livello di dettaglio convenientemente spinto, onde consentire un'agevole comprensione, sia quantitativa che qualitativa, della rispondenza del rotabile ai requisiti prescritti.
È compito dell'Appaltatore aggiornare il dossier, per l'intera durata della garanzia, qualora intervengano modifiche di configurazione del rotabile o di gestione della manutenzione.
In ogni caso l'Appaltatore dovrà progettare e costruire un tram che minimizzi per i passeggeri e per il guidatore le conseguenze di eventi dannosi quali, a titolo esemplificativo ma non esaustivo: urti, rischio elettrico.
Per ogni apparecchiatura giudicata critica per la sicurezza del personale di guida, dei passeggeri e/o dei manutentori, saranno indicate le azioni, le attrezzature e le procedure di intervento da adottare nelle attività di esercizio e manutenzione per controllare, limitare, segnalare ed eliminare i rischi.
Per gli altri contratti applicativi l'Appaltatore si impegna a fornire gli eventuali aggiornamenti.

A.9.3.2 DISEGNI D'ASSIEME E COSTRUTTIVI DI COMPONENTI, DISEGNI DELLE STRUTTURE CASSE E CARRELLI, DISEGNI DI ALLESTIMENTO E MONTAGGIO, SCHEMI ELETTRICI E FLUIDICI.

Di tutti i componenti, sia realizzati dall'Appaltatore, sia in subfornitura, saranno consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM i disegni d'assieme, che mostrino le viste del componente, le dimensioni, le interfacce di montaggio, le interfacce elettriche e/o fluidiche, il punto di collegamento per la messa a terra, le altre caratteristiche esterne essenziali per l'applicazione, il peso e la colorazione, il costruttore e il part-number secondo la codifica del costruttore.
Saranno altresì consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM tutti i disegni delle strutture casse e carrelli, di allestimento e montaggio dei componenti, degli elementi di fissaggio (staffe etc.), di tutti i cablaggi elettrici, nonché gli schemi elettrici (comprensivi di funzionali, topografici e tabelle cavi) e fluidici.
I disegni di installazione meccanica e gli schemi elettrici comprenderanno anche tutti gli impianti terra-bordo di fornitura ANM, inclusi i cablaggi interni ai moduli di tali impianti.

A.9.3.3 DOCUMENTAZIONE DELLE PARTI ELETTRONICHE – DIAGNOSTICA DI 1°, 2° E 3° LIVELLO.

Per tutte le apparecchiature elettroniche, anche realizzate dai subfornitori, sarà consegnata la documentazione di seguito riportata:
- schema funzionale di ogni scheda;
- schema di interconnessione tra le schede;

- disegno dei circuiti stampati di ogni scheda;
- descrizione dettagliata del circuito elettrico per ogni singola funzione;
- disposizione di montaggio dei componenti sui circuiti stampati;
- disegni delle parti meccaniche;
- elenco componenti e materiali, indicante: caratteristiche tecniche, case costruttrici, distributori sul territorio nazionale;
- parametri di selezione dei componenti, ove previsto;
- norme di taratura, controllo e collaudo di ogni singola scheda e dell'apparecchiatura completa;
- specifiche dettagliate per la costruzione di tutte le parti avvolte.

Per i componenti a microprocessori, sarà consegnata una documentazione da cui risulti:

- architettura generale del sistema;
- eseguibili del software e istruzioni per il caricamento dello stesso;
- tutto quanto si renda necessario per superarne l'eventuale obsolescenza.

Anche per le parti realizzate dai subfornitori, tutte le volte che vengano impiegati componenti custom, nei termini di cui all'Art. A.9.3, l'Appaltatore o il suo subfornitore deve consegnare alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM tutto quanto si renda necessario per replicare e acquisire in futuro questi componenti,

fatte salve eventuali proprietà industriali che rimangono per tutto il periodo della fornitura dei tram di proprietà dell'Appaltatore o di un suo fornitore.
Per quanto riguarda la diagnostica di 1° e 2° livello sarà consegnata una documentazione dalla quale risultino evidenti le condizioni logiche e le eventuali temporizzazioni che intervengono per la generazione di ogni segnalazione.
Per la manutenzione di 3° livello (riparazione delle schede elettroniche) saranno fornite tutte le procedure per i test sui sottogruppi, nonché tutte le norme di collaudo e taratura eventualmente necessarie.

A.9.3.4 *SOFTWARE* ESEGUIBILI DELLE PARTI ELETTRONICHE.

Fa altresì parte integrante della fornitura la consegna alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM dei file eseguibili dei software dei componenti e delle schede elettroniche, corredati delle istruzioni per il caricamento degli stessi.
Al riguardo, la Stazione Appaltante e il Gestore ANM si impegnano a non divulgare tali software e ad impiegarli esclusivamente per scopi manutentivi dei rotabili in questione.
Di ciascun componente o scheda che utilizzi software, saranno consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM i file eseguibili, ciascuno su supporto informatico dedicato, con chiari riferimenti all'apparecchiatura di competenza e con esaustive istruzioni ed eventuali file accessori (di configurazione…) per l'installazione, affinché il Gestore ANM possa autonomamente caricare i software sulle apparecchiature dei tram in questione. Per gli altri contratti applicativi l'Appaltatore si impegna a fornire gli eventuali aggiornamenti.

A.9.3.5 ELABORATI DI PROGETTO AI SENSI DELLA D.G. N201 del 16/09/1983.

Entro l'inizio delle attività di prove e collaudi che coinvolgano Enti di sorveglianza esterni (ANSFISA, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) e comunque secondo quanto sarà stabilito dal cronoprogramma offerto in sede di gara, l'Appaltatore consegnerà alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM la documentazione, composta da disegni e relazioni, da presentare agli organi di controllo per l'approvazione del progetto.
Nella redazione della documentazione dovranno essere del tutto soddisfatti i requisiti della D.G. N201 del 16/09/1983; ciò premesso, la documentazione sarà molto più completa ed esaustiva di quanto indicato nella D.G. N201 citata, per dare una piena conoscenza delle caratteristiche del materiale rotabile.
Gli Elaborati devono contenere tutto quanto previsto nel Prospetto n. 1 dell'Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Alla raccolta degli Elaborati di Progetto sarà allegato anche il Piano delle Prove.

A.9.3.6 SPECIFICHE E REPORT DI PROVA.

Per tutte le prove di tipo e di serie previste nel Piano delle Prove, Art. B.1.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, saranno prodotte:

- Specifiche e Procedure di Prova, da consegnare alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM

almeno 15 giorni solari prima della calendarizzazione delle prove stesse;
- Report delle Prove effettuate, secondo quanto previsto dall'Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.

Tali documenti conterranno una chiara individuazione del componente, delle caratteristiche e delle funzionalità oggetto di prova, dei metodi e delle attrezzature di prova, dei criteri di accettazione, dei riferimenti alle norme considerate.
Per ciascun tram, la raccolta dei report e verbali di prova di serie del rotabile completo e di tutti i suoi impianti e componenti, la Lista dei Serial Number e lo Stato di Configurazione (indice di aggiornamento dei disegni dei componenti, degli schemi elettrici, dei software) saranno trasmessi per intero alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM con ciascun tram.
Tali documenti, denominati "Probatori", faranno parte integrante del Libretto (vd. Art. A.9.4 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica).
Sostituzioni di componenti serializzati e/o di modifiche di configurazione, a valle dell'Accettazione (Art. A.7 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica) e per tutto il periodo di garanzia, saranno tracciate dall'Appaltatore e comunicate alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM.

Al Collaudo Definitivo e ad ogni successiva modifica, la Lista dei Serial Number e lo Stato di Configurazione saranno nuovamente consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, aggiornati.
Per ciascun tram l'Appaltatore emetterà la Dichiarazione di Conformità del Rotabile costruito al progetto approvato dal Ministero, conformemente alla D.G. N201 suddetta.
Per gli altri contratti applicativi l'Appaltatore si impegna a fornire gli eventuali aggiornamenti.

A.9.3.7 DOCUMENTAZIONE RELATIVA AI MATERIALI DI CONSUMO.

L'Appaltatore consegnerà, congiuntamente ai manuali, l'elenco di tutti i materiali di consumo (spazzole di ritorno correnti, olio del riduttore, altri oli e grassi, fluido termodinamico del condizionatore, pastiglie dei freni…), con indicazione dell'Appaltatore, del codice del materiale secondo la codifica dell'Appaltatore, l'unità di vendita, il consumo annuo previsto per un tram.
Di ciascun materiale sarà consegnata la scheda di sicurezza (MSDS, conforme al Regolamento Europeo vigente).
I riferimenti a detti materiali saranno contenuti anche nelle schede di manutenzione dei manuali stessi.
Per gli altri contratti applicativi l'Appaltatore si impegna a fornire gli eventuali aggiornamenti.

A.9.4 LIBRETTI MINISTERIALI.

Per ciascun tram, l'Appaltatore provvederà alla compilazione del libretto ministeriale modello MC403, in duplice copia, riportante le principali caratteristiche delle vetture e gli esiti delle prove sui principali materiali con ripercussioni sulla sicurezza di esercizio.

A.9.5 MANUALI E CATALOGHI RICAMBI.

L'Appaltatore consegnerà una dichiarazione con la quale attesta che si assume esplicita e completa responsabilità sulle indicazioni dei suddetti manuali ai fini della affidabilità dei rotabili, come richiesto dalla Circolare del Ministero dei Trasporti D.G. - M.C.T.C. n° 65 del 02/05/85, prot. 244.
Per gli altri contratti applicativi l'Appaltatore si impegna a fornire gli eventuali aggiornamenti.

A.9.5.1 MANUALI.

La manualistica nel suo complesso sarà composta dai seguenti elementi:
- Manuale Descrittivo e Illustrativo.

Ha lo scopo di descrivere il materiale rotabile nella sua globalità (caratteristiche, dati fondamentali, funzionalità). È rivolto ai conducenti. È richiesto un grado di approfondimento medio per la generalità delle parti del rotabile, elevato per le parti la cui funzionalità è di interesse per i conducenti per la guida e per la risoluzione delle situazioni di guasto.
- Manuale di Condotta.

Ha lo scopo di illustrare le modalità di abilitazione, controlli post-abilitazione, guida, disabilitazione, accoppiamento tram per il traino o la spinta. Illustrerà tutte le funzionalità del monitor di banco. È rivolto ai conducenti.
- Manuale di Ricerca Guasti.

Ha lo scopo di illustrare i casi di guasto e le relative risoluzioni (non riparazioni) da parte del conducente (es.: esclusione di impianti, effettuazione di by-pass). Illustra anche tutti i tipi di messaggi diagnostici, elencandoli con la relativa risoluzione. È rivolto ai conducenti.

- Manuali di Manutenzione di 1°, 2° e 3° livello.

Hanno lo scopo di descrivere con approfondito dettaglio tecnico gli impianti del rotabile, dal punto di vista costruttivo e funzionale. Sono rivolti ai manutentori. Trattano la manutenzione di 1° livello (ossia: riparazioni effettuabili sul tram e stacco/riattacco componenti), di 2° livello (ossia: riparazioni su componenti effettuabili "fuori opera", revisione generale dei componenti stessi) e di 3° livello (ossia: riparazioni di schede elettroniche). Trattano sia la manutenzione preventiva, sia la ricerca guasti, sia la manutenzione correttiva. Saranno articolati in un'ampia parte descrittiva iniziale e in una parte di interventi di manutenzione, strutturata su schede.
Per la vastità della trattazione, il manuale di manutenzione sarà redatto in volumi, per singolo impianto, con il seguente schema di disaggregazione del rotabile:

- CASSA, comprendente: struttura cassa, verniciatura e pellicolatura, isolamento termo acustico, finestrini, pavimento, intercomunicanti, barre di traino e spinta;
- CARRELLI, comprendente: i carrelli completi; per le parti di impianti trattati in altri volumi installate sui carrelli (es.: il motore di trazione, facente parte dell'IMPIANTO DI TRAZIONE), il manuale del carrello illustra il montaggio, le interfacce fisiche e funzionali; la trattazione del motore in sé farà parte del volume IMPIANTO DI TRAZIONE);
- IMPIANTO DI TRAZIONE, comprendente: pantografo, prese, eventuale IR o contattore di linea, induttanze, manipolatore, convertitori di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti, motori;
- IMPIANTO FRENO, comprendente: centraline elettroniche ed elettroidrauliche, pinze freno e dischi, pattini elettromagnetici, sabbia;
- IMPIANTO PORTE e PEDANA HK, comprendente: le porte passeggeri, centraline e azionamenti, maniglia di emergenza e pedana HK;
- IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO, comprendente: i condizionatori cabina e comparto;
- IMPIANTO ELETTRICO, comprendente: l'intero equipaggiamento elettrico, esclusa la trazione;
- ARREDI E ALLESTIMENTI DI TESTATA E CABINA DI GUIDA, comprendente: apparati posti sull'esterno testata (fari, tergi vetro, cristalli, specchi, porte di cabina) e allestimento interno della cabina di guida;
- ARREDI E ALLESTIMENTI DI COMPARTO PASSEGGERI, comprendente: l'intero allestimento dell'ambiente passeggeri;
- RETE INFORMATICA DI VEICOLO, comprendente: Logica di Veicolo, Nodo, Monitor di banco, rete CAN (Controller Area Network, linea di collegamento fra i vari nodi del veicolo), diagnostica;
- TACHIMETRIA, UOMO MORTO, REGISTRATORE DI EVENTI, VELOCITÀ ZERO, che descrive compiutamente anche le modalità di scarico dati dal registratore;
- IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA E VIDEOREGISTRAZIONE, che descrive compiutamente anche le modalità di scarico dati dal registratore.
- Gli impianti terra-bordo forniti da ANM non saranno coperti da manualistica, tuttavia le interfacce fisiche e funzionali del tram con essi saranno trattate, negli opportuni volumi.
- Manuale di Intervento in caso di Deragliamento e Collisione

Ha lo scopo di illustrare le modalità di separazione delle casse, di sollevamento cassa, di rimessa a binario dopo deragliamento, di evacuazione in emergenza (in linea). È rivolto ai manutentori e ai Vigili del Fuoco.
I manuali saranno consegnati, in formato ".doc" e in formato ".pdf" non protetto.

A.9.5.2 CATALOGHI RICAMBI.

I Cataloghi Ricambi saranno consegnati in formato cartaceo ed elettronico, la copia elettronica in formato ".xls" deve contenere una prima colonna destinata all'inserimento del categorico di magazzino del Gestore ANM ed una seconda colonna a fianco nella quale ANM possa specificarne il tipo di contabilizzazione (ricambio o complessivo) a magazzino, e in formato "pdf".
La distinta materiali di ogni tavola deve contenere il collegamento ipertestuale alla figura tridimensionale che la raffigura.

Analogamente al Manuale di Manutenzione, il Catalogo Ricambi va articolato in volumi; il criterio di disaggregazione deve essere il medesimo.
Per quanto riguarda il Catalogo Ricambi, l'Appaltatore indicherà su questo documento il costruttore originario di ciascun materiale e identificherà il materiale secondo la codifica del costruttore originario. Sarà altresì presente la codifica dei materiali secondo il criterio di codifica dell'Appaltatore stesso.
Per gli altri contratti applicativi l'Appaltatore si impegna a fornire gli eventuali aggiornamenti.

A.9.6 ADDESTRAMENTO.

L'addestramento del personale ANM relativamente ai rotabili oggetto della fornitura è a carico dell'Appaltatore, nei termini di seguito descritti.
È fatto obbligo di tenere tutti i corsi di formazione in lingua italiana.

- Personale di condotta.

L'Appaltatore istruirà molto approfonditamente i conducenti di ANM, a partire dalla consegna del primo tram, con più sessioni di incontro da concordarsi. L'Appaltatore è tenuto altresì a definire i contenuti e le modalità dei corsi che gli istruttori ANM impartiranno ai conducenti e a redigere tutto il materiale didattico occorrente.
I corsi comprenderanno una parte teorica in aula e una parte sul tram fermo in deposito, impegneranno ogni allievo per una durata stimata di 4 giorni e riguarderanno tutti gli aspetti di descrizione generale del materiale e delle sue funzionalità, di abilitazione e controlli, di guida e di depannage (con particolare attenzione sulle procedure di risoluzione guasti). A ciascuna sessione di corso parteciperà un numero congruo di allievi.

- Personale di manutenzione.

Per quanto riguarda il personale di manutenzione, l'Appaltatore è tenuto ad istruire direttamente tutti i manutentori previsti da ANM.
Il programma di addestramento sarà svolto in lingua italiana.
L'Appaltatore predisporrà un programma di addestramento, articolato sui seguenti argomenti:

- conoscenza vettura e nozioni basilari di guida dei tram, al quale parteciperanno tutti i manutentori;
- manutenzione preventiva e correttiva di 1° livello, al quale parteciperanno tutti i manutentori;
- manutenzione preventiva e correttiva di 2° e 3° livello, al quale parteciperanno tutti i manutentori.

Di ciascun corso saranno previste più ripetizioni, essendo il numero massimo di partecipanti pari a 5 per i manutentori.
Le ripetizioni non saranno consecutive, ma suddivise in blocchi separati nel tempo, infatti i corsi saranno svolti per ciascun deposito quando tale deposito sarà dotato dei tram in oggetto di fornitura. A supporto dei corsi saranno prodotte apposite dispense, contenenti i manuali o parte di essi.
Al termine dell'addestramento il personale avrà una visione d'insieme degli argomenti trattati e saprà come estrapolare qualunque informazione di cui abbia bisogno dalle pubblicazioni consegnate.
Alla fine di ciascun corso saranno eseguiti test di verifica. Se più di un terzo dei partecipanti al corso non supera i test il corso di addestramento sarà rivisto e ripetuto.
Con il piano di gestione della fornitura l'Appaltatore presenterà alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM un "Piano di Sviluppo dell'Addestramento", che includa:
a) le ore di addestramento in aula,
b) le ore di addestramento pratico,
c) il contenuto del corso,
d) le qualifiche dei docenti,
e) l'elenco dei supporti da utilizzare,
f) descrizione e finalità di ciascun corso.

I corsi per i manutentori si dividono in corsi di conoscenza vettura, utili per una prima familiarizzazione con il nuovo materiale rotabile, e corsi di manutenzione veri e propri.
I corsi di conoscenza vettura hanno lo scopo di illustrare le macro-caratteristiche dei tram e informare sulle nozioni basilari di guida e di depannage. In particolare, essi illustreranno le modalità di rimessa a binario in caso di deragliamento, di scarico dati diagnostici. Essi saranno svolti immediatamente a valle della consegna del primo tram (per ciascun deposito).
I corsi di manutenzione riguarderanno la descrizione degli impianti e delle funzionalità della vettura, la

manutenzione preventiva e correttiva e la ricerca guasti. Saranno previste combinazioni di lezioni teoriche e di esercitazioni pratiche, da svolgersi sui tram e in officina; saranno utilizzati anche i materiali del magazzino ricambi dell'Appaltatore, se necessario.
Data la vastità degli argomenti, i corsi saranno tenuti separatamente per singole parti del tram, secondo la disaggregazione indicata per i manuali. Essi saranno svolti a valle della messa in servizio del primo tram e comunque non oltre i 36000 km dalla sua autorizzazione all'immissione in servizio, vd. Art. A.8 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica e saranno basati sui manuali di manutenzione in versione definitiva, per quanto possibile.
Per gli altri contratti applicativi l'addestramento non si ripete.

B.PROVE.

B.1 GENERALITÀ.

Premesso quanto indicato all'Art. A.5 (Gestione delle certificazioni), il rotabile e le sue parti saranno sottoposti a collaudi, eventualmente anche alla presenza della Stazione Appaltante, del Gestore ANM e ANSFISA, volti a verificare che:

- il processo di fabbricazione e controllo avvenga in conformità al progetto e ai Piani di Fabbricazione e Controllo;
- il materiale rotabile e i suoi componenti siano rispondenti ai requisiti contrattuali, al progetto ed agli aggiornamenti dello stesso, alle norme vigenti e alle regole di buona tecnica;
- i lavori siano eseguiti a regola d'arte;
- sussistano le condizioni di sicurezza, accessibilità (dei componenti degli impianti elettrici e fluidici, con particolare riguardo alle parti soggette a manutenzione preventiva e accidentale), estraibilità e manutenibilità dei componenti.

La Stazione Appaltante si riserva altresì di presenziare a qualsiasi fase del processo produttivo e l'Appaltatore esibirà, su richiesta, qualsiasi elaborato progettuale/tecnico inerente al materiale oggetto di fornitura.
A supporto delle operazioni di collaudo, prima dei collaudi stessi saranno consegnate alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, in duplice copia le procedure di prova e i test report di quanto sarà oggetto di verifica.
L'Appaltatore consegnerà il "Piano delle Prove", i "Piani di Fabbricazione e Controllo" e le "Specifiche e Procedure di Prova" dei materiali e trasmetterà tali documenti alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, unitamente ai disegni esplicativi eventualmente necessari, con largo anticipo rispetto alle relative attività di produzione e di prova.
In base alle definizioni intercorse, l'Appaltatore convocherà alle prove, propedeutiche ai collaudi, il Direttore di Esecuzione del Contratto, la Stazione Appaltante e il Gestore ANM, con almeno 15 giorni di anticipo sulla data prevista per il collaudo, tramite posta certificata all'indirizzo infrastrutture.speciali@pec.comune.napoli.it della Stazione Appaltante ed al Gestore ANM - Direzione Trasporto Elettrificato, via G.B. Marino, 1 Napoli all'indirizzo tel@pec.anm.it.
Tutte le condizioni di prova si intendono estese anche ai materiali in subfornitura; allo scopo, gli ordini di subfornitura riporteranno in calce la eventuale necessità di convocare la Stazione Appaltante ed il Gestore ANM ai collaudi.
Al fine di gestire eventuali sovrapposizioni di collaudi e di mettere il Gestore ANM in condizioni di effettuare i collaudi senza rinvii degli stessi, l'Appaltatore terrà costantemente aggiornato il programma dei collaudi, che riporta il calendario delle attività previste nell'orizzonte di un mese. La trasmissione di tale calendario non sostituisce le convocazioni via pec di cui sopra.
La partecipazione di ANM ai controlli potrà essere sistematica o a campione. Al riguardo la Stazione Appaltante terrà in considerazione l'operato generale dell'Appaltatore e soprattutto il risultato dei primi collaudi eseguiti, la qualità della documentazione tecnica ed il rispetto di tutti gli accordi presi.
Per i collaudi su materiali interessanti la sicurezza dell'esercizio contenuti al punto 1) lett. B art. II della Circolare D.G. N201, la Stazione Appaltante, il Gestore ANM e ANSFISA saranno sistematicamente presenti.
La Stazione Appaltante si riserva di prevedere un presidio di collaudo fisso presso la sede dell'Appaltatore. A prescindere dalla partecipazione della Stazione Appaltante, i report di tutte le prove di collaudo saranno redatti a cura dell'Appaltatore, in forma il più possibile completa, e trasmessi alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM. Nel caso di partecipazione della Stazione Appaltante ai collaudi, saranno redatti anche verbali (in lingua italiana) richiamanti tali documenti.
L'organizzazione logistica delle prove, la definizione delle procedure di prova, le risorse materiali necessarie (strumentazione, laboratori, …), la predisposizione dei materiali e dei rotabili alle prove (es. zavorramento) e la redazione dei report di prova sono a carico dell'Appaltatore, anche per le prove su rotabile completo svolte in ANM. Per queste ultime, ANM metterà a disposizione, a titolo gratuito, la linea e il personale di guida.
Per quanto riguarda il personale tecnico di ANM e di ANSFISA che parteciperà alle prove vigono le seguenti regole:

- le spese di viaggio, vitto e alloggio relative al personale ANM e al personale ANSFISA, saranno a carico dell'Appaltatore che provvederà direttamente all'acquisto di biglietti di viaggio, voucher di alberghi e ristoranti, servizio taxi e al recapito degli stessi a ANM.

L'Appaltatore metterà a disposizione del Collaudatore ANM una postazione informatica per la redazione del verbale.
Tutti gli oneri per eventuali riparazioni e/o modifiche per rimediare a collaudi negativi sono a carico dell'Appaltatore.

B.1.1 PIANO DELLE PROVE.

Le attività di controllo sul rotabile completo e su tutti i suoi componenti saranno indicate nel documento "Piano delle Prove".
Esso riporterà, per i componenti del rotabile e per il rotabile completo, l'elenco delle prove di tipo e di serie previste. Le prove di tipo sono volte a verificare la rispondenza del materiale (primo esemplare) ai requisiti di progetto, le prove di serie sono volte a verificare il corretto funzionamento del materiale. È essenziale che per tutti i componenti immatricolati sia prevista una prova di serie. Il Piano riporterà, per ogni prova, il riferimento al documento di prova, l'indicazione se trattasi di prova di tipo o di serie, l'indicazione del luogo di effettuazione della prova (sub-Fornitore, Appaltatore, ANM …), l'indicazione della presenza di ANM e di ANSFISA.
Il Piano delle Prove sarà consegnato alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM prima dell'inizio della prima prova di collaudo e comunque, contestualmente agli Elaborati di Progetto.

B.1.2 DOCUMENTAZIONE PROBATORIA.

La documentazione probatoria consiste nella raccolta dei report di tutte le prove di tipo e di serie su rotabile completo e sui suoi componenti previste dal Piano; per ciascun tram, essa sarà trasmessa alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM con il tram per l'Accettazione da parte della Stazione Appaltante, vd. Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, rappresentando una condizione necessaria per il rilascio della stessa.

B.2 PROVE SU COMPONENTI.

I componenti del rotabile saranno sottoposti, alla presenza della Stazione Appaltante e del Gestore ANM, alle prove di tipo e di serie previste dal Piano delle Prove (rif. Art. B.1.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica), per verificarne la conformità alle norme vigenti, ai requisiti di progetto, di buona tecnica e di manutenibilità. È compito dell'Appaltatore redigere le procedure di prova e trasmetterle alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, con la convocazione alla prova. È altresì compito dell'Appaltatore redigere e consegnare i report di prova, le certificazioni di qualità dei componenti e le certificazioni di comportamento al fuoco dei materiali.
Valgono, inoltre, i requisiti particolari indicati nei paragrafi seguenti.

B.2.1 COMPLESSIVI PRINCIPALI.

I complessivi principali saranno testati in relazione alle più gravose condizioni di:

– temperatura;
– umidità;
– tensione di alimentazione;
– urti e vibrazioni;
– acqua e polveri.

Per le parti di potenza dell'equipaggiamento di trazione (convertitore, motore e riduttore) saranno eseguite prove combinate per verificare le loro prestazioni e dimensionamento.
Tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche saranno sottoposte alle prove di tipo indicate al par. 12.2 della norma CEI EN 50155.
Per ogni tipologia di cassa costituente il rotabile, saranno eseguite prove di tipo estensimetriche sulla struttura della cassa per verificare l'effettiva distribuzione delle sollecitazioni nelle diverse condizioni di carico e la rispondenza alle prescrizioni della presente Specifica. La prova andrà condotta conformemente alle indicazioni della norma UNI EN 12663. La posizione degli estensimetri ed i carichi di prova saranno congruenti con il calcolo di progetto. La prova sarà eseguita sulle prime casse prodotte; è

a carico dell'Appaltatore estendere a tutti i materiali già costruiti le modifiche eventualmente resesi necessarie a seguito di esito negativo delle prove estensimetriche.

Per ogni tipologia di telaio carrello, un esemplare (fra i primi prodotti) sarà sottoposto alle prove statiche e a fatica di cui alla norma UNI EN 13749 per verificarne l'effettiva distribuzione delle sollecitazioni e la durata nel corso del ciclo di vita del tram. È a carico dell'Appaltatore estendere a tutti i telai già costruiti le modifiche eventualmente resesi necessarie a seguito di esito negativo delle prove di fatica eseguite sul primo telaio.
Tutti i telai carrelli saranno sottoposti a prove di serie di controllo dimensionale e di controllo non-distruttivo delle saldature, nonché a controlli della verniciatura. Il controllo dimensionale avverrà in macchina di misura a coordinate (DEA) almeno per: i carrelli del 1° tram, 1 carrello ogni 10, ulteriori carrelli qualora i controlli dimensionali di routine evidenziassero non-conformità.
Tutti i carrelli finiti saranno inoltre sottoposti a controllo generale dell'allestimento, verifica del cablaggio, prova di tenuta alla pressione (eventuale) e funzionalità del freno, prova di impedenza di isolamento e tenuta alla tensione, prova di pressatura.
Le prove da eseguirsi sul rodiggio (assili, ruote, ecc.) saranno quelle relative alle norme UNI EN 13260 e UNI EN 13261.

B.3 PROVE DI TIPO SUL ROTABILE COMPLETO.

Le definizioni delle prove sul rotabile completo terranno conto delle indicazioni di cui alla norma CEI EN 50215, fatta salva la facoltà di ANSFISA di inserirne ulteriori.
Il primo tram finito, sarà sottoposto, come minimo, alle seguenti prove di tipo:

- prove delle dimensioni esterne (sagoma limite) e dei giochi (rif. par. 8.1.1.2 della EN 50215), della lunghezza di tubi flessibili e cavi;
- rotazione e beccheggio cassa rispetto ai carrelli;
- sghembo;
- prova di attitudine al sollevamento, da tutti i punti di sollevamento previsti;
- pesatura e carico per asse;
- prove di tenuta (principalmente all'acqua);
- prove dell'impianto di frenatura;
- prove del sistema di alimentazione ausiliaria e del carica batteria;
- prove degli impianti di conversione energia per gli ausiliari e di autonomia delle batterie;
- prove dell'impianto porte, comprese sicurezze relative alla situazione di tram in movimento (eventualmente completabile presso ANM);
- prove dell'impianto di climatizzazione di cabina e comparto;
- prove dell'impianto di illuminazione interna di cabina e comparto;
- prove della Logica di Veicolo, della Diagnostica di Veicolo e della Rete Informatica di Veicolo;
- accoppiamento, manovre di traino e spinta con tutte le tipologie di tram del Comune di Napoli, anche in curve orizzontali e verticali (completabile presso ANM).

Per le prestazioni di trazione e frenatura valgono le definizioni di:
- "a tara", si intende la condizione di minimo carico del rotabile, quindi con a bordo il conducente e il personale tecnico addetto alle prove,
- carico utile normale, come definito dal par. 7.2 della UNI 11174:2014,
- carico utile eccezionale, come definito dal par. 7.2 della UNI 11174:2014 con la precisazione: è la situazione di tutti i posti a sedere fissi occupati, eventuali strapuntini non utilizzati, assenza di passeggeri con disabilità su sedia a rotelle a bordo e passeggeri in piedi in numero di 6/m2, con peso del singolo passeggero di 70 kg.

- prestazioni di trazione (accelerazione massima, jerk massimo, velocità massima, diagramma di tratta di 250 m, diagramma di tratta di 400 m, avviamento in salita, marcia in condizioni degradate), a tara e a carico utile eccezionale;
- prove di frenatura (freno elettrico, frenatura di servizio, di sicurezza, di emergenza, a pattini (la prova che misura la prestazione del solo freno a pattini elettromagnetici va intesa come la differenza fra la prestazione ottenuta per la frenatura massima di servizio e quella di emergenza), di stazionamento, di trattenuta, jerk, frenatura in condizioni degradate, antipattinaggio); tutte le prove dinamiche saranno svolte con velocità iniziale di 50, 40 e 20 km/h;
- prove di capacità termica di trazione e di frenatura;

- prove di resistenza al moto;

- prove del comfort di marcia secondo la norma UNI EN 12299;
- prove delle caratteristiche di marcia secondo la norma UNI EN 14363;
- prove del comportamento dinamico del rotabile, in merito a: rigidezza delle sospensioni, assenza di oscillazioni, assenza di interferenze;
- verifiche di interfacciamento funzionale con gli impianti terra-bordo;
- misura di emissioni elettromagnetiche e prove di compatibilità elettromagnetica con gli impianti terra-bordo presenti sulla rete, a tara e a carico utile eccezionale;
- prove del sistema di comando del tram, dell'impianto diagnostico e dell'impianto di videoregistrazione;
- prove di impianti concernenti la sicurezza (arresto di emergenza, uomo morto, tachimetro, registratore di eventi, rilevamento ed estinzione incendi, allarme passeggeri, circuito consenso trazione, circuito "laccio delle sicurezze", circuiti di sicurezza in altri sottosistemi quali porte e freno, segnalazioni visive ed acustiche esterne);
- bilancio energetico del tram, secondo le modalità descritte nel successivo paragrafo "Prova di bilancio energetico";
- prove di rumorosità interna, che dimostrino la conformità del veicolo ai requisiti richiesti dall'Art. C.2 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica;
- prove di rumorosità che mostrino il comportamento del tram fermo (ad altezza 1,2 e 5 m dal piano del ferro), in marcia a 40 km/h e sulla curva di raggio medio 25 m,
- altre prove che la Stazione Appaltante, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle dinanzi elencate saranno definite nel contratto.

Alcune delle prove sopra citate (es.: prove di accoppiabilità con altri tram del Comune di Napoli, prove di prestazione di trazione e frenatura), potranno essere svolte sulle linee della rete tranviaria del Comune di Napoli, gestita da ANM, contestuali alle prove di transitabilità e circolabilità sulla rete.
Il primo tram sarà oggetto di verifiche di funzionalità anche alla luce dei primi ritorni dall'esercizio.

Prova di bilancio energetico.

La prova ha lo scopo di verificare il consumo specifico di energia del tram, espresso in kWh/(km·passeggero), da confrontare con il valore Eoff dichiarato dall'Appaltatore in sede di offerta, ai fini dell'applicazione della penale prevista all'Art. 31 del Capitolato Speciale – Parte Generale.
La prova sarà eseguita sul primo tram, dopo il superamento delle prove di trazione e frenatura, sulla Linea 1 della rete tranviaria della città di Napoli o su altra linea indicata dal Gestore ANM, percorrendo l'intera linea in entrambi i sensi di marcia (corsa di andata e ritorno), nelle seguenti condizioni:
– tram a carico utile normale, come definito dal par. 7.2 della UNI 11174:2014, realizzato mediante zavorramento a cura e spese dell'Appaltatore;
– fermata a tutte le fermate della linea, con sosta di 20 s e apertura di tutte le porte passeggeri;
– condotta conforme al Regolamento di Esercizio Tranviario ANM, con velocità commerciale prossima al valore medio di 14 km/h indicato all'Art. 2.1 delle Premesse;
– tutti gli impianti ausiliari in funzione, con climatizzazione del comparto passeggeri e delle cabine di guida in regolazione automatica;
– linea ricettiva e frenatura elettrica a recupero attiva.
Saranno eseguite almeno 5 corse di andata e ritorno. L'energia sarà rilevata mediante la funzione di conteggio energia di cui all'Art. C.12.4 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, previa verifica della sua taratura, e potrà essere verificata in contraddittorio con strumentazione certificata messa a disposizione dall'Appaltatore.
Per ciascuna corsa il consumo specifico misurato è calcolato come: $E = (Ea - Er) / (L \times Np)$, dove Ea è l'energia assorbita dalla linea per trazione e servizi ausiliari [kWh], Er è l'energia restituita alla linea in frenatura [kWh], L è la lunghezza della corsa [km] e Np è il numero di passeggeri corrispondente al carico utile normale. Il valore Emis è la media aritmetica dei valori E delle singole corse.
L'Appaltatore dichiara in sede di offerta il valore Eoff, calcolato con la medesima formula e nelle medesime condizioni. Qualora Emis risulti superiore a Eoff, si applica la penale prevista all'Art. 31, punto 6, del Capitolato Speciale – Parte Generale.

B.4 PROVE DI SERIE SUL ROTABILE COMPLETO.

B.4.1 PROVE DI SERIE "IN FABBRICA".

Tutti i tram, finiti di montaggio e allestimento, saranno sottoposti presso lo stabilimento del costruttore a prove di serie e verifiche atte ad accertare: la corretta esecuzione della costruzione del rotabile secondo i disegni di progetto e le regole di buona tecnica, la completezza degli allestimenti, la qualità delle finiture e tutte le funzionalità statiche.
L'Appaltatore è tenuto a svolgere per intero le prove e verifiche di cui sopra, redigendo i relativi report, indipendentemente dalla presenza della Stazione Appaltante e di ANM.
Lo svolgimento di tali prove e verifiche, la raccolta di tutta la relativa documentazione e l'accertamento del positivo svolgimento delle precedenti prove sul rotabile in corso di costruzione rappresentano il "Collaudo in Fabbrica".
Senza pretesa di esaustività, le prove di serie da eseguire sono:

- battitura cavi;
- verifica di completezza dei montaggi, dei cablaggi, degli allestimenti e delle finiture;
- verifica di corretta esecuzione dei montaggi nel sottocassa, in cassa (interno ed esterno), sull'imperiale; al riguardo, è onere dell'Appaltatore creare le condizioni logistiche affinché tali ispezioni possano essere condotte, in piena sicurezza per gli operatori;
- verifica dell'assenza di difetti negli allestimenti;
- verifica della rispondenza del tram rispetto agli aggiornamenti di configurazione e del fatto che sono state considerate le osservazioni espresse dalla Stazione Appaltante e da ANM durante i precedenti collaudi, fasi di sviluppo del progetto e valutazione delle campionature;
- livellamento;
- prova di tenuta all'acqua;
- prove dell'impedenza di isolamento e di tenuta alla tensione;
- prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti;
- prova di funzionalità statica dell'impianto freno;
- prova di spinta manuale pantografo;
- prova di abilitazione con tensione di linea, disabilitazione;
- prova funzionale statica di tutti gli impianti ausiliari, con tensione di linea al pantografo;
- prova di funzionalità dell'impianto porte;
- prova di funzionalità di comandi e spie di banco;
- prova di spunto in trazione;
- altre prove che la Stazione Appaltante, il Gestore ANM e/o ANSFISA, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili in aggiunta o in sostituzione di quelle dianzi elencate, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, saranno definite nel contratto.

Con riferimento alle "prove dell'impedenza di isolamento e di tenuta alla tensione" si fa presente che di tutti i componenti elettrici che saranno esclusi dalle prove in quanto già provati in precedenza, al momento delle prove sul rotabile saranno rese disponibili le certificazioni, pena la mancata concessione dell'esito positivo del collaudo.
Con riferimento alla "prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti" si fa presente che oltre alla misura della "massima impedenza tra la cassa e il conduttore di protezione" (rif. par.
6.4.3 della norma CEI EN 50153) sarà verificato che "le parti conduttrici accessibili non causino shock elettrico per induzione o contatto con le parti attive vicine in condizioni di guasto" (rif. par. 6.1 della norma CEI EN 50153).
Tali verifiche finali sono da eseguirsi a tram finito di tutte le fasi di lavorazione fin nei minimi dettagli, finito di tutte le prove di serie, completo di tutti i componenti, pulito e alimentato da pantografo.
Al termine delle prove e verifiche sopra citate, verificata la congruità e la completezza della relativa documentazione e verificata la congruità e la completezza della documentazione delle prove sul rotabile in corso di costruzione sarà riconosciuto il "Collaudo in Fabbrica".

B.4.2 PROVE DI SERIE "IN ANM".

L'iter di prove e verifiche di ogni singolo rotabile, iniziato con le prove di serie in fabbrica, prosegue in ANM, dopo la consegna, con le prove degli impianti di sicurezza, le prove dinamiche e le prove funzionali

degli impianti terra-bordo.
Lo svolgimento di tali prove e verifiche e la raccolta di tutta la relativa documentazione rappresentano il "Collaudo in Linea".
Senza pretesa di esaustività, le prove di serie da eseguire sono:

- prove di impianti e circuiti concernenti la sicurezza (frenatura di sicurezza, uomo morto, tachimetro, registratore di eventi, rilevamento ed estinzione incendi, allarme passeggeri, circuito consenso trazione, circuito "laccio delle sicurezze", circuiti di sicurezza in altri sottosistemi quali porte e freno, segnalazioni visive ed acustiche esterne);
- prove di trazione e frenatura;
- prova di funzionalità degli impianti terra-bordo;
- prova di funzionalità dell'impianto di videoregistrazione;
- prova di funzionalità dell'impianto di informazione passeggeri;
- prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti, qualora il veicolo sia sottoposto a significativo smontaggio in sede di trasporto dall'Appaltatore presso ANM;
- altre prove che la Stazione Appaltante, il Gestore ANM e/o ANSFISA, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle dinanzi citate.

Sul 20% della flotta si devono prevedere prove dinamiche a carico utile eccezionale. La strumentazione delle motrici e lo zavorramento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

C.SPECIFICA TECNICA DEL VEICOLO.

Il rotabile deve essere pienamente conforme alla norma quadro italiana per le tranvie UNI 11174:2014 o eventuali successivi aggiornamenti.
La presente Specifica indica, inoltre, ulteriori requisiti rispetto a tale norma.

C.1.1 REQUISITI GENERALI.

Oltre a quanto previsto nell'Art. 2 del Capitolato Speciale – Parte Generale, "Oggetto e contenuto dell'Accordo Quadro", nel disciplinare di gara e nella premessa di cui al presente Capitolato Speciale –

Parte Tecnica, il rotabile deve soddisfare i seguenti requisiti relativamente alle dimensioni principali e all'architettura generale:

- vettura bidirezionale, singolo rotabile;
- **lunghezza complessiva del tram compresa tra 28 m e 33 m, misurata tra i punti di massima sporgenza longitudinali, con barre di accoppiamento rientrate, in posizione di non utilizzo;**
- **larghezza pari a 2400 (±5) mm;**
- per tutte le porte passeggeri, altezza della soglia di ingresso 300 (+15/-5) mm dal piano del ferro (le altezze dal piano del ferro si intendono con il rotabile a tara, con ruote e sospensioni a nuovo);
- 100% a pavimento ribassato;
- **il rotabile deve essere articolato a 5 moduli nella configurazione MC1-SA-T-SB-MC2, con disposizione dei carrelli di tipo Bo'+2+Bo' (due carrelli motori sui moduli di testa e un carrello rimorchiato portante sul modulo centrale); tale requisito garantisce la compatibilità con le attrezzature di sollevamento e re-railing già disponibili in deposito; (requisito a pena di esclusione)**
- (eventuale) presenza di una porta di accesso dall'esterno della cabina di guida, riservata al personale di condotta;
- **il rotabile deve essere dotato di n. 8 porte a doppia anta e n. 4 porte a singola anta (totale n. 12 porte di accesso); la larghezza netta delle porte a doppia anta deve essere pari a 1300 (±10) mm e quella delle porte a singola anta pari a 650 (±10) mm; le porte a singola anta sono riservate al personale di condotta;**
- **numero minimo di posti a sedere pari a n. 60 unità (non conteggiando i posti per passeggeri con disabilità);**
- presenza di n. 2 postazioni per passeggeri con disabilità su sedia a rotelle;
- climatizzazione del comparto passeggeri e delle cabine di guida con logica di funzionamento separata;
- Sono presenti un pantografo e un elemento di attrito.

C.1.2 ACCOPPIABILITÀ.

Per il recupero in emergenza del tram guasto lungo tutta la rete, i tram oggetto di fornitura devono potersi accoppiare tra di loro e con qualsiasi altro tram della flotta SIRIO del Comune di Napoli o mezzo strada rotaia.

In relazione al recupero:

- in linea di tram guasto, in aggancio e spinta
- fuori esercizio, in aggancio e traino o spinta,

senza passeggeri a bordo; i tram oggetto della presente fornitura devono essere accoppiabili:

- elettricamente, anteriormente e posteriormente, per il solo comando dei pattini elettromagnetici con i tram forniti, anche delle luci di emergenza e per la fonia, fra di loro stessi.

Nelle operazioni di recupero di tram guasto, in esercizio o fuori servizio, non deve essere possibile alcun passaggio di alta e/o media tensione tra i due tram accoppiati.
Per il posizionamento della barra di traino e spinta, per le caratteristiche di anti sormonto del frontale, l'Appaltatore deve fare riferimento alle quote (altezza dal piano del ferro pari a 650 mm) relative ai tram SIRIO, di cui si allegano i figurini.
In nessun modo è previsto il servizio passeggeri in multiplo.

C.1.3 BARRE DI ACCOPPIAMENTO.

Strutturalmente le barre di accoppiamento devono essere conformi a quanto previsto dalla UNI 11174 art. 14.1 e devono essere costituite dalle seguenti parti:

- una barra, di opportuna lunghezza, fissata da una parte al telaio cassa di estremità e recante dall'altra parte la testa di accoppiamento; la barra in questione deve essere in grado di assorbire e dissipare un'opportuna quantità di energia, eventualmente tramite apposito organo ad essa integrato, in modo da assecondare la fase di accoppiamento senza bruschi urti; la barra deve essere articolata in modo da potersi ritirare all'interno della carenatura della testa del tram quando non è utilizzata;
- un dispositivo di orientamento in curva, che consenta il corretto accoppiamento fra 2 tram, anche nelle curve più strette della rete tranviaria della città di Napoli;
- una contattiera per la trasmissione dei segnali elettrici in bassa tensione tra un tram e l'altro. I segnali che devono essere trasmessi sono: comando pattini elettromagnetici, luci di emergenza, comunicazione interna e devono rispettare quanto previsto dall'Art. C.1.2 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.

I connettori devono avere grado di tenuta IP68 sia quando sono chiusi che quando sono accoppiati con la frusta, anch'essa oggetto di fornitura per ciascun tram, della lunghezza adeguata, da riporre nel vano tecnico di bordo.
Lo spezzamento accidentale della composizione di due nuovi tram determinerà l'apertura del laccio delle sicurezze su entrambi i tram (di testa e di coda), quindi con intervento automatico della frenatura su entrambi.
Le barre saranno verniciate in colore bianco e provviste di catarifrangente rosso ai lati.
La testata delle vetture, nella parte inferiore, sarà dotata di una copertura con forma atta a respingere in avanti, per quanto possibile, pedoni eventualmente urtati dal tram;
al fine di agevolare l'utilizzo degli organi di accoppiamento tale copertura sarà facilmente amovibile dal conducente, senza attrezzi speciali; si tenga presente che il conducente opera solo con chiave quadra di servizio; la copertura peserà non più di 10 kg, la sua rimozione sarà effettuabile da una sola persona. La copertura smontata sarà riutilizzabile.

Il gancio di traino meccanico deve essere del tipo a gancio Albert ripiegabile sotto la cassa del tram. Nella posizione di riposo il gancio non deve sporgere oltre la sagoma della cassa. Deve essere previsto un alloggiamento dedicato sotto la cassa per il fissaggio della testa del gancio nella posizione ripiegata. L'altezza del perno di accoppiamento deve essere di 350 (±10) mm dal piano del ferro. Il gancio Albert deve essere compatibile meccanicamente con quello montato sui tram della fornitura CIG A022EE6884 onde consentire il traino/spinta in caso di guasto.

C.2 COMFORT.

- Per l'accessibilità valgono le indicazioni della UNI 11174 art. per tutte le porte di accesso al tram. 5.1. Non devono esservi gradini in prossimità delle porte di salita passeggeri, ossia il passeggero non deve incontrare gradini appena varcata la soglia di ingresso a bordo, né in altre parti del veicolo accessibili all'utenza.
- Per quanto riguarda l'accessibilità dei passeggeri con disabilità su sedia a rotelle, con riferimento alla norma UNI 11174, art. 5.1.4, sarà adottata la soluzione b). La porta per accesso della carrozzina deve essere il più possibile vicino alle cabine di guida, compatibilmente con l'architettura generale del veicolo. Le due postazioni devono essere concepite in modo tale che il passeggero che accede alla postazione, agevolmente si posizioni e si affranchi con spalle al senso di marcia. L'ancoraggio della carrozzella deve avvenire tramite cintura di sicurezza.
- Per l'abitabilità valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.2, con le precisazioni che seguono:
    - altezza libera del cielo all'interno dei rotabili, lungo la mezzeria longitudinale, non minore di 2100 mm dal piano del pavimento, per l'intera lunghezza della cassa, incluse le zone del condizionatore e del pantografo, esclusa la zona degli intercomunicanti (dove l'altezza sarà non minore di 2000 mm);
    - larghezza minima dei corridoi non inferiore a 500 mm per l'intera altezza della vettura;

- altre dimensioni secondo Regolamento 107 UN-ECE;

- per il comfort di marcia valgono le indicazioni delle norme UNI EN 12299 e UNI 11174 art. 5.3.1, con la precisazione che il gradiente di accelerazione in avviamento e frenatura di servizio (jerk) deve essere inferiore a 1,2 m/s³;
- per il comfort acustico (rumorosità interna) valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art.5.4, con le seguenti precisazioni (per la misura nel salone passeggeri il microfono va posto a 1,6 m di altezza dal pavimento, sulla mezzeria e in posizione centrale di ciascun modulo (deve esserne calcolato il valore medio aritmetico) e finestrini chiusi del comparto; per la misura in cabina di guida il microfono va posto a 1,2 m di altezza dal pavimento a 0,2 m dall'orecchio del personale di condotta con finestrini chiusi della cabina di guida):
- da fermo, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 63 ± 1 dB(A) in cabina di guida e a 65 ± 1 dB(A) in tutte le zone del comparto passeggeri, inclusi i passaggi attraverso le articolazioni, con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza;
- alla velocità costante di 40 km/h, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 70 ± 1 dB(A) in cabina di guida e a 74 ± 1 dB(A) in tutte le zone del comparto passeggeri, inclusi

  i passaggi attraverso le articolazioni, con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza. I livelli di rumorosità interna sono relativi ad intervalli temporali superiori a 15 secondi. I livelli di rumore indicati saranno ridotti di 3 dB(A) in presenza di toni puri nella gamma di frequenze da 300 Hz a 4000 Hz, considerando tono puro il livello di pressione sonora all'interno di una banda di 1/3 di ottava, che superi di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti. I suddetti parametri vanno assunti quali requisiti di progettazione; in fase di progettazione l'Appaltatore produrrà un'accurata "Analisi della rumorosità interna", in cabina e in comparto, per rotabile fermo e in marcia a 40 km/h, a dimostrazione del soddisfacimento di tali requisiti. Oltre ai requisiti sopra menzionati, il rotabile sarà esente da rumori di intensità elevata, tali da essere percepiti come fastidiosi, in tutte le condizioni di marcia (avviamento, accelerazione, velocità massima, frenatura, inserzione e disinserzione impianti, percorrenza di curve, apertura e chiusura porte, …). Sarà a carico dell'Appaltatore rimuovere le cause di rumorosità anomala, per quanto attribuibili al materiale rotabile.
- per l'illuminazione interna valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.5; per l'illuminazione di emergenza si tenga presente che il rotabile è da considerarsi classificato HL2 secondo norma UNI CEI EN 45545.
- per il comfort termico valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.6, con logica e funzionamento separati degli impianti di cabina rispetto a quello del comparto passeggeri, per le condizioni climatiche fare riferimento all'Art. 2.2 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
- per i sistemi informativi di bordo, valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.7; anche se il rotabile in questione è classificato HL2 secondo norma UNI CEI EN 45545, è da prevedersi comunque l'impianto di comunicazione full-duplex dai passeggeri al conducente integrato con la funzione di segnale d'allarme.

C.3 STRUTTURE E MASSE.

Secondo quanto previsto dall'Art. A.9.3.5 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, ai fini di quanto prescritto dall' art. II della Circolare D.G. N201, allegati 1° e 2°, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM i calcoli relativi a:

- la struttura della cassa e dei carrelli. Il calcolo della struttura delle casse e dei carrelli, evidenzierà i valori delle sollecitazioni calcolate ed ammissibili, ed i coefficienti di sicurezza nei significativi punti ed in ogni condizione di carico. Il calcolo evidenzierà le effettive sezioni critiche. Le prove sui materiali finiti rispecchieranno i dati di progetto.
- le masse e la loro distribuzione.

Per quanto attiene specificatamente le masse, sarà presentato il calcolo del peso globale del rotabile, con indicazione del peso della cassa, dei carrelli e di ogni sottosistema e con l'indicazione del carico massimo per ruota.

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Il carico massimo per ruota deve essere non maggiore di 5 t, a carico utile eccezionale, così come definito dall'Art. B.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Il valore di carico massimo di 5 t per ruota sopra indicato è un limite assoluto non derogabile, imposto dalle caratteristiche fisiche dell'armamento.
La disposizione delle apparecchiature sul rotabile sarà tale da consentire una ripartizione dei pesi il più simmetrica possibile, sia in senso longitudinale, sia trasversale.
A rotabile finito, il peso del rotabile sarà oggetto di prova di tipo. In caso di superamento del limite indicato nella presente Specifica, anche per una sola ruota del tram, l'Appaltatore dovrà adottare tutti i provvedimenti necessari per il rientro della non conformità.
Il peso complessivo del tram a carico utile eccezionale comunque non deve essere superiore a 54 t.

C.4 TRAZIONE E FRENATURA.

C.4.1 GENERALITÀ.

In questi paragrafi vengono specificate le prestazioni di trazione e frenatura del materiale oggetto della fornitura, nelle condizioni di funzionamento descritte.

Le prestazioni di accelerazione e decelerazione sono da ottenersi sia in condizioni di "a tara" che di carico utile eccezionale così come descritto dall'Art. B.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica. Le prestazioni di accelerazione e velocità di seguito richieste sono riferite al valore nominale di tensione di linea di 600/750 V.

C.4.2 TRAZIONE.

C.4.2.1 ACCELERAZIONE.

L'accelerazione media del tram con partenza da fermo, su binario piano e in rettilineo, nel passaggio da 0 a 30 km/h sarà superiore a 1 m/s_2.

C.4.2.2 VELOCITÀ MASSIMA.

Per il dimensionamento del rotabile si prenda a riferimento una velocità di progetto di 70 km/h. La velocità massima in esercizio commerciale è autolimitata a 50 km/h mediante funzione reimpostabile (non occorre che tale funzione sia "in sicurezza"). Entrambe le prestazioni devono essere garantite in condizioni di carico utile eccezionale, con ruote alla massima usura.

C.4.2.3 MARCIA IN CONDIZIONI DEGRADATE, BY-PASS DELLE SICUREZZE E CONSENSI ALLA TRAZIONE.

Un tram con avaria alla metà degli azionamenti di trazione, sarà in grado di avviarsi da fermo, a carico utile eccezionale, in salita con pendenza dell'8% (otto per cento), con accelerazione non minore di 0,1 m/s^2.
Un tram con avaria a metà azionamenti di trazione, deve essere in grado di percorrere autonomamente la linea al fine di rientrare in deposito, a tara, con limitazione della velocità a non meno di 30 km/h.
Un tram con avaria di frenatura meccanica fino al 33% incluso, deve essere in grado di proseguire il servizio passeggeri indefinitamente, a carico utile eccezionale, senza limitazione di velocità e sosta a tutte le fermate.
Con avaria di frenatura meccanica fino al 50% incluso, il tram deve poter circolare in sicurezza a carico utile eccezionale sino al primo capolinea a velocità limitata (almeno 20 km/h).
Con avaria di frenatura meccanica superiore al 50%, il tram deve rientrare con manovra di aggancio e spinta o traino.
Attraverso selettori rotativi piombati in cabina di guida, sul veicolo deve essere possibile by-passare eventuali guasti ai dispositivi:

- vigilante attivo,
- velocità zero,
- porte di salita/discesa passeggeri,
- eventuale porta di accesso diretto in cabina dall'esterno,
- freno di sicurezza,
- frenatura meccanica dei carrelli,

per proseguire la marcia, fuori servizio passeggeri o come opportunamente regolato dal Regolamento di Esercizio Tranviario ANM.
Il consenso alla trazione della vettura sarà dato dall'eccitazione del relè consenso. Tale eccitazione verrà data dalla chiusura di una serie di contatti provenienti da diversi circuiti e dispositivi che verificano lo stato del tram, al fine di garantirne l'avviamento solo in presenza delle condizioni di sicurezza.
I circuiti e le condizioni sono:
• porte chiuse e bloccate (circuito blocco porte);
• assenza di comando di abilitazione porte;
• pressione in condotta dell'impianto pneumatico (se presente);
• il circuito di nulla tensione;
• frenatura d'emergenza non comandata (rilevata tramite relè di comando della frenatura d'emergenza);
• frenatura di sicurezza non comandata (rilevata tramite pulsante di comando);
• un contatto del manipolatore di trazione/frenatura, che obblighi il conducente a riportare il manipolatore a "0" ogni volta che si diseccita il relè consenso;

• altri contatti che in funzione dell'architettura impiantistica risulterà necessario considerare.
Sarà previsto un comando di forzamento del relè consenso, costituito da un selettore rotativo bistabile piombato, al fine di lasciare al conducente la possibilità di trazionare, rimuovendo sotto la sua responsabilità i controlli di sicurezza. L'attuazione del forzamento genererà un avviso a monitor sui rischi dell'operazione e sarà registrata dal RSE.

C.4.2.4 RETROMARCIA.

Il tram sarà dotato di funzione di retromarcia, con velocità autolimitata a 5 km/h.

C.4.3 FRENATURA.

Saranno previste le funzioni di frenatura di servizio, di sicurezza, di emergenza (con l'ausilio anche dei pattini elettromagnetici), a pattini elettromagnetici, di trattenuta e di stazionamento.
Il sistema frenante sarà conforme alla norma UNI EN 13452, con le precisazioni indicate nella norma UNI 11174 art. 8.

Tutte le prestazioni di frenatura elettrica saranno garantite anche in assenza di ricettività della catenaria.
In caso di avaria agli azionamenti di trazione, la prestazione in frenatura non subirà diminuzioni, in virtù del subentro della frenatura meccanica al fine di garantire le prestazioni richieste al precedente Art. C.4.2.3.
L'Appaltatore deve prevedere l'impiego della sabbiatura del binario per migliorare l'aderenza fra ruota e rotaia.

C.4.3.1 FRENATURA DI SERVIZIO.

Prestazione in decelerazione come da norma UNI 11174 art. 9.2.

C.4.3.2 FRENATURA DI SICUREZZA.

La frenatura di sicurezza (security braking) è comandata manualmente da pulsante a fungo o subentra automaticamente in caso di guasto alla frenatura di servizio; la prestazione in decelerazione deve essere congruente alla norma UNI EN 13452, con un valore di decelerazione istantanea massimo di 1,3 m/s_2 calcolata a carico utile eccezionale. Valori di decelerazioni superiori potranno essere ammessi per condizioni di carico inferiori, nel rispetto comunque di quanto prevede la UNI EN 13452.

C.4.3.3 FRENATURA DI EMERGENZA.

La prestazione in decelerazione deve essere congruente alla norma UNI EN 13452.

C.4.3.4 FRENATURA A PATTINI ELETTROMAGNETICI.

La frenatura a soli pattini elettromagnetici (magnetic track braking) deve essere comandata manualmente da pulsante a fungo, posto sul banco di manovra, azionabile con la mano destra.
Il comando dei pattini elettromagnetici deve poter avvenire in modo manuale ed automatico. Il comando

in automatico avverrà contestualmente all'intervento della frenatura d'emergenza.
La prestazione sarà tale da arrestare il tram a carico utile eccezionale da 60 km/h con un contributo di decelerazione media non inferiore a 0,6 m/s2, nel computo complessivo della prova di frenatura di emergenza confrontata per differenza con la prestazione ottenuta dalla prova di frenatura di servizio.

C.4.3.5 FRENO DI TRATTENUTA.

Il freno di trattenuta (holding brake), subentrante automaticamente a tram fermo, deve essere tale da mantenere il tram in posizione ferma, in condizioni di pieno carico, per un tempo illimitato, sulla massima pendenza dell'8%.
La sfrenatura sarà rapidissima, onde evitare ritardi nell'avviamento. Il freno di trattenuta deve essere escludibile dal conducente.

C.4.3.6 FRENO DI STAZIONAMENTO.

Il freno di stazionamento (parking brake), subentrante automaticamente con predispositore non in "condotta (avanti, indietro o limitata)", deve essere tale da mantenere in posizione ferma il tram, a pieno carico, per un tempo illimitato, su una pendenza dell'8%.

C.5 SICUREZZA.

La progettazione, la costruzione e la manutenzione del veicolo devono essere condotte dall'Appaltatore secondo il principio di assicurare la massima sicurezza di esercizio per il conducente, i passeggeri e i terzi.
Ciò sarà ottenuto con una dettagliata analisi dei modi di guasto dei componenti e mediante il dimensionamento delle parti strutturali e degli impianti di sicurezza con margini chiaramente superiori ai requisiti di norma e con ridondanze degli impianti.
Gli allestimenti saranno concepiti per avere fissaggi estremamente resistenti e non presenteranno asperità o profili acuminati.

Inoltre, il rotabile sarà concepito per limitare quanto più possibile il rischio di procurare lesioni al personale di manutenzione e pulizia e sarà conforme a tutti i requisiti in materia di anti-infortunistica. Per la sicurezza valgono le indicazioni della UNI 11174 art. 10.
Le analisi saranno sviluppate conformemente alla norma CEI EN 50126, come già previsto dall'Art. A.9.3.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.

C.5.1 PROTEZIONE DAL FUOCO.

La progettazione dei rotabili e la scelta dei materiali devono essere condotte in modo da limitare al massimo il rischio di propagazione degli incendi; specifici accorgimenti saranno utilizzati in fase di concezione del veicolo per limitare al massimo la propagazione in comparto e in cabina di fiamme sviluppatesi.
Il rotabile, in tutte le sue parti, sarà conforme alla UNI CEI EN 45545, con riferimento alla categoria operativa e al livello di rischio HL2.
Il progetto del rotabile deve comprendere il computo del carico d'incendio.
Tutti i componenti non metallici saranno corredati di Certificazione di Comportamento al Fuoco.

C.5.2 SISTEMA RETROVISIVO.

Il tram deve essere dotato di un sistema retrovisivo conforme alla norma UNI 11174, costituito sia da specchi retrovisivi, sia da telecamere.
La cabina di guida deve essere dotata di specchio retrovisivo sul lato destro, retraibile elettricamente; quando retratto, lo specchio rientri entro il filo esterno della cassa.
I movimenti di uscita/rientro dello/gli specchio/i devono essere comandati automaticamente. Inoltre, deve essere possibile comandare il rientro di tutti gli specchi contemporaneamente, per consentire il lavaggio del rotabile in tunnel.
In caso di guasto al sistema di movimentazione, gli specchi saranno apribili e richiudibili a mano dal conducente che si trovi in piedi sul piano del ferro.

C.6 CASSA.

Il rotabile può essere di tipo multiarticolato o “city tram” purché congruente con i requisiti richiesti dalla presente specifica.
Il rotabile deve quindi essere costruito con più casse collegate tra loro a mezzo di opportune articolazioni ed intercomunicanti.
I moduli cassa saranno costituiti ciascuno da un telaio, due fiancate, un imperiale; le casse di estremità possono essere di lunghezza, e quindi sbalzo, uguali visto che entrambe conterranno le cabine di guida (bidirezionale).
Le cabine di guida devono essere separate dal comparto passeggeri da una parete divisoria, atta a proteggere la cabina dall’intrusione di malintenzionati, aggressori, vandali etc.; vi deve essere una porta di transito tra cabina e comparto passeggeri, con serratura a chiave quadra.
La cabina di guida può essere equipaggiata altresì di una porta scorrevole o altra tipologia, ad apertura verso l’interno, ad uso esclusivo del personale di condotta.
Le superfici interne del comparto passeggeri e le fiancate esterne (ivi comprese testa e coda del tram) saranno verniciate e dovranno essere ricoperte da pellicole antigraffiti trasparenti o colorate secondo gli schemi di coloritura adottati.
La struttura delle fiancate di ogni cassa deve essere composta da elementi che realizzino i montanti delle porte e i vani delle finestre.
Si richiede particolare cura nella realizzazione del davanzale sopra porte e finestre, soprattutto in corrispondenza degli spigoli, per conferire all'insieme della struttura la necessaria resistenza ed evitare quindi che si manifestino cedimenti delle parti maggiormente sollecitate in esercizio.
Imperiale.
Particolare cura ai fini della resistenza dell’imperiale deve essere posta nella definizione delle sezioni delle centine di estremità delle casse, che, risultando aperte, dovranno essere in grado di tollerare tutte le sollecitazioni indotte sulla struttura a causa degli sghembi e delle irregolarità esistenti in linea
nonché degli sforzi trasmessi dalle apparecchiature poste sull'imperiale, senza che si manifestino deformazioni permanenti.
L'imperiale deve essere concepito in modo da evitare ristagni di acqua piovana e deve essere dotato di gocciolatoio per convogliare l'acqua piovana sulle estremità delle casse e/o di canali di scolo dell’acqua.
In ogni caso la caduta dell’acqua non potrà interessare la zona della cabina di guida e le porte della vettura (eventualmente l’Appaltatore realizzerà gocciolatoi sopra porte, purché in sagoma).
Il drenaggio della condensa prodotta dagli impianti di climatizzazione avverrà tramite appositi canali di scolo che la trasportino fino al sotto-cassa, evitando che la condensa scoli sull’imperiale.
L'imperiale deve essere concepito per limitare il rumore emesso dalle apparecchiature sul tetto, limitare l’ingresso di foglie e sporcizia sulle stesse e comunque concepito in modo da facilitare la pulizia da foglie e rami eventualmente depositatisi.
Oltre alle apparecchiature necessarie per il funzionamento del tram, sull’imperiale troveranno alloggiamento le antenne degli impianti terra-bordo (es.: Radiocomunicazione, Radio Comando Scambi), in posizioni congruenti con l’ubicazione dei relativi apparati all’interno del veicolo.
Il tetto del tram e i cassoni devono essere calpestabili.
La testata della cassa di estremità comprendente la cabina di guida (oltre a garantire quanto previsto al successivo paragrafo C.6.1.2) deve avere un profilo tale da garantire la massima visibilità al manovratore e proteggere la cabina di guida dall’irraggiamento solare quanto più possibile.
Sulle testate saranno previsti i vani per l'alloggiamento degli indicatori di percorso.
Ciascuno di essi sarà realizzato in maniera tale da essere agevolmente visibile dal piano stradale stando in piedi in prossimità della cabina.
Come detto in precedenza, è ammesso uno sbalzo diverso fra le due casse di estremità.
Tutte le saldature relative alle casse devono essere progettate ed eseguite secondo la norma UNI EN 15085, sia per l’acciaio, sia per la lega leggera. In conformità alle norme, le saldature devono essere di tipo e classe idonee alle sollecitazioni riscontrate ed eseguite da tecnici qualificati.
Protezione contro la corrosione.
La protezione delle superfici a contatto tra metalli diversi, nei confronti del flusso di correnti galvaniche, deve essere realizzata per interposizione di rivestimento laminare di zinco quale materiale di sacrificio, con collante elettroconduttore o procedimento similare di comprovata validità. Isolamento termo-acustico.
Tutte le superfici interne delle casse devono essere ricoperte da prodotti isolanti antivibranti che devono avere buona aderenza, stabilità all'umidità, al freddo e al calore ed essere inattaccabili dagli oli ed essere

conformi ai requisiti fuoco-fumi.
Inoltre, deve essere realizzato l'isolamento termico e acustico delle fiancate, del tetto e del pavimento, con materiali isolanti con ottime caratteristiche di isolamento, di resistenza al fuoco, all'invecchiamento, stabilità all'umidità e di conformità ai requisiti fuoco-fumi.

C.6.1 STRUTTURA DELLA CASSA E DEL TELAIO.

I materiali utilizzati per la costruzione delle casse possono essere scelti tra i seguenti:
- leghe leggere di alluminio conformi alla norma UNI EN 13981;
- acciai con alta resistenza all'ossidazione, conformi alla norma UNI EN 10020.

Sul frontale dei telai delle casse di estremità devono essere previsti dispositivi antisormonto, a quota compatibile con la testata dei tram.
Sui telai devono essere previsti punti di sollevamento delle casse, da utilizzarsi nel rialzo veicolo, tramite sollevatori a colonna posti ai lati del veicolo, senza ricorso a montaggi/smontaggi e/o a speciali attrezzi di interfaccia.

A titolo informativo si allega il disegno dei sollevatori di portata nominale 8 ton. in uso in ANM, nelle Officine del Deposito di S. Giovanni a Teduccio - Napoli.
Il rialzo sarà eseguibile a tram completo (tutte le casse contemporaneamente), anche con i carrelli "appesi", senza che ciò comporti nessun rischio per la sicurezza di operatori eventualmente presenti sotto il tram, comprese le zone sottostanti i carrelli appesi.

I punti di sollevamento devono essere indicati da appositi pittogrammi.

C.6.1.1 RESISTENZA DELLA STRUTTURA.

La struttura delle casse (da qui in poi si intende per cassa l'insieme di fiancate + telaio + imperiale + cabina di guida, ove presente) deve essere dimensionata e costruita per poter garantire il servizio del rotabile senza che le sollecitazioni normali ed eccezionali alle quali può essere sottoposta, determinino deformazioni permanenti o rotture, tenendo conto anche del fenomeno della fatica e di tutte le condizioni di esercizio previste nella presente Specifica.
La struttura deve essere anche in grado di resistere a tutte le sollecitazioni derivanti dal deragliamento e dalle conseguenti azioni per la rimessa a binario con martinetti applicati in tutti i possibili punti utili a tale scopo.
I requisiti strutturali delle casse devono essere conformi alla norma UNI EN 12663 (veicolo tipo P-V), la quale fornisce tra l'altro indicazioni a riguardo delle tipologie, dei valori e delle combinazioni dei carichi operativi, eccezionali ed affaticanti agenti sulla struttura.
Per quanto riguarda gli urti, si faccia riferimento a quanto indicato all'Art. C.6.1.2.
Nel caso l'Appaltatore ritenesse possibile il verificarsi di condizioni di carico più gravose di quelle indicate nella norma UNI EN 12663, tali condizioni saranno tenute in considerazione per il dimensionamento della struttura.
Il tetto deve essere in grado di sopportare in qualsiasi punto, oltre ai normali carichi, il peso di due persone (1600 N) considerato concentrato.
Lo spettro delle frequenze proprie della struttura sarà tale da non presentare rischi di risonanza con le sospensioni e le varie apparecchiature a bordo.

C.6.1.2 PROTEZIONE DA URTI.

La resistenza agli urti deve essere conforme alla norma UNI EN 15227 nell'edizione vigente alla data di presentazione dell'Offerta (categoria C-IV). Lo scenario da tenere presente per la definizione della resistenza agli urti deve essere quello di 2 tram accoppiati di questa flotta.
Fermo restando quanto previsto dalla norma, in caso di urto, quanta più energia possibile deve essere assorbita e dissipata da elementi elastico-dissipativi, facilmente sostituibili, installati sulle estremità dei rotabili. Tali elementi, fino ad avvenuta saturazione della loro capacità energetica, saranno in grado di preservare la struttura della cassa da deformazioni permanenti per urti con qualsiasi tipologia di ostacolo che il rotabile possa incontrare, compatibilmente con la sua tipologia di servizio.
In caso di raggiunta saturazione energetica degli elementi elastico-dissipativi sostituibili, la restante parte di energia sarà assorbita dalla struttura della cassa tramite deformazione plastica degli elementi costituenti o di altri opportunamente predisposti, conformemente alla norma UNI EN 15227. Come da

norma, sulle estremità saranno inoltre collocati degli elementi anti-sormonto, facilmente sostituibili, per fronteggiare il caso di urto tra rotabili. La forma del frontale deve altresì essere concepita onde evitare che un eventuale urto con un pedone lo porti ad essere schiacciato al di sotto del tram.

C.6.1.3 CALCOLI DELLA STRUTTURA.

L'Appaltatore deve eseguire il calcolo della struttura della cassa con il metodo degli elementi finiti (FEM) e la conseguente verifica di resistenza sarà conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 12663.
Il calcolo FEM deve essere eseguito con l'impiego di software certificati di comprovata affidabilità. Nel calcolo della struttura, che sarà presentato alla Stazione Appaltante, al Gestore ANM e ad ANSFISA per approvazione del progetto esecutivo, vd. Prospetto n. 1 dell'Art. A.9.3, devono essere evidenziate le sollecitazioni derivanti dalle condizioni di carico massime previste, e i rispettivi coefficienti di sicurezza.
Nel caso in cui dal calcolo emergesse il mancato rispetto dei coefficienti di sicurezza richiesti, l'Appaltatore si farà carico di applicare tutti i necessari provvedimenti per il rinforzo delle casse, rivedendo il progetto a sue spese.

C.6.2 INTERCOMUNICANTE.

Le casse devono essere collegate tra loro, mediante articolazioni e intercomunicanti.
Se il progetto prevede l'adozione di casse appese, l'Appaltatore deve eseguire il calcolo della struttura dell'articolazione con il metodo degli elementi finiti (FEM) e la conseguente verifica di resistenza sarà conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 12663.
Il calcolo FEM deve essere eseguito con l'impiego di software certificati di comprovata affidabilità. Nel calcolo della struttura, anche e soprattutto a fatica, che sarà presentato alla Stazione Appaltante, al Gestore ANM e ad ANSFISA per approvazione, devono essere evidenziate le sollecitazioni derivanti dalle condizioni di carico massime previste, e i rispettivi coefficienti di sicurezza.
Nel caso in cui dal calcolo emergesse il mancato rispetto dei coefficienti di sicurezza richiesti, l'Appaltatore si farà carico di applicare tutti i necessari provvedimenti per il rinforzo delle articolazioni, rivedendo il progetto, a sue spese.
Da un punto di vista cinematico, l'intercomunicante sarà realizzato in modo tale da:

- consentire l'inscrizione in curva del rotabile ed accettare tutte le irregolarità del binario ammesse;
- tollerare le possibili variazioni di altezza a seconda dello stato di carico delle sospensioni e dell'usura delle ruote;
- permettere la inscrizione del rotabile sul raccordo di curva verticale previsto al par. 1.4.4 di cui alle Premesse del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica senza che si manifestino interferenze, anche nelle condizioni di massima usura.

Il progetto e la successiva costruzione del rotabile dovranno essere conformi a quanto sarà stato aggiudicato (si auspica la possibilità che la sedia a rotelle possa percorrere la vettura, attraversando gli intercomunicanti, per consentire l'evacuazione del passeggero con disabilità su sedia a rotelle attraverso una porta lontana, nel caso la porta vicina alla sua postazione fosse bloccata).
Il pavimento degli intercomunicanti non deve presentare rialzi significativi rispetto a quello delle casse. In generale è opportuno privilegiare un andamento del pavimento che sia il più possibile esente da sali/scendi dovuto/i al/i carrozzino/i ed agli intercomunicanti.
Particolare cura sarà dedicata alla progettazione ed alla realizzazione delle tenute, al fine di evitare qualsiasi infiltrazione d'aria, d'acqua, neve, sporcizia dall'esterno, specialmente fra gli elementi accostati e mobili, in modo da non pregiudicare il comfort dei passeggeri.
Inoltre, per quanto possibile, le pareti laterali dell'intercomunicante saranno provviste di copertura in lamiera, o altro materiale, idonea a contenere gli elementi mobili, a proteggere eventuali guarnizioni di tenuta dagli atti vandalici ed inoltre ad evitare condizioni di disagio o pericolo per i passeggeri.

C.6.3 TARGHETTE E PITTOGRAMMI.

Targhette e pittogrammi, ad esclusione di quelli forniti dal Gestore ANM, devono essere pellicole adesive garantite dall'Appaltatore per un periodo non inferiore a 10 anni.
Tutti i pittogrammi devono essere costituiti da uno strato stampato e uno strato protettivo antigraffiti trasparente.
Con le targhette suddette devono altresì essere segnalati tutti quegli apparati o sotto assiemi richiamati sul monitor di cabina in modalità diagnostica-consultazione come porte, motori, centraline e quant'altro

necessario a semplificare l'individuazione del sottoassieme guasto da parte del tecnico di manutenzione che consultasse lo strumento di diagnosi di bordo.

C.6.4 SPAZI PUBBLICITARI E AVVISI.

All'interno del comparto passeggeri, nella fascia sopra ai finestrini, saranno previste sedi per l'applicazione di cartoni pubblicitari.

C.6.5 SEDILI.

La forma, la costituzione ed i colori saranno definiti dall'Appaltatore in relazione ad ergonomia, resistenza ai normali sforzi di utilizzo e ai vandalismi. I sedili passeggeri dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

- versione urbana di tipo modulare, di tipo avvolgente,
- seduta antiscivolo con incorporati i maniglioni di appiglio,
- seduta e schienale in materiale tipo nylon oppure equivalente facilmente lavabile, senza rivestimenti in tessuto,
- struttura robusta atta a sopportare atti vandalici,
- seduta e schienale fissati all'ossatura metallica in modo da ridurre vibrazioni e consentire una sostituzione rapida in caso di danneggiamento,
- di facile e rapida manutenzione con elevate caratteristiche intrinseche contro vandalismi (anche in assenza di trattamento antigraffiti),
- possibilmente montati a sbalzo (sistema "cantilever") per facilitare la pulizia del comparto passeggeri nella zona sottostante.

La struttura portante dei sedili deve essere solidale con la cassa, con sistemi di fissaggio che ne scaricano le sollecitazioni sulle parti resistenti.
In caso di utilizzo di vani sotto-sedile, questi saranno ben delimitati ed opportunamente protetti per evitare atti vandalici o manomissioni da parte dei passeggeri.
Qualora nei vani sotto-sedile fossero previste prese di aria per il raffreddamento di eventuali apparecchiature elettriche od altro, queste devono essere realizzate in modo tale da impedire l'introduzione di corpi estranei da parte dei viaggiatori, che potrebbero determinare condizioni di pericolo o guasti alle apparecchiature ed infiltrazioni di acqua durante le normali operazioni di lavaggio del rotabile.

C.6.6 MANCORRENTI E PIANTANE.

Devono essere previsti mancorrenti e piantane in acciaio inox per l'appiglio in sicurezza dei passeggeri in piedi.
La posizione sarà conforme alla UNI 11174 art. 5.2.7.
Devono essere previste maniglie aggrappa-mani sui mancorrenti orizzontali; esse saranno bloccate per impedirne lo scorrimento.
Tutti i mancorrenti e piantane devono essere dotati di messe a terra secondo la Circolare Ministeriale n° 4/81.
I mancorrenti e le piantane saranno opportunamente ancorati alla struttura delle casse in modo tale da evitare vibrazioni degli stessi.
Saranno inoltre previste delle maniglie di appiglio sugli schienali dei sedili trasversali.

C.6.7 FINESTRINI.

Per i vetri valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 14.2.
I cristalli saranno atermici, infrangibili e opportunamente oscurati per attenuare la luminosità solare esterna.
I cristalli saranno a lastra unica.
Devono essere presenti finestrini in percentuale adeguata per garantire il necessario ricambio d'aria in caso di mancato funzionamento dell'impianto di climatizzazione nel comparto passeggeri.
I finestrini avranno apertura a vasistas, normalmente bloccati in posizione chiusa, apribili dal conducente mediante chiave quadra di servizio.
Sono richiesti finestrini laterali a cristallo fisso, preferibilmente flangiato, con sistema di apertura vasistas, in numero sufficiente al rispetto di quanto previsto dal D.M. 18 aprile 1977.
I finestrini devono essere a struttura portante in lega leggera ancorati alla struttura delle fiancate a

mezzo di guarnizione in gomma di facile applicazione e resistente nel tempo.
L'insieme deve essere a perfetta tenuta stagna.
In ogni caso lo smontaggio dei finestrini sarà reso semplice senza implicare preventivi smontaggi di altri elementi della carrozzeria.
Tutte le parti metalliche dei finestrini devono essere dotate di messe a terra in conformità a quanto previsto dalla Circolare Ministeriale n° 4/81.
I finestrini devono essere ricoperti di pellicola trasparente antigraffiti sia internamente che esternamente.

C.6.8 PAVIMENTO.

Il pavimento nel comparto passeggeri, disposto su un unico livello o su più livelli, deve essere il più possibile orizzontale e conforme a quanto previsto dall'Art. 5.2.3 UNI 11174:2014.
Il pavimento sarà costruito in maniera tale da sopportare, senza deformarsi in modo permanente, un carico di 7000 N/m².
La struttura del pavimento sarà concepita in modo tale da contenere i livelli di rumorosità.
Il rivestimento superficiale deve essere conforme alla norma CEI EN 45545 HL2, di spessore compreso fra 2 e 3 mm, possibilmente senza giunzioni a vista.
Il profilo del tappeto sarà tale da rendere agevole la pulizia anche meccanizzata del comparto passeggeri.
Al fine di evitare possibili infiltrazioni di acqua verso le sottostanti strutture il tappeto sarà conformato a "vasca", ovvero con opportuno bordo arrotondato di risalita di almeno 6 cm, lungo tutte le pareti perimetrali.
Gli attacchi di tutti i particolari ancorati al pavimento prevedranno piastre di rinforzo tenendo conto anche dei fenomeni elettrochimici dei materiali a contatto.
L'Appaltatore dovrà minimizzare e possibilmente annullare il numero di botole a pavimento, fermo restando l'accessibilità ai carrelli per manutenzione.
Le botole saranno bloccate tramite sistemi atti ad evitare la rimozione da parte di vandali, a tenuta, e provviste di trecciole di messa a terra.
Caratteristica antiscivolo: R10 secondo DIN 51130 (R).

C.6.9 POSTAZIONI PER I PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE.

Il rotabile deve essere attrezzato con due postazioni per i passeggeri con disabilità su sedia a rotelle.

Il passeggero con disabilità su sedia a rotelle viaggerà in posizione opposta al senso di marcia.
La postazione consiste in uno schienale fisso, una cintura di sicurezza a due punti, un mancorrente orizzontale a parete, una paratia fissa per delimitare chiaramente l'area (in corrispondenza dei piedi del passeggero), una pulsantiera (con comandi di consenso all'avviamento, prenotazione fermata, allarme e spie), una targa esplicativa dell'uso della postazione.
Le validatrici prossime alle postazioni saranno ubicate in modo da poter essere utilizzate dal passeggero con disabilità su sedia a rotelle.
L'Appaltatore deve rilasciare specifica dichiarazione che il sistema di aggancio resista a forze conseguenti ad accelerazioni di 2 g per la validazione del progetto esecutivo.

C.6.10 CLIMATIZZAZIONE COMPARTO PASSEGGERI.

Il comparto passeggeri deve essere dotato di un impianto di climatizzazione (raffrescamento, riscaldamento, ventilazione), distinto da quello delle cabine di guida, atto a mantenere condizioni di benessere in termini di temperatura, umidità relativa e ricambio di aria.
La climatizzazione funzionerà sempre, in tutte le stagioni dell'anno; si avvierà/spegnerà automaticamente alla abilitazione/disabilitazione del tram (al conducente sarà tuttavia possibile escluderla) e si regolerà automaticamente.
Il sistema si disporrà automaticamente in riscaldamento o in raffrescamento o in sola ventilazione a seconda delle condizioni ambientali (si dovrà fare ricorso a selettori in grado di regolare la temperatura e la ventilazione, contemporaneamente, per ottenere la regolazione della temperatura). I riferimenti di progetto sono le condizioni ambientali specificate nell'Art. 2.2 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica; si assuma un valore di irraggiamento solare nel periodo estivo pari a 800 W/m2.
Il sistema sarà conforme alla norma UNI EN 14750.

In particolare, la temperatura, l'umidità e la velocità dell'aria all'interno del comparto passeggeri devono rientrare nei limiti indicati nelle appendici A, B e C della citata norma. In ogni caso, si auspica che la velocità dell'aria, misurata nei punti previsti dalla norma, si collochi in corrispondenza dei valori minimi indicati nell'appendice B della stessa.
Le prestazioni indicate saranno ottenute con porte chiuse e con il rotabile a carico utile normale.
L'impianto opererà con aria di ricircolo e di rinnovo; l'aria di ricircolo sarà canalizzata e filtrata; l'aria di rinnovo sarà filtrata prima di essere miscelata con l'aria di ricircolo.
L'impianto di ventilazione assicurerà una uniforme distribuzione dell'aria in tutte le sezioni del comparto.
Il refrigerante utilizzato nell'impianto di condizionamento deve essere di tipo ammesso dalla vigente normativa italiana.
Il sistema di climatizzazione del comparto passeggeri sarà costituito da almeno due impianti uguali (uno per ciascuna metà del tram) per garanzia di ridondanza.
In caso di guasto ad uno dei due convertitori di alimentazione MT, ciascuno dei due climatizzatori funzionerà con uno solo dei due suoi sotto impianti attivi, al fine di realizzare condizioni termo-igrometriche uniformi all'interno del comparto passeggeri, per quanto non ottimali. Sarà prevista una logica atta a realizzare tale forma di parziale ridondanza.
I motocompressori saranno asincroni trifase, alimentati a 400 Vca 50 Hz e di tipo rotativo, montati su silent-block o equivalenti sistemi di smorzamento. Si tenga presente la necessità in generale di provvedere alla disalimentazione dei convertitori di alimentazione dell'impianto di condizionamento in corrispondenza di scambi e di isolatori di zona, con particolare cura della ripartenza dello stadio di compressione del refrigerante all'interno di un impianto già in pressione.
I motoventilatori saranno asincroni trifase, alimentati in BT (tramite inverter dedicato), affinché la ventilazione sia attiva con continuità, durante gli spegnimenti dei convertitori MT nei passaggi sotto gli isolatori e gli scambi, e con tram alimentato da batterie, in assenza di tensione di linea.

C.6.11 CABINA DI GUIDA.

C.6.11.1 CARATTERISTICHE DEL POSTO GUIDA.

La cabina di guida deve essere separata dal comparto passeggeri a mezzo di parete divisoria anti-sfondamento, con porta di accesso.
La progettazione della cabina di guida deve essere improntata all'ottenimento dell'ergonomia del posto guida e il rispetto dei requisiti di visibilità della norma UNI 11174 art. 10.5, con ampi margini, considerato che il rotabile è destinato ad un impiego in sede promiscua in ambito urbano.
La struttura deve avere resistenza tale da proteggere il manovratore in caso di urto specialmente con i rotabili stradali, rendere rapida l'evacuazione del manovratore in caso di necessità.
L'abitacolo, il banco di manovra ed il sedile del manovratore saranno dimensionati e configurati considerando che il personale di guida ha un'altezza compresa tra 1,52 m e 1,95 m.
L'altezza del vano cabina tra pavimento e cielo sarà non inferiore a 2100 mm.
Il parabrezza frontale deve essere conforme a quanto prescritto dalla UNI 11174 art. 14.2.
Sul lato destro della cabina deve essere presente un finestrino apribile, anche solo in parte, per lo scambio dei documenti di servizio tra il conducente ed il personale a terra.
Come tutti i finestrini, anche questo deve essere a struttura portante in lega leggera, ancorato alla struttura della fiancata a mezzo di guarnizione in gomma di facile applicazione e resistente nel tempo. L'insieme deve essere a perfetta tenuta stagna.
In ogni caso lo smontaggio anche di questo finestrino sarà reso semplice senza implicare preventivi smontaggi di altri elementi della carrozzeria.
Come tutte le parti metalliche dei finestrini, anche il telaio di quanto in oggetto deve essere dotato di messe a terra in conformità a quanto previsto dalla Circolare Ministeriale n° 4/81.
Per il disappannamento di tutti i vetri della cabina di guida sarà previsto un apposito sistema di riscaldamento tramite resistenze.
Per la pulizia del parabrezza sarà previsto un tergicristallo a comando elettrico.
Le dimensioni e il numero di racchette saranno tali da assicurare la massima pulizia del parabrezza; nella posizione di riposo le racchette non ostacoleranno la visibilità del manovratore e non si danneggeranno durante le operazioni di lavaggio dei rotabili.
Il motorino tergicristallo avrà almeno tre velocità di funzionamento di cui una temporizzata e regolabile

dal manovratore.
Il motorino tergicristallo e i particolari di consumo saranno facilmente reperibili sul mercato ed intercambiabili con prodotti standard automotive.
Per agevolare la pulizia del parabrezza occorre prevedere un dispositivo lavavetro a getto di acqua comandabile dal manovratore; il serbatoio del liquido sarà caricabile dall'esterno, resistente alla corrosione, considerando le condizioni ambientali ed i prodotti detergenti ed antigelo utilizzati anzidetti, nonché avere una capacità minima di 10 litri.
L'arredamento interno della cabina di guida non presenterà asperità, sporgenze, spigoli vivi, ecc. tali da ostacolare i movimenti o causare infortuni al personale.
Tutte le leve, eventuali rubinetti ed altri organi di manovra disposti in cabina di guida saranno identificati mediante opportune targhette, per esempio in alluminio o policarbonato rivettate.

La cabina sarà dotata di illuminazione a led, con flusso luminoso medio di 290 lux a 1,2 m dal pavimento.
La cabina sarà dotata di ottimo isolamento termo-acustico e assolutamente protetta da spifferi d'aria.
Banco di manovra e comandi conducente. Il banco deve essere concepito in maniera tale da contenere tutte le apparecchiature di comando e di controllo. Il sopralluogo da parte dei candidati ha anche l'obiettivo di studiare come posizionarle in modo similare alle vetture a pianale ribassato già in dotazione al Gestore ANM.
I comandi, le spie, i monitor, ecc., devono risultare visibili con tutte le condizioni di luce esterna.
Particolare cura deve essere posta nella caratteristica antiriflesso del monitor di cabina.
Deve essere previsto un monitor con capacità di elaborazione dati e con funzioni integrate di diagnostica.
Sotto il banco sarà prevista una nicchia per consentire al manovratore di distendere le gambe; il comando campana, sprazzo luci e (per una quota parte) uomo morto intelligente saranno a pedale. Altresì deve essere presente un monitor touchscreen con funzione Automatic vehicle monitoring (AVM).
La cabina di guida raccoglie tutti i comandi di guida e di esclusione impianti ad uso del conducente. L'esclusione impianti avverrà tramite selettori rotativi (alcuni piombati), non tramite gli interruttori di protezione dei circuiti; il conducente non avrà accesso agli interruttori di protezione, che saranno ubicati in un vano tecnico.
La cabina di guida ed il banco dovranno essere atti a ricevere tutti i dispositivi di comando, di controllo e le spie di segnalazione che dovranno essere chiaramente identificabili mediante ideogrammi e targhette indicatrici ed installati in modo da risultare di agevole manovra e lettura.
Tutte le segnalazioni presenti in cabina di guida dovranno essere realizzate in modo da non creare disturbi ottici al guidatore e contemporaneamente essere ben visibili in presenza di luce solare.
La cabina di guida dovrà essere inoltre provvista di quadro elettrico unico con:

- commutatore o dispositivo equivalente per l'esclusione dei singoli azionamenti di trazione comandabile con la stessa chiave di abilitazione del banco di manovra;
- commutatore di esclusione del blocco trazione a porte aperte, predisposto per piombatura;
- commutatore di esclusione uomo morto, predisposto per piombatura;
- commutatore di esclusione velocità zero, predisposto per piombatura;
- commutatore di esclusione frenatura meccanica dei carrelli, predisposto per piombatura;
- commutatore per il sezionamento delle batterie (azionamento subordinato al preventivo abbassamento del pantografo).

L'azionamento di uno qualsiasi degli anzidetti commutatori deve essere registrato e mantenuto in memoria di sistema.
Il posto guida nella cabina dovrà essere integrato dai seguenti dispositivi a pedaliera:

- comando per dispositivo "uomo morto", azionabile con il piede sinistro;
- comando di invio segnale di allarme;
- comando luci abbaglianti azionabile con il piede destro;
- comando per avvisatore acustico esterno con il piede destro.

Il banco dovrà raggruppare tutti i comandi, i dispositivi e le segnalazioni necessarie alla guida del veicolo.
La disposizione dei comandi e dispositivi dovrà rispettare criteri di ergonomia.
I comandi e controlli necessari per i circuiti ausiliari dovranno di norma essere ubicati in cabina di guida, in posizione facilmente accessibile per la manutenzione.
Sul banco di manovra dovranno essere ubicati i seguenti comandi e segnalazioni:

- sistema a chiave o equivalente, di blocco abilitazione banco di manovra (posta sul lato

sinistro del banco), l'eventuale chiave dovrà avere uguale matrice su tutti i veicoli;
- predispositore di abilitazione banco, marcia avanti, marcia indietro (posto sul lato sinistro);
- manipolatore di marcia e frenatura azionabile con la mano sinistra: muovendo in avanti per comandare la trazione, all'indietro per la frenatura;
- n. 2 pulsanti di innalzamento e abbassamento pantografo;
- pulsante/i di chiusura e apertura interruttore rapido o contattore di linea;
- pulsante comando pattini elettromagnetici, azionabile con la mano destra;
- pulsante comando freno di sicurezza;
- interruttore per inserimento/disinserimento freno di stazionamento;
- pulsante comando sabbiere, azionabile con il piede destro;
- tachimetro analogico;
- contachilometri, indipendente dal tachimetro, non azzerabile, a 7 cifre;
- orologio;
- commutatore comando porte, azionabile con la mano destra;
- deviatore stabile a tre posizioni per il comando scambi a radiofrequenza, azionabile con la mano destra;
- interruttore per illuminazione cabina;
- commutatore luci di posizione, anabbaglianti e illuminazione strumenti;
- deviatore per indicatori di direzione comprensivo di avvisatore acustico;
- pulsante comando sosta di emergenza;
- comandi per la climatizzazione della cabina di guida e del vano passeggeri;
- pulsante comando inserzione riscaldamento cristalli termici e specchio retrovisore esterno;
- commutatore per comando tergicristallo;
- pulsante comando lavacristallo;
- pulsante prova lampade segnalazioni;
- segnalazione/i luminosa/e blocco convertitore/i caricabatterie;
- eventuale segnalazione luminosa bassa pressione aria impianto sospensioni pneumatiche (intermittente);
- segnalazione/i luminosa interruttore rapido o contattore di linea aperto;
- segnalazione luminosa e acustica ad impulso di fermata richiesta;
- comandi e segnalazioni inerenti la pedana e le postazioni per passeggeri con disabilità su sedia a rotelle;
- segnalazione luminosa intermittente di blocco trazione disinserito;
- segnalazione luminosa porte aperte;
- segnalazione luminosa consenso apertura porte;
- segnalazione luminosa luci di posizione ed anabbaglianti inseriti;
- segnalazione luminosa indicatori di direzione e luci di emergenza.

Dovranno essere previste alcune predisposizioni per segnalazioni luminose di riserva. Banco di manovra posteriore.
Al fine di permettere l'esecuzione in sicurezza di manovre di regresso della motrice dovrà essere previsto, nella parte interna posteriore del veicolo, in posizione facilmente accessibile, ma sottochiave, un quadro di comando elementare di marcia e frenatura con prestazioni comunque a velocità inferiori a 5 km/h.
Sedile manovratore.
La posizione di guida sarà seduta.
Sarà oggetto di uno studio ergonomico atto ad assicurare il massimo comfort e posizionato in mezzeria della cabina di guida.
L'insieme composto da seduta con rilievi atti a trattenere l'operatore e da schienale avvolgente sarà regolabile con continuità e di tipo molleggiato.
Il sistema di regolazione sarà adeguatamente dimensionato per resistere nel tempo. L'Appaltatore dovrà indicare il numero di manovre minimo garantito.
Il sedile dovrà permettere le seguenti regolazioni:
1. dell'altezza in funzione del peso del conducente;
2. della posizione longitudinale;
3. dell'inclinazione della seduta;

4. dell'inclinazione dello schienale con regolazione lombare.

Il sistema di regolazione del sedile dovrà essere facilmente manutenibile.
Fermo restando le caratteristiche di cui ai punti da 1 a 4, saranno preferibili soluzioni che, per conformazione e/o tipo di materiale costituente, migliorino il comfort del personale di condotta nel periodo estivo (evitando problemi di sudorazione, considerando il cambio di turno nel corso di una giornata di servizio). Il materiale utilizzato dovrà garantire la corretta resistenza meccanica al peso del conducente e all'appoggio della schiena. Tali caratteristiche dovranno essere conservate nel tempo.
Per quanto riguarda le eventuali parti rivestite in stoffa, il rivestimento dovrà avere preferibilmente le seguenti caratteristiche minime:

- composizione: 20% lana 80% poliestere;
- spessore: non inferiore a 4,2 mm (prova UNI EN ISO 5084);
- resistenza all'abrasione: > 100000 cicli (prova Martindale BS 5690 – ISO 12947);
- conforme alla norma CEI EN 45545-2;
- trattamento antibatterico: conforme al test standard ISO 20743;
- lavabile, antistatico e traspirante.

L'Appaltatore deve consegnare scheda tecnica del tessuto e certificazione attestante il superamento delle prove suddette secondo le rispettive norme di riferimento in sede di progetto esecutivo.
Sempre in sede di progetto esecutivo dovrà essere indicato il tipo di sedile proposto, completo di caratteristiche tecniche di dettaglio, nonché delle dichiarazioni di conformità dei rivestimenti alle caratteristiche sopra indicate.
Il tipo di sedile che si intende adottare sarà sottoposto all'approvazione di ANM in sede di approvazione del progetto esecutivo.
Parasole frontale e laterale.
Saranno presenti su tutti i vetri della cabina, regolabili da parte del manovratore. Accessori.
La cabina di guida deve essere dotata almeno di:

- nr.1 o più specchi retrovisori interni regolabili automaticamente, tali da permettere una buona visione dell'interno del comparto passeggeri;
- nr.1 appendiabito per il manovratore;
- nr.1 porta cedole formato A4;
- nr.1 vano portaoggetti (es. tessuto non tessuto per pulizia mani);
- nr.1 portata bella. Vano tecnico di cabina.

La cabina di guida deve essere dotata di un vano tecnico contenente almeno i seguenti oggetti, di fornitura dell'Appaltatore:

- nr. 2 calzatoie;
- nr.1 attrezzo (leva) per il comando manuale degli scambi;
- almeno nr.1 estintore tipo a polvere da 6 kg, omologato secondo le prescrizioni

tecniche D.M. del 07/01/2005 con certificato di omologazione, targhetta di controllo vidimata per vendita, classe estinguente almeno 34 A 233 BC, con serbatoio in acciaio inox e con indicatore di carica;

- nr. 2 chiavi di servizio per apertura di sportelli, porte, eventuali carenature copri carrelli, apertura pedana HK a ribalta.

NB: tutte le serrature devono potersi aprire e chiudere con le medesime chiavi.

- nr. 1 manovella per azionamento manuale del pantografo;
- (eventuale) nr. 1 specchio retrovisore destro di emergenza per il rientro fuori esercizio senza passeggeri a bordo del rotabile, in caso di anomalia al sistema retrovisivo di bordo;
- (eventuale) nr.1 attrezzo per lo sblocco manuale delle pinze del freno meccanico;
- nr.1 frusta, anch'essa oggetto di fornitura per ciascun tram, della lunghezza adeguata, da riporre nel vano tecnico di bordo per l'accoppiabilità ai sensi dell'Art. C.1.2;
- nr. 1 borsetta di pronto soccorso conforme alla normativa vigente.

C.6.11.2 PORTE DI ACCESSO ALLA CABINA DI GUIDA.

Porta divisoria tra cabina e comparto.
La parete divisoria tra la cabina ed il comparto passeggeri sarà dotata di porta per il transito tra cabina e comparto.
La porta sarà a tenuta e dotata di cristallo antisfondamento, fissato in maniera tale da essere protetto contro gli atti vandalici.

La porta avrà larghezza non minore di 600 mm e con serratura che si richiude “a scatto”, dall’interno sarà apribile tramite maniglia antipanico certificata, senza necessità di alcuna chiave, dall’esterno sarà apribile previo sblocco tramite chiave quadra di servizio, al fine di evitare indebiti accessi alla cabina quando non presidiata.
Sarà previsto un fermo per tenere la porta bloccata aperta. Porta di accesso alla cabina dall’esterno (eventuale).
Sul lato destro la cabina di guida potrà essere dotata di porta di accesso dall’esterno, riservata al conducente. La porta sarà dotata di telaio, incernierata ed apribile verso l’interno della cabina.
La porta sarà a tenuta, dotata di doppia guarnizione e di finestrino apribile.
Essa avrà larghezza non minore di 600 mm e con serratura che si richiude “a scatto”, dall’interno sarà apribile tramite maniglia, senza necessità di alcuna chiave, dall’esterno sarà apribile previo sblocco

tramite chiave quadra di servizio.
Maniglie, mancorrenti, soglia della porta esterna saranno entro il filo della sagoma del rotabile.
L’Appaltatore dovrà attuare tutte le azioni necessarie a prevenire i rischi di caduta, scivolamento e “piede in fallo”.

C.6.11.3 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE/VENTILAZIONE DELLA CABINA.

La cabina di guida deve essere dotata del proprio impianto di climatizzazione (raffrescamento, riscaldamento, ventilazione), distinto da quello del comparto passeggeri, atto a mantenere condizioni di benessere in termini di temperatura, umidità relativa e ricambio di aria.
L’impianto sarà acceso, spento e regolato dal conducente e potrà essere lasciato acceso anche quando la cabina non è abilitata. Una volta impostato il target da parte del conducente, il sistema si autoregolerà.
I riferimenti di progetto sono le condizioni ambientali specificate nell’Art. 2.2 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica; si assuma un valore di irraggiamento solare nel periodo estivo pari a 800 W/m2.
L’impianto sarà conforme alla norma UNI EN 14813. Per l’interpretazione della norma si consideri:
• driving cab classification: A;
• controllo della temperatura regolabile indipendentemente dalla temperatura esterna.

L’impianto avrà inoltre le seguenti caratteristiche:
• regolazione continua della temperatura e della velocità di uscita dell'aria;
• autoregolazione della temperatura, in funzione del target impostato dal conducente;
• bocchette di uscita dell'aria trattata orientabili (per evitare che il conducente sia direttamente investito dall’aria);
• comando di funzionamento forzato in riscaldamento o condizionamento.
L'impianto opererà con aria di ricircolo e di rinnovo; l’aria di ricircolo sarà canalizzata e filtrata; l’aria di rinnovo sarà filtrata prima di essere miscelata con l’aria di ricircolo.
L'impianto di ventilazione assicurerà una uniforme distribuzione dell'aria in tutta la cabina.
Il refrigerante utilizzato nell'impianto di condizionamento deve essere di tipo ammesso dalla vigente normativa italiana.
In caso di guasto ad uno dei due convertitori di alimentazione MT, i climatizzatori di cabina costituiscono carichi “privilegiati”.
I motocompressori saranno asincroni trifase, alimentati a 400 Vca 50 Hz e di tipo rotativo, montati su silent-block o equivalenti sistemi di smorzamento. Si tenga presente la necessità in generale di provvedere alla disalimentazione dei convertitori di alimentazione dell’impianto di condizionamento in corrispondenza di scambi e di isolatori di zona, con particolare cura della ripartenza dello stadio di compressione del refrigerante all’interno di un impianto già in pressione.
I motoventilatori saranno asincroni trifase, alimentati in BT (tramite inverter dedicato), affinché la ventilazione sia attiva con continuità, durante gli spegnimenti dei convertitori MT nei passaggi sotto gli isolatori di zona e gli scambi, e con tram alimentato da batterie, in assenza di tensione di linea.
L’impianto di climatizzazione cabina potrà contribuire al ruolo di sbrinamento/disappannamento dei vetri della cabina di guida, senza tuttavia sostituire il sistema costituito da resistenze.

C.7 CARRELLI.

I carrelli devono essere costruiti in modo tale da garantire:

- una buona accessibilità per la misurazione in opera, con le attrezzature necessarie, dei parametri caratteristici del rodiggio (dimensioni del bordino, diametro delle ruote e scartamento interno);
- la possibilità, in caso di svio, di sollevare il rotabile per la rimessa a binario del carrello contenendo al minimo le quote di rialzo, e la possibilità di annullare l'escursione della sospensione primaria e secondaria a ruote scariche;
- agevole accessibilità allo sblocco pinze freno da parte del conducente, da ambo i lati della vettura;
- il rispetto dei valori di sghembo di cui all'Art. 1.4.4 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica;
- la loro facile movimentazione tramite carro ponte, quando sono smontati dai rotabili.

C.7.1 STRUTTURA.

Il dimensionamento e la verifica strutturale del telaio o strutture equivalenti sul carrello devono essere eseguiti secondo la norma UNI EN 13749.
Sul telaio saranno previsti attacchi, sostegni e ogni altro accessorio che permetta il funzionamento del tipo di rodiggio adottato ed il sollevamento del carrello per la movimentazione in Officina.
Sul carrello di testa devono essere previsti opportuni elementi atti a respingere verso l'esterno eventuali corpi giacenti sulla sede tranviaria, posti il più vicino possibile al piano del ferro e comunque a filo del massimo ingombro verticale degli organi applicati.
Tutte le saldature relative ai carrelli, sia per materiali in acciaio che in lega leggera devono essere progettate ed eseguite secondo la norma UNI EN 15085. In conformità alle norme, le saldature devono essere di tipo e classe idonee alle sollecitazioni riscontrate ed eseguite da tecnici qualificati. Copia delle qualificazioni va consegnata alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM.
Boccole.

Cuscinetti, lubrificante e prove di prestazione dell'assieme boccola saranno conformi alle norme UNI EN 12080, UNI EN 12081 e UNI EN 12082.
Sospensioni.
Il rotabile sarà dotato di due livelli di sospensione. Ciascun livello avrà caratteristiche elastiche tali da garantire che la frequenza propria sia sensibilmente costante per qualsiasi condizione di carico del rotabile.
Il calcolo delle frequenze nei principali casi di carico sarà oggetto di una relazione da inserire negli Elaborati di Progetto, prospetto nr. 1 dell'Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Sospensione primaria.
La sospensione primaria, tra ruota e telaio del carrello, sarà scelta in funzione della tipologia di rodiggio proposto.
Le caratteristiche della sospensione garantiranno in esercizio ampiezze di spostamenti tollerabili dagli organi della trasmissione ed assicureranno la circolazione del rotabile nelle condizioni di sghembo previste al precedente Art. 1.4.4 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Sospensione secondaria.
Le caratteristiche elastiche della sospensione secondaria saranno le più costanti possibile al variare dei cedimenti e garantiranno il rispetto delle condizioni di sghembo previste in Premessa, all'Art. 1.4.4 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Elementi elastici.
Tutti gli elementi elastici del rodiggio, sospensioni comprese, saranno caratterizzati e certificati da prove di fatica ed invecchiamento.
Limitatamente agli elementi elastici in gomma e/o gomma-metallo, l'Appaltatore fornirà i limiti (superiore ed inferiore) di rigidezza compatibili con il comfort e la sicurezza richiesti per il rotabile.
Su tutti gli elementi elastici non metallici sarà presente una marcatura, su parte visibile ad elemento applicato, contenente le seguenti informazioni:

- sigla della ditta costruttrice;
- mese ed anno di fabbricazione.

C.7.2 SALA MONTATA.

In aggiunta a quanto previsto dal paragrafo 12.3 della UNI 11174:2014, si precisa quanto segue.

- L'assile costituente la sala montata o il falso assile deve essere costruito in acciaio secondo

la norma UNI EN 13261.

- Le portate di calettamento di eventuali assili saranno dimensionate in modo tale da consentire una riduzione dei diametri di almeno 1 mm, nel rispetto delle norme sopra citate.
- Le ruote devono essere di tipo elastico.
- Gli elementi elastici delle ruote devono avere caratteristiche tali da garantirne la tenuta e l'integrità almeno per tutta la durata del cerchione.
- Per consentire la misura del diametro della fascia di rotolamento (meglio se dall'esterno), con punti di riferimento ben precisi, è necessario che una delle circonferenze del centro ruota prossima al cerchione sia lavorata e possa essere fatta una lettura del diametro della fascia di rotolamento a vettura su binario.

C.7.2.1 CARATTERISTICHE DEL RODIGGIO.

Ai fini della compatibilità con la rete, il rodiggio deve avere le seguenti caratteristiche:

- scartamento: 1435 mm;
- profilo “C” del cerchione;
- **diametro della ruota a nuovo compreso tra 600 mm e 640 mm; diametro minimo della ruota usurata ≥ 520 mm;**
- usura minima della ruota sul raggio: 30 mm;
- larghezza della fascia di rotolamento: 84 mm;
- carico massimo per ruota: ≤ 5 t;
- **passo dei carrelli: compreso tra 1780 mm e 1820 mm;**

C.7.2.2 CONDIZIONI DI ADERENZA.

L’aderenza delle ruote sul binario dipende da vari parametri: condizioni meteorologiche, stato della superficie delle ruote e delle rotaie. Per la determinazione degli sforzi di trazione e frenatura della vettura, l’Appaltatore deve attenersi ai seguenti valori indicativi del coefficiente di aderenza:

- in condizioni normali: 0,18;
- in condizioni degradate: 0,12.

Peso aderente in trazione con motrice a tara ≥ 66%.
Al fine di evitare perdite di aderenza delle ruote, saranno adottati opportuni provvedimenti per impedire lo slittamento in trazione ed il pattinamento in frenatura.
Il dispositivo di sabbiatura del binario sarà attivabile automaticamente via logica di veicolo, in caso di slittamento accentuato o su comando del conducente.

C.7.3 IMPIANTO FRENO MECCANICO (AD ATTRITO).

Il rotabile deve essere equipaggiato con un impianto freno meccanico (ad attrito) opportunamente dimensionato per ottenere le prestazioni di frenatura richieste.
Devono essere presenti tanti azionamenti di frenatura meccanica totalmente indipendenti quanti sono i carrelli, cioè uno per ciascun carrello.
Ciascun azionamento sarà in generale composto dalle seguenti parti:

- una centralina elettronica di comando e controllo;
- una centralina di trattamento dell’energia destinata agli attuatori dell’azione frenante che deve essere completa di indicatore di qualità ISO dell’olio idraulico se applicato;
- un complesso di attuatori posti sul carrello (pinze freno e dischi).

Le pinze freno saranno del tipo a recupero automatico del consumo delle guarnizioni frenanti e del disco, con attacchi ad innesto rapido per evitare la contaminazione precoce dell’olio.
Il sistema frenante a dischi deve essere studiato in modo da consentire la massima durata delle guarnizioni frenanti, in conformità alla UIC 541-3 su un banco prova indipendente.
Tutte le informazioni necessarie per le prove che porteranno a omologare un tipo di guarnizione frenante devono essere consegnate alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM per poterne omologare allo stesso modo, in conformità alla UIC 541-3 su un banco prova indipendente, altri tipi.
In questo modo la durata di ciascun disco freno si auspica che sia non inferiore alla scadenza di sostituzione teorica dei cerchioni delle ruote.
Il sistema frenante sarà dimensionato in modo tale da garantire, in caso di guasto alla frenatura

elettrodinamica, il soddisfacimento delle prescrizioni date dalla norma UNI 11174 art. 8.7.2.
Lo sforzo frenante sarà regolabile con continuità da zero al valore massimo (non discretizzato). Sarà previsto un numero sufficiente di attuatori freno del tipo ad accumulo di energia (o sistema equivalente), per garantire la frenatura automatica di stazionamento quando il rotabile è disabilitato.
Sarà previsto un comando in cabina per l'inserzione dello stazionamento, a disposizione del conducente.
Sui carrelli sarà presente un dispositivo di sbloccaggio manuale, accessibile lateralmente alla vettura da ambo i lati e funzionante anche a vettura disabilitata, utilizzabile in caso di mancata sfrenatura di uno dei freni. Lo sblocco sarà realizzabile con uno sforzo manuale ≤ 80 N.
L'impianto freno sarà dotato di opportuni sensori elettrici che segnalino sul banco di manovra la presenza di un freno serrato.

C.7.4 PATTINI ELETTROMAGNETICI.

Tutti i carrelli devono essere equipaggiati di pattini elettromagnetici.
I pattini saranno dotati di piastre polari a blocchetti indipendenti, per adeguarsi alle asperità del binario; i due pattini di un medesimo carrello saranno alimentati in serie, affinché in caso di interruzione elettrica di uno dei due pattini non vi sia asimmetria di frenatura tra i due lati del carrello.
Sia sul telaio del carrello sia sui pattini, nelle zone di scarico delle reazioni della frenatura, saranno previste delle piastre di materiale antiusura facilmente sostituibili. Il sistema di sospensione del pattino sarà tale che l'altezza dal piano del ferro non sia influenzata dai cedimenti delle sospensioni. Sarà inoltre dotato di un agevole sistema di registrazione che consenta il ripristino di tale quota a seguito delle torniture delle ruote.
Essi saranno progettati in modo tale da poter essere montati, smontati e regolati agevolmente, senza necessità di intervento su altri componenti.
Numero medio di azionamenti del solo freno a pattini al km: 0,8, la maggioranza dei quali a bassa velocità.

C.7.5 SABBIERE.

Al fine di aumentare il coefficiente di aderenza deve essere previsto un dispositivo di sabbiatura che eietti la sabbia nel punto di contatto ruota-rotaia. Come minimo dovranno essere dotati di tale dispositivo le ruote dell'asse 1 e dell'asse 5 a funzionamento sincrono.
L'intervento delle sabbiere potrà essere attivato manualmente tramite un pulsante posto sul banco di manovra, o automaticamente associato alla frenatura di emergenza.
L'apertura del condotto deve essere azionata sia con opportuno meccanismo a comando elettrico dal manovratore su sua richiesta, o dal dispositivo automatico antislittamento.
L'impianto di sabbiatura deve poter utilizzare sabbia conforme alla specifica del Gestore ANM.
Le tubazioni di adduzione della sabbia, dal contenitore all'eiettore, saranno tali da evitare ostruzioni o intasamenti che pregiudichino il libero scorrimento della sabbia. In ogni caso, il sistema sarà progettato in modo tale da rendere convenientemente semplici le eventuali operazioni di disincrostazione.
In corrispondenza dei dispositivi di sabbiatura sul rodiggio, devono essere previste casse di contenimento della sabbia di uguale capacità fra di loro e concepite in modo tale da poter eseguire il caricamento a mezzo sia di sistema meccanizzato che manuale in caso di avaria, (è ammessa la soluzione senza tappo con serratura, purché l'Appaltatore individui una protezione contro l'ingresso diretto dell'acqua nella cassa sabbia, magari mediante riparo pieghevole in gomma, comunque dietro lo sportello apribile mediante chiave quadra di servizio.
Il quantitativo di sabbia contenuto da ciascuna di esse deve essere tale da consentire una giornata di esercizio nelle condizioni ambientali di minima aderenza (presenza di foglie sul binario, pioggia, ghiaccio, … spunto in salita).
Comunque il volume complessivo delle quattro casse contenenti la sabbia non deve essere inferiore a 200 litri, auspicabilmente tutte delle stesse dimensioni e in grado di consentire lo svolgimento del servizio anche nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli.
La posizione del punto di rabbocco sabbia esterno al tram e la sua tipologia saranno sottoposti dall'Appaltatore alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM per il benestare.
Le sabbiere devono essere dotate di proprio indicatore di livello con segnalazione unica sul banco di manovra.

C.7.6 UNGIBORDO.

La prima coppia di ruote deve essere equipaggiata con un opportuno dispositivo ungibordo che utilizzi per la lubrificazione del profilo del bordino lubrificanti solidi (non liquidi, al fine di evitare depositi di olio sul sottocassa e sui binari), biodegradabili.

C.8 PORTE PASSEGGERI E INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE – CARATTERISTICHE DELLE PORTE.

C.8.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE PORTE PASSEGGERI.

L'impianto porte deve essere conforme alla norma UNI EN 14752 (edizione vigente) ed alle precisazioni della norma UNI 11174 e della presente Specifica.
Le porte dovranno essere ad azionamento elettrico, controllate da una centralina elettronica dedicata per singola porta, costituite da due ante di pari larghezza e in grado di operare sia in regime di "apertura centralizzata" (comandata dal conducente), sia in regime di "apertura singola" (predisposta dal conducente e richiesta dai passeggeri). Le ante saranno ad espulsione e scorrimento lungo la fiancata esterna del rotabile.
Le centraline elettroniche saranno in grado di controllare la posizione, la velocità delle ante e la forza impressa dalle ante su ostacolo; saranno previste anche funzioni di auto-adattamento dei parametri di funzionamento della porta per garantire la loro costanza nel tempo.
I comandi di apertura/abilitazione e di chiusura verranno impartiti alle centraline porte via fili treno, non via rete CAN. Le centraline di tutte le porte si interfacceranno direttamente su rete CAN per segnalazioni diagnostiche.
In esercizio, qualsiasi guasto della porta (eccetto grave rottura meccanica) deve essere risolvibile tramite isolamento della porta singola.

C.8.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE PORTE PASSEGGERI.

L'altezza del vano porte sarà non inferiore a 2000 mm.
A porte aperte, in rettifilo, la sagoma impegnata dalle vetture deve risultare congruente con le caratteristiche delle banchine di fermata (rif. Art. 1.3 di cui alla Premessa del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica), tenendo conto di tutte le possibili usure e tolleranze dei materiali; comunque, le ante, in posizione aperta, non sporgeranno oltre 50 mm dal filo esterno del rotabile.
Le ante saranno costituite da estrusi saldati tra loro, formanti il telaio di base sul quale è fissata, all'interno e all'esterno, una lamiera di copertura. L'interno delle ante sarà riempito da una struttura leggera e robustissima. Il rivestimento dal lato del comparto sarà in grado di resistere a calci (atti vandalici).
Nelle fasi di apertura e chiusura le ante saranno guidate superiormente ed inferiormente, utilizzando materiali inossidabili o protetti dall'ossidazione con zincatura non inferiore a Fe/Zn 12c2C secondo la UNI EN ISO 2081; entrambe le guide saranno facilmente accessibili per ispezione e lubrificazione. Le porte garantiranno la funzionalità senza interventi periodici di regolazione meccanica.
I cristalli delle ante devono essere atermici, infrangibili e temprati (come definiti dalla UNI EN 572-1) e, come prescritto dalla norma UNI 11174 art. 14.2, dovranno essere conformi al Codice della Strada. Essi si presenteranno alla vista di identico aspetto rispetto ai vetri dei finestrini.
Le ante, in posizione chiusa, garantiranno tenuta all'aria e all'acqua, in modo particolare durante le operazioni di lavaggio in tunnel. La guarnizione perimetrale dell'anta sarà visibile solo sul bordo di contatto tra le due ante.
I movimenti di apertura e chiusura delle ante saranno silenziosi. Durante le fasi finali sia dell'apertura, sia della chiusura, il controllo elettronico dell'azionamento ante imporrà un rallentamento delle ante per ridurne l'inerzia.
Una volta chiuse, le ante devono essere bloccate ("locked", secondo la definizione del par. 5.1.5 della norma UNI EN 14752), con un sistema di tipo "attivo" (cioè in assenza di alimentazione elettrica il blocco sarà rilasciato).
I tempi di apertura e chiusura saranno non superiori a 3 s, con possibilità di regolazione di almeno ± 1 s.
Il meccanismo di azionamento porta e gli annessi dispositivi elettrici ed elettronici saranno raccolti su un unico modulo pre-assemblato posto sopra il vano porta, accessibile per manutenzione dall'interno del comparto passeggeri. Nell'integrazione del sistema porta con la cassa e gli allestimenti interni è richiesta molta cura per quanto riguarda l'accessibilità per manutenzione ai meccanismi porta; in particolare:

- tutte le operazioni di manutenzione ordinaria (controlli, regolazioni, ingrassaggi, …) saranno

effettuabili dall'interno comparto previa apertura solo di sportelli incernierati;

- il cassonetto sopra-porta sarà completamente apribile, senza essere ostacolato da mancorrenti, sarà dotato di sistemi di fermo in posizione aperta ed avrà dimensioni tali da consentire lo smontaggio e il rimontaggio del modulo del meccanismo porte senza dover smontare altre parti del tram;
- la sostituzione delle ante delle porte sarà possibile previo smontaggio dei soli montanti di arredo posti ai lati della porta stessa.

Il meccanismo consentirà la massima scorrevolezza delle ante, anche nel caso di movimentazione a mano delle ante stesse, in emergenza.
Ante, meccanismi e "hardware" del sistema porta dovranno essere identici per tutte le porte della vettura.
A pavimento, in corrispondenza di ciascun vano porta, sarà prevista una soglia in alluminio o in acciaio inox, con lavorazione superficiale antisdrucciolo e atta a favorire il deflusso dell'acqua all'esterno del comparto. Essa non presenterà alcun incavo per l'alloggiamento di guide delle porte stesse.
Tutti i particolari commerciali utilizzati saranno di tipo unificato secondo le norme UNI o europee, o presenti sui cataloghi standard delle ditte costruttrici.

C.8.3 ACCESSORI DELLE PORTE PASSEGGERI.

Dispositivi di apertura in emergenza.
Ogni porta deve essere dotata di maniglia di apertura in emergenza, della forma indicata nella figura A.4 della norma UNI EN 14752, interamente di colore rosso RAL 3020, predisposta per l'applicazione di piombatura, posta sul montante destro. Una volta azionata, la maniglia deve rimanere nella posizione "tirata", affinché il suo stato sia immediatamente riconoscibile; il riarmo della maniglia deve poter avvenire solo con chiave quadra di servizio, mediante azionamento di un apposito dispositivo (che può essere integrato in quello di apertura), conformemente alle indicazioni della norma UNI 11174.
Dispositivi di apertura/chiusura 1^ porta.
La salita e discesa del personale di guida avverranno attraverso la porta della cabina di guida, posta sul lato destro di ciascuna cabina.
Qualora non fosse possibile realizzare la porta di accesso dall'esterno alla cabina di guida, l'accesso del personale di guida dovrà essere garantito come segue:

- in prossimità della prima porta passeggeri destra sarà presente un comando di apertura/chiusura di quella porta, con grado di protezione IP 67 (EN 60529), funzionante a tram disabilitato e non inibito a tram abilitato per consentire l'ingresso delle forze dell'ordine;
- in prossimità della prima porta passeggeri destra sarà presente un comando di apertura in emergenza di quella porta, per accedere al tram in caso di batterie scariche; la funzionalità del dispositivo è subordinata alle medesime condizioni dei dispositivi di apertura di emergenza posti nel comparto passeggeri; il dispositivo sarà protetto da sportello apribile con chiave quadra di servizio.

Dispositivi di isolamento meccanico (rif. par. 5.1.6 della norma UNI EN 14752).
Ogni porta deve essere dotata di un dispositivo di isolamento meccanico conforme ai requisiti del par. 5.1.6 della norma UNI EN 14752; esso dovrà essere azionabile dal conducente manualmente o tramite chiave quadra di servizio, dall'interno del comparto e possibilmente anche dall'esterno del veicolo. Il dispositivo deve essere protetto dall'azionamento indebito da parte dei passeggeri; il conducente vi accederà senza aprire il cassonetto sopra porta. L'isolamento porta deve essere segnalato ai passeggeri tramite l'accensione dei led rossi posti sul pulsante di apertura locale sull'anta della porta. L'isolamento meccanico non comporta lo spegnimento della centralina elettronica, che comunica alla diagnostica di veicolo l'avvenuto isolamento.
Dispositivi di isolamento elettrico (rif. par. 5.1.7 della norma UNI EN 14752). Ogni porta deve essere dotata di interruttore elettrico bipolare dedicato, azionabile dal conducente tramite chiave quadra di servizio, ubicato in posizione accessibile senza aprire alcuno sportello, nelle immediate vicinanze del cassonetto sopra porta. L'interruttore taglia l'alimentazione elettrica alla porta e anche alla centralina elettronica della porta.
Pulsanti di apertura locale.
Per ogni porta, l'anta destra (vista dall'interno comparto) sarà dotata di pulsante di "apertura locale", conforme alla norma UNI EN 14752 (Allegato A), di tipo bifacciale, per poter essere azionato dall'interno

e dall'esterno.
Tale pulsante sarà bianco con rilievi neri, avrà le cornici di colore grigio o verde e di forma circolare e sarà dotato di segnalazioni luminose a led verdi e rossi, con funzionalità secondo UNI EN 14752 par. 4.3.1.7; in particolare, in caso di porta fuori servizio si accenderanno i led rossi, e in caso di porta isolata elettricamente si accenderanno i led rossi tramite alimentazione e comando esterni alla centralina porte. Inoltre le ante della prima porta devono essere dotate di pulsante di chiamata ad uso del passeggero con disabilità su sedia a rotelle.
I pulsanti non devono assolutamente presentare, sia in posizione di riposo che di lavoro, sporgenze o incavi che pregiudichino la sicurezza degli utenti e devono avere grado di protezione almeno pari a IP67 sul lato esterno e IP65 sul lato interno.
Pulsante di apertura locale e led diagnostici per manutenzione.
La centralina porta sarà dotata di pulsante/i di manutenzione per l'apertura e la chiusura della singola porta, comunque subordinatamente alla presenza dei consensi (velocità zero, ecc.).
L'accesso a tali pulsanti avverrà previa apertura del cassonetto. La centralina sarà altresì dotata di pochi LED diagnostici, di facile interpretazione, con iscrizioni esplicative e sarà dotata di memoria interna (di durata pari ad almeno 15 giorni) degli eventi di guasto, con data e ora dell'evento (data e ora saranno aggiornate via collegamento diretto o indiretto con il segnale orario di bordo, non vi saranno batterie interne).
Rilevamento ostacoli.
Ogni porta sarà dotata, singolarmente, di funzione di rilevamento ostacoli in fase di chiusura e apertura, basata sul rilevamento dell'assorbimento di corrente del motore, non su bordi sensibili posti sulle ante (diversa soluzione tecnica è eventualmente possibile per la funzione anti trascinamento che l'Appaltatore avesse previsto) o altri sistemi. In fase di chiusura, al rilevamento di un ostacolo, la porta si aprirà di 20 cm per poi richiudersi automaticamente. In caso di permanenza dell'ostacolo, la porta ripeterà il ciclo per 3 volte; al termine della 3^ volta, le ante rimarranno nella posizione di massima apertura, pronte a recepire un nuovo comando di chiusura impartito dal conducente.
Segnalazione acustica di porte aperte/abilitate.
Il veicolo dovrà essere dotato di un impianto acustico di segnalazione porte aperte conforme alla norma UNI 11174 e UNI EN 14752.
Segnalazione acustica di preavviso porte chiuse.
Il veicolo dovrà essere dotato di un impianto acustico di preavviso chiusura porte conforme alla norma UNI 11174 ed alla UNI EN 14752.
Segnalazione visiva di preavviso porte chiuse.
Il veicolo dovrà essere dotato di segnalazione visiva di preavviso chiusura porte conforme alla norma UNI EN 14752.
Segnalazioni in cabina di guida – TVCC per le porte.
Le situazioni di "porta abilitata e/o aperta" e "maniglia di apertura porta in emergenza attivata" devono essere segnalate sul banco di manovra tramite spie luminose, alimentate via fili treno, conformemente a quanto indicato nella norma UNI 11174.
Sul monitor di banco sarà presente un sinottico del tram, indicante lo stato di tutte le porte (abilitata/aperta-GIALLO, chiusa-VERDE, in emergenza-ROSSO, guasta/non risponde/isolata- GRIGIO CON X GIALLA).
Sul monitor di banco, all'apertura delle porte, comparirà automaticamente e contemporaneamente l'immagine di tutte le telecamere porte. Nel caso venisse azionata una maniglia di emergenza, sul monitor comparirà automaticamente l'immagine di una telecamera pre-associata a quella porta.

Tramite monitor saranno comunicate al conducente le segnalazioni diagnostiche delle porte.
I principali segnali relativi allo stato porte, tutti i comandi porte impartiti da banco di manovra e l'azionamento della maniglia di emergenza di ogni singola porta saranno registrati dal registratore di eventi.
Prenotazione fermata.
Sarà previsto un impianto di "prenotazione fermata" composto dai seguenti elementi:

- pulsanti di richiesta fermata, posti nel comparto passeggeri;
- segnalazione luminosa, posta sul banco di manovra;
- segnalazione acustica, posta all'interno della cabina di guida;
- segnalazioni luminose intermittenti, poste nel comparto passeggeri.

La pressione di uno dei pulsanti farà accendere le segnalazioni luminose, poste nel comparto e sul banco e attiverà il segnalatore acustico (campana monocolpo ad azionamento elettrico). Ulteriori pressioni dei pulsanti non avranno alcun effetto.
L'apertura/abilitazione delle porte genererà automaticamente il ripristino delle condizioni originarie del circuito.

Richiesta salita dei passeggeri con disabilità su sedia a rotelle.
Sull'esterno cassa in corrispondenza della porta attrezzata con pedana HK saranno presenti pulsanti blu di richiesta di utilizzo della pedana, che attivano una segnalazione in cabina.

C.8.4 OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN SERVIZIO.

Comandi di apertura e di chiusura.
L'apertura/abilitazione delle porte deve essere possibile, tramite pulsante di banco, solo previa presenza del consenso automatico di presenza del segnale di "Velocità Zero" (o suo forzamento). Qualora a porte aperte il segnale di "Velocità Zero" dovesse venir meno, le porte devono immediatamente richiudersi, senza preavviso acustico e senza funzione di riconoscimento ostacolo. Tale condizione è assai poco probabile, ma potrebbe verificarsi in condizioni degradate (es.: avviamento spontaneo in discesa del veicolo in coasting, con porte aperte e freno di trattenuta escluso).
Lo stato di apertura e di chiusura delle porte verrà rilevato, oltre che dalla centralina elettronica, dal circuito "blocco porte" del veicolo, tramite appositi microinterruttori (ad azionamento meccanico o magnetico) posti in punti appropriati dell'azionamento porta (uno per anta) e in serie tra loro. La centralina elettronica verificherà l'effettiva apertura e chiusura delle porte confrontando quanto da essa rilevato con il segnale trasmesso dai microinterruttori, generando segnalazione di avaria in caso di discordanza. Il circuito "blocco porte" inibisce la trazione, agendo sul relè di consenso trazione (rif. Art. C.4.2.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica), per realizzare la seguente sicurezza: con almeno una porta aperta il tram non traziona. Lo stato delle porte (aperte o chiuse) comunicato al conducente sarà quello del circuito "blocco porte". Tale funzione dovrà comprendere l'eventuale porta di cabina. Qualora le porte vengano chiuse con manipolatore di trazione in posizione di trazione, anche dopo la chiusura delle porte il tram non si avvierà, se non previo passaggio del manipolatore dalla posizione di coasting.
È previsto in cabina un selettore rotativo piombato, posto sul pannello esclusori alle spalle del conducente, che consenta di aprire le porte anche in assenza del segnale di "Velocità Zero" (forzamento del segnale di "Velocità Zero").
È previsto in cabina un selettore rotativo piombato, posto sul pannello esclusori alle spalle del conducente, che consenta la trazione anche in assenza del segnale di "porte chiuse" (by-pass del "blocco porte").
La centralina di controllo porta sarà dotata di pulsanti di manutenzione che comandino l'apertura e la chiusura della porta corrispondente. L'apertura tramite pulsante su centralina sarà subordinata alle medesime sicurezze dell'apertura tramite pulsante di banco.

C.8.5 OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN EMERGENZA.

Le condizioni per l'apertura in emergenza delle porte ed il funzionamento dei dispositivi atti a questa funzione deve essere conforme alle norme UNI 11174 e UNI EN 14752.
Inoltre:

- l'apertura in emergenza della porta sarà possibile solo con velocità ≤ 3 km/h;
- l'azionamento del dispositivo di apertura in emergenza deve essere segnalato al conducente tramite segnalazione visiva sul banco di manovra ed ai passeggeri tramite segnalazione visiva localizzata in corrispondenza della porta aperta (può essere sufficiente la maniglia rimasta in posizione "tirata");
- la chiusura di una porta aperta in emergenza deve essere possibile solo al personale di servizio mediante l'azionamento con apposita chiave quadra di servizio, dello specifico dispositivo situato in corrispondenza della porta aperta.

A veicolo disabilitato e/o in assenza di tensione di batteria e/o con porta isolata elettricamente tramite comando locale, l'apertura in emergenza di qualsiasi porta del tram deve poter avvenire, a prescindere da qualsiasi consenso esterno alla porta. Nelle medesime condizioni, una porta che si trovi nella condizione "aperta" deve poter essere chiusa muovendo le ante a mano.

C.8.6 INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE.

La porta posta in corrispondenza delle 2 postazioni atte ad ospitare i passeggeri con disabilità su sedia a rotelle deve essere dotata di pedana mobile HK per consentire il raccordo tra il piano di calpestio della vettura con il piano banchina o marciapiede.

La pedana deve essere di tipo manuale a ribalta, incernierata dal lato soglia porte; tale è la tipologia prevalente sui mezzi di superficie del Comune di Napoli e gestiti da ANM.
La pedana sarà apribile tramite chiave quadra di servizio, in dotazione al personale di condotta.
La pedana, chiusa, sarà calpestabile e sarà a filo con il pavimento della vettura e sul lato porta presenterà una soglia di estremità uguale a quella delle altre porte.
Con banchina a quota 300 mm dal piano del ferro (rif. Art. 1.3 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica), la pedana presenterà un'inclinazione massima del 12%, a carico utile normale e cerchioni ruote nuovi; in assenza di banchina di fermata, la pedana deve comunque poter scendere anche a livello del piano del ferro.
La pedana deve avere larghezza non inferiore a 900 mm e deve essere in grado di sopportare un peso pari ad almeno 350 kg.
Quando aperta, la pedana o parte di essa costituirà un impedimento fisico alla chiusura delle ante della corrispondente porta; lo stato di porta aperta negherà il consenso alla trazione, realizzando quindi la sicurezza che il tram non possa trazionare con pedana accidentalmente aperta.

C.9 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO – CARATTERISTICHE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI.

C.9.1 PREMESSA.

L'equipaggiamento elettrico ed elettronico è chiamato ad assolvere alle funzioni:

a. di captazione corrente,
b. di trazione e frenatura elettrica,
c. ausiliarie.

La funzione di captazione corrente è svolta dal pantografo.
Le funzioni di trazione e frenatura elettrica consistono nel comando e controllo della trazione, negli azionamenti di trazione e nel recupero/dissipazione di energia in frenatura elettrica.
Le funzioni ausiliarie consistono in tutte le altre funzioni che richiedono alimentazione elettrica, quali, ad esempio: la climatizzazione, l'azionamento e controllo delle porte, l'illuminazione, la frenatura a pattini elettromagnetici.
A garanzia del corretto grado di isolamento, il progetto elettrico sarà conforme alla norma CEI EN 50124 per la definizione degli isolamenti.
I sottoassiemi degli equipaggiamenti elettrici saranno fissati all'imperiale della cassa, tramite bulloni che lavorino in direzione assiale ed adeguate sospensioni per l'attenuazione delle vibrazioni. I sistemi di fissaggio saranno provvisti di dispositivi antisvitamento.
Essi saranno concepiti per essere smontati e calati dall'imperiale tramite carro-ponte e pertanto equipaggiati di opportuni golfari; potranno inoltre essere smontati singolarmente, previo scollegamento delle connessioni, senza smontare cassoni attigui o canaline porta cavi.
Coperchi e portelle consentiranno l'accessibilità all'interno dei vani dal lato esterno della vettura o dall'imperiale tramite opportune aree calpestabili di accesso.
Il sistema di blocco dei coperchi sarà tale da consentirne l'apertura e la chiusura da parte di un solo operatore. I coperchi saranno asportabili al fine di agevolare la manutenzione alle apparecchiature contenute nei cassoni.
I cassoni posti sull'imperiale saranno calpestabili da 2 persone.
Le apparecchiature costituenti l'equipaggiamento elettrico, sia di regolazione / controllo sia di potenza, saranno costituite da più moduli facilmente accessibili e sostituibili in caso di avaria. Il peso e l'ingombro di ogni modulo saranno limitati in modo da poter essere manovrati da una sola persona.

C.9.2 PROTEZIONI.

Le protezioni dell'impianto elettrico ed elettronico saranno conformi alla UNI 11174 art. 16.3, norme specifiche richiamate nella UNI 11174 stessa e ulteriori precisazioni di seguito riportate. Protezione contro il pericolo di incendio.

Le apparecchiature elettriche e gli impianti devono essere conformi alla norma CEI UNI EN 45545-5 per veicoli di categoria HL2.
Protezione contro il rischio elettrico.
L'equipaggiamento elettrico ed elettronico deve essere conforme alla norma CEI EN 50153.

Sulle protezioni di accesso a vani contenenti apparati AT e MT saranno applicate targhette monitrici di rischio di shock elettrico (secondo norma CEI EN 61310-1), con l'indicazione del valore massimo di tensione di funzionamento dell'apparato.
L'accesso ad apparati AT e MT dall'interno del comparto passeggeri sarà protetto da doppia protezione; la targhetta monitrice sarà apposta sulla seconda di queste.
L'accesso ai vani esterni del veicolo contenenti apparecchiature con tensioni pericolose alle persone sarà subordinato, previa disalimentazione, all'annullamento di eventuali tensioni residue mediante resistori in parallelo ai condensatori di filtro.
La valutazione di ulteriori accorgimenti di sicurezza è demandata all'Appaltatore, in funzione delle caratteristiche del rotabile proposto, e sarà circostanziata da approfondita analisi di rischio per l'approvazione del progetto esecutivo, come richiesto dal prospetto nr. 1 all'Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Protezione da accidentale caduta di oggetti su parti in tensione.
Il layout interno dei vani elettrici (armadi di cabina, cassoni, …) sarà concepito in modo tale che l'accidentale caduta di oggetti (es.: attrezzi, viti, trucioli, …) o l'accidentale distacco di parti (es.: scollegamento di trecce, di connettori metallici, …) non provochi corti circuiti con parti in tensione.
Protezione da acqua e polveri.
Tutte le apparecchiature da installare all'esterno della vettura saranno racchiuse in cassoni in acciaio inox a tenuta di acqua e di polvere con grado di protezione almeno IP65 secondo la norma CEI EN 60529; il requisito non si applica a componenti per i quali ampie aperture sono necessarie al funzionamento (es.: cassone reostato, cassone batterie, induttanze).
I connettori avranno grado di protezione:

- IP68 (con connettore accoppiato) se ubicati all'esterno cassa veicolo,
- IP42 (con connettore accoppiato) per qualsiasi altra collocazione all'interno cassa veicolo.

Protezione da sovratensioni, sovracorrenti e cortocircuiti.

A valle del pantografo sarà previsto uno scaricatore di sovratensioni. Protezione dall'ossidazione. L'Appaltatore deve costruire il rotabile tenendo in considerazione questo aspetto, in funzione delle caratteristiche ambientali descritte dall'Art. 2.2 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Protezione da sollecitazioni meccaniche.
La progettazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche sarà condotta considerando che esse saranno soggette agli urti e alle vibrazioni casuali che l'esercizio determina.
Laddove previsto che componenti e apparecchiature siano sottoposti a prova di urti e vibrazioni, questa sarà condotta secondo la norma CEI EN 61373.
Protezione da agenti atmosferici e ambientali.
La progettazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche sarà condotta in conformità alla norma CEI EN 50125-1.

C.9.3 TENSIONI DI ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE.

Tensione di alimentazione AT.
La tensione di alimentazione di rete è descritta all'Art. 1.6.1 della Premessa di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
La tensione di alimentazione può essere affetta da variazioni transitorie ripetitive dovute a difetti di captazione (distacco del pantografo), da sovratensioni transitorie di origine atmosferica o generate dalla frenatura elettrica di altri veicoli nelle vicinanze, dai divisori (isolatori) di zona oppure dall'intervento di dispositivi di protezione di bordo di altri rotabili operanti nelle vicinanze.
Limiti di funzionamento delle apparecchiature e degli impianti AT.
In ottemperanza a quanto previsto dalla norma UNI 11174 art. 16.1, le apparecchiature saranno predisposte anche per l'alimentazione a 750 Vcc, con campo di variabilità secondo norme vigenti.
I convertitori carica batterie continueranno a funzionare a piena potenza fino al limite inferiore di 420V.
Le apparecchiature possono arrestare il loro funzionamento per tensioni di alimentazione al di fuori di

tali campi, senza subire e/o provocare danni di alcun tipo, entro il range 0÷900 Vcc.
Tensione di alimentazione MT.
Il sistema di alimentazione in media tensione sarà isolato galvanicamente dalla tensione di linea e sarà realizzato con linea/e trifase più neutro, avente una tensione nominale concatenata pari a 400 Vca, a frequenza nominale pari a 50 Hz e forma d'onda sinusoidale.
L'Appaltatore deve prevedere almeno una presa definita come SCHUKO + bipasso 10/16A, da 1,5 kW, 230 Vca, a frequenza nominale pari a 50 Hz e forma d'onda sinusoidale, in cabina di guida e nel banchetto di manovra posteriore, conformi alla norma UIC 550 OR.
Tensione di alimentazione BT.
La tensione nominale di alimentazione delle utenze in BT sarà a 24 Vcc.
Tutte le utenze in BT funzioneranno correttamente nei campi di variazione di tensione di alimentazione e protette da sovratensioni, secondo norma CEI EN 50155.
L'Appaltatore deve prevedere almeno una presa industriale 2P 16A/24 Vcc, in cabina di guida e nel banchetto di manovra posteriore, conformi alla norma UIC 550 OR.

C.9.4 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.

Le apparecchiature elettriche ed elettroniche e la vettura nella sua interezza devono essere conformi alla norma CEI EN 50121. La verifica della rispondenza alla norma rientrerà nelle prove di tipo di tutte le apparecchiature.
Il livello di inquinamento elettromagnetico trasmesso dalla vettura completa per irradiamento, conduzione, accoppiamento capacitivo o induttivo sarà contenuto al massimo e comunque inferiore alla soglia di immunità delle apparecchiature e delle reti sensibili ai disturbi elettromagnetici (telefonia, radiofonia e televisione, telemisure e telecomandi, reti informatiche, stimolatori cardiaci dei passeggeri, ecc.). Saranno eseguite prove di compatibilità elettromagnetica del rotabile completo onde verificare l'assenza di interferenze, in particolare con i sistemi di comunicazione terra/bordo e di telefonia mobile.

Sarà posta particolare attenzione alla disposizione dei cablaggi per evitare o comunque limitare tutte le possibili interferenze elettromagnetiche che possono disturbare il corretto funzionamento dei dispositivi o delle apparecchiature di bordo e/o di terra; a tal fine i passaggi cavi per gli impianti di comunicazione terra/bordo saranno realizzati con canali separati da quelli degli altri impianti.
È comunque da evitare la posa dei cavi degli impianti di comunicazione terra/bordo con quelli di AT e MT.

C.9.5 RIGIDITÀ DIELETTRICA E IMPEDENZA DI ISOLAMENTO.

La rigidità dielettrica di tutte le apparecchiature e degli impianti, se non diversamente indicata dalle relative specifiche, deve essere dimensionata per la tenuta alla tensione di prova in conformità alla norma CEI EN 60077.
La prova sarà effettuata tra gli ingressi e le uscite, fra loro cortocircuitate, e la massa.
In particolare, per le apparecchiature isolate galvanicamente, la prova di rigidità dielettrica va eseguita anche tra l'ingresso e l'uscita.
Nel presente paragrafo vengono indicati i valori minimi di tensione (Vp) alla quale saranno provate le apparecchiature di seguito riportate, tenendo come tensione di riferimento AT il valore di UNm = 750 V:

I. apparecchiature e/o impianti a 600 Vcc: Vp = 3000 V r.m.s.;
II. apparecchiature e/o impianti a 400 Vca: Vp = 2500 V r.m.s.;
III. apparecchiature e/o impianti a 24 Vcc: Vp = 750 V r.m.s.;
IV. motori di trazione: Vp = 3000 V r.m.s.;
V. apparecchiature elettriche atte alla interruzione dei circuiti AT: Vp = 2700 V r.m.s. (tra i contatti principali aperti);
VI. apparecchiature elettroniche e loro sotto assiemi (schede e cestelli): Vp = 500 V r.m.s., secondo norma CEI EN 50155.

La resistenza di isolamento di ciascuna apparecchiatura e dell'impianto, ove non diversamente specificato, sarà comunque non minore di 10 MΩ.
L'impedenza di isolamento degli impianti AT e MT del rotabile completo, sarà dimensionata congruentemente con i requisiti di prova previsti dalla norma CEI EN 50215 e dalla Circolare Ministeriale n° 253 protocollo 8374 del 18/10/1951, con ampio margine e comunque sarà non inferiore a 1 MΩ.

C.9.6 CABLAGGIO DEI CAVI NEGATIVI E RITORNI DI CORRENTI.

I cavi negativi degli impianti AT, BT e il neutro degli impianti MT devono essere realizzati con conduttori isolati. Non saranno usate le strutture cassa e carrello come ritorno di corrente.Il ritorno delle correnti (degli equipaggiamenti di trazione ed ausiliari) e la messa a terra di sicurezza delle strutture cassa e carrello saranno realizzati mediante circuiti separati, ciascuno collegato a “stella” ad un unico punto di massa, ed utilizzeranno assi distinti per il collegamento al binario.
Deve essere prevista una linea treno atta a rendere equipotenziali i ritorni correnti di tutti gli apparati di tutte le casse della vettura; essa sarà isolata rispetto alla massa della vettura e sarà collegata a dispositivi di ritorni correnti sulle boccole, in quantità tale da garantire ampia ridondanza e comunque non meno di 1 per carrello.

C.9.7 APPARECCHIATURE E COMPONENTI ELETTRONICI.

Le apparecchiature elettroniche di bordo e “a corredo dei rotabili” devono essere conformi alle norme CEI EN 50155 e CEI EN 61287.
Per l’utilizzo di componenti elettronici “custom” l’Appaltatore consegnerà la relativa documentazione, atta a consentire la progettazione e la realizzazione di componenti perfettamente intercambiabili con essi, come richiesto dal prospetto nr. 4 all’Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Induttanze e condensatori e le relative prove saranno conformi alle norme CEI EN 60310 e CEI EN 61881.
Il montaggio delle apparecchiature sarà conforme alla norma CEI EN 50261, rispettando con margine gli spazi liberi richiesti per la collocazione dei rack entro vani e/o armadi. Tutte le schede elettroniche saranno contenute in rack e munite di antisbaglio nella connessione al relativo rack.

C.9.8 SOFTWARE.

I software delle apparecchiature di bordo e degli impianti “a corredo” devono essere conformi ai requisiti della norma CEI EN 50155.

C.9.9 COMPONENTI ELETTRICI.

Per tutti i componenti elettrici, fare riferimento alla norma CEI EN 60947. Dimensionamento.
I componenti elettromeccanici devono essere dimensionati in conformità alla norma CEI EN 60077, alle norme relative alla specifica tipologia di componente e ai requisiti del presente documento.
Fusibili di protezione dei circuiti AT.
I fusibili di protezione dei circuiti AT saranno dimensionati per la corrente continua, idonei ad applicazioni di tipo ferroviario e conformi alla norma CEI EN 60077.
Interruttori automatici.
Tutti i circuiti e le utenze in MT e in BT saranno protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti tramite interruttori automatici idonei all’impiego su mezzi rotabili ferroviari e con le seguenti caratteristiche:

- comando di ripristino manuale;
- custodie isolanti;
- sganciatore magnetotermico o magneto idraulico.

Gli interruttori automatici principali utilizzati per convertitore servizi ausiliari, caricabatterie, batterie e pattini elettromagnetici, avranno contatti ausiliari per la segnalazione del loro intervento.
Motori ausiliari.
I motori ausiliari, alimentati in MT e BT, saranno conformi alle norme CEI EN 60349-1 e -2. I motori saranno senza collettore e spazzole e del tipo con carcassa a tenuta stagna, con cuscinetti a rotolamento con schermatura stagna bilaterale e lubrificati a vita.
Relè.
I relè devono avere i seguenti requisiti (esclusi quelli destinati al montaggio su circuito stampato):

- dotati di chiave di polarizzazione (anti-sbaglio) tra relè e zoccolo;
- range di funzionamento: secondo norma CEI EN 50155, senza il ricorso a resistenze di economia;
- dispositivo luminoso per segnalazione di bobina eccitata, diodo di ricircolo e/o varistore;
- contatti di taglia unificata a 10 A nominale, di tipo SPDT (di scambio), non sarà utilizzato il collegamento in serie o parallelo per ottenere le prestazioni specificate; soffio magnetico per il comando dei carichi induttivi a tensione nominale 24 Vdc; la prestazione minima richiesta è di 100000 manovre, per corrente di 0,5 A,con tensione 24 Vdc e L/R 40 ms;

- vita meccanica di almeno 20 milioni di manovre;
- conformi alle norme vigenti.

Al fine di semplificare la manutenzione e la gestione delle scorte, il tram sarà dotato di una rosa di tipologie di relè il più possibile ristretta, con caratteristiche tali da soddisfare le diverse esigenze dei vari impianti.
Contattori.
I contattori utilizzati per i circuiti in corrente continua e in corrente alternata devono essere conformi alle norme CEI EN 60077 e CEI EN 50124.
Morsettiere.
Le morsettiere saranno utilizzate solo per lo smistamento dei cavi sui pannelli e all'interno dei dispositivi elettrici/elettronici; sarà evitato il loro impiego per il semplice collegamento, che invece verrà effettuato da connettori.
Per il collegamento dei cavi sarà evitato l'uso di morsetti a vite per puntalino, onde evitare lo sfilamento accidentale del cavo.

C.9.10 CABLAGGI.

Posa cavi.
L'installazione dei cablaggi sul veicolo e all'interno degli armadi elettrici deve essere conforme alla norma CEI EN 50343.
Devono essere impiegati componenti idonei al settore ferroviario, con eventuali referenze e conformi alle rispettive norme di sicurezza.
Saranno previste "dorsali" AT, MT e BT lungo la vettura, adeguatamente separate tra loro; i cavi di diversa categoria EMC saranno distanziati come da CEI EN 50343, par. 6.3.
Le eventuali travi della struttura della cassa non saranno utilizzate per l'infilaggio cavi. I cablaggi saranno protetti da guaine e contenuti entro canaline o tubi metallici in acciaio inox. Anche i supporti di canaline e tubi di contenimento cavi saranno metallici. Le dorsali dei cavi degli impianti terra-bordo saranno separate dal resto dei cavi.
Canaline e tubi di contenimento cavi, supporti, calze protettive, gusci di connettori ed altri accessori del cablaggio, se metallici, saranno dotati di trecciola di messa a terra.
Le condotte cavi avranno andamento il più possibile regolare e forma il più possibile esente da asperità; saranno dotate di punti per il collegamento alla massa del rotabile, di drenaggio, di accessibilità per l'ispezione e la sostituzione dei cavi; le sezioni saranno dimensionate affinché i cavi occupino non più dell'80% del volume della condotta.
Cavi elettrici.
Devono essere impiegati cavi idonei all'impiego su rotabili ferroviari e conformi alle rispettive norme di sicurezza.
I cavi elettrici di potenza e di segnale devono avere le caratteristiche indicate dalle norme CEI EN 50264-1, -2 e -3, se hanno l'isolamento a parete normale, e CEI EN 50306-1, -2, -3 e -4 se hanno l'isolamento a parete sottile.
Cavi sottoposti ad alte temperature (fino a 120 °C) devono essere conformi alla norma CEI EN 50382.
Per la determinazione del tipo di cavo da utilizzare nelle diverse applicazioni, ci si atterrà alle norme CEI EN 50355 e CEI EN 50343.
Devono essere previsti dei cavi di riserva per gli impianti in BT, in quantità non inferiore al 10% del totale e distribuiti proporzionalmente ai cavi utilizzati nell'impianto.
Connettori.
I connettori devono essere di tipo ferroviario o idonei all'uso secondo la specifica applicazione, con caratteristiche di protezione da solidi e liquidi secondo il par. C.9.2 del presente Capitolato Speciale - Parte Tecnica, "Protezione da acqua e polvere".
Coppie di connettori maschio e femmina saranno di fornitura del medesimo costruttore.
I connettori multipolari con inserti porta-contatti in gomma saranno completi di tutti i pin, anche se non cablati, o di appositi inserti otturatori atti a tenere in forma il porta-contatti stesso.
I connettori saranno dotati del proprio dispositivo serra-cavi.
L'intestazione del cavo e delle relative protezioni (corrugato, gomma tela, …) saranno realizzate tramite componenti accessori al connettore dedicati alla specifica applicazione. Non saranno assemblati componenti incompatibili tra loro, né saranno usati anelli termoretraibili e/o nastri e/o silicone per la

sigillatura dell'intestazione di cavi su connettori.
Laddove sussistano possibilità di errore, i connettori saranno muniti di dispositivi antisbaglio. Protezione dei cavi.
I cavi AT saranno contenuti entro tubi in acciaio inox, salvo che per i tratti soggetti a movimenti, nei quali essi saranno protetti da tubi in gomma tela o tubi corrugati rivestiti da calza metallica in acciaio inox.
I cavi MT e BT saranno contenuti entro tubi e/o canaline metalliche in acciaio inox, salvo che per tratti di raccordo e/o soggetti a movimento, nei quali essi saranno protetti da tubi in gomma tela o tubi corrugati adeguati all'impiego.
Le estremità di tubi e canaline metalliche avranno opportune protezioni per evitare l'intaglio delle guaine dei cavi.
Anelli termo-restringenti potranno essere usati solo sulle terminazioni di guaine su capicorda.
I collegamenti tra le protezioni dei cavi realizzate con tubi in gomma-tela o con corrugati adeguati all'impiego e i connettori saranno realizzati con raccordi commerciali appositi per la specifica situazione.
Collegamenti elettrici cassa-carrello e cassa-cassa.
I collegamenti elettrici cassa-carrello saranno realizzati tramite penzoli connettorizzati e trecce nude con capocorda per le messe a terra e i ritorni corrente.
I collegamenti elettrici di potenza tra cassa e carrello saranno realizzati mediante connettori con custodia in materiale metallico, di tipo commerciale, multipolari con sistema antisbaglio e scollegabili a mano, senza l'ausilio di attrezzatura particolare dedicata.
I collegamenti elettrici cassa-cassa in AT, MT e BT saranno realizzati tramite connessioni modulari ad innesto rapido. L'operazione di stacco delle connessioni modulari ad innesto rapido sarà effettuabile a mano, da un solo operatore, agevolmente.

C.10 CAPTAZIONE CORRENTE.

C.10.1 PANTOGRAFO.

La vettura deve essere equipaggiata con un pantografo conforme alla norma CEI EN 50206-2 e alle indicazioni della presente Specifica.
Il pantografo deve essere costruito in tutte le sue parti in acciaio rivestito per resistere all'ossidazione.
Il pantografo deve essere predisposto per il montaggio dello strisciante di fornitura ANM, disegno ANM nr. 50056/2, conforme alla Specifica.
Interdistanza striscianti 200 mm.
Gli snodi devono essere by-passati da trecce in rame stagnato ridondate. Il pantografo deve essere dotato di dispositivo automatico di caduta.
Il pantografo deve essere dotato di un dispositivo a manovella per il suo azionamento anche in manuale.
Lo stato del pantografo (alto o basso) sarà rilevato per segnalazione di stato alla logica di veicolo e al conducente.
Il pantografo sarà movimentato da un sistema elettrico a motore, comandato da logica di veicolo e da comandi posti nella cabina di guida; deve essere presente un dispositivo di innalzamento/abbassamento manuale di emergenza azionabile dall'interno della vettura.
Il pantografo dovrà essere assicurato al tetto del veicolo con un sistema di ancoraggio che ne impedisca la caduta in caso di rottura dei supporti per aggancio accidentale alla linea aerea.
L'altezza massima del veicolo con pantografo abbassato in posizione di parcheggio (riposo) non deve superare 4000 mm dal piano del ferro. Tale limite è imposto dai vincoli di altezza libera presenti all'interno del Deposito di San Giovanni a Teduccio.
Il cavo di collegamento del pantografo al primo dispositivo di intervento in caso di corto circuito dovrà essere il meno lungo possibile ed essere protetto entro un tubo metallico ad elevata resistenza.

C.10.2 SCARICATORE.

L'equipaggiamento elettrico deve essere corredato di scaricatore, posto nelle immediate vicinanze del pantografo, conforme alla norma CEI EN 60077.

C.11 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO DI TRAZIONE E FRENATURA.

C.11.1 GENERALITÀ.

L'equipaggiamento di trazione e frenatura sarà concepito e dimensionato al fine di conseguire,

nell'ordine:

- il raggiungimento delle prestazioni dinamiche e di comfort;
- le ridondanze necessarie a garantire la possibilità di muovere la vettura in condizioni di degrado;
- la massimizzazione dell'affidabilità e la minimizzazione degli interventi di manutenzione;
- la massimizzazione della frenatura elettrica, la minimizzazione dei consumi di energia e la massimizzazione del recupero di energia in frenatura;
- la misurazione, la lettura sul monitor di cabina e la registrazione dell'energia, consumata ed eventualmente restituita in frenatura alla rete di alimentazione, nonché la possibilità di distinguerne l'impiego fra la trazione, frenatura e gli ausiliari.

Il dimensionamento della frenatura elettrica sarà tale da realizzare, attraverso l'uso dei motori di trazione, la massima frenatura di servizio, su binario piano e rettilineo, a tensione di linea nominale, dalla massima velocità fino alla più bassa velocità possibile, possibilmente fino all'arresto della vettura, senza l'ausilio della frenatura di attrito (ottenendo ciò tramite blending tra frenatura elettrica e meccanica).
La frenatura elettrica sarà a recupero di energia, nel rispetto dei valori massimi ammessi per la tensione di linea, e in subordine dissipativa, su reostati.
Tutti i cassoni e componenti dell'impianto di trazione saranno connettorizzati.

C.11.2 COMPOSIZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO.

Ogni vettura sarà equipaggiata con:

- interruttore extrarapido o contattore di linea in funzione del numero degli equipaggiamenti di trazione e del loro tipo;
- un filtro di linea per ogni convertitore di trazione;
- convertitori a inverter dedicati ai motori di trazione;
- una logica di azionamento (TCU) per ogni convertitore di trazione;
- reostato di frenatura in funzione del numero degli equipaggiamenti di trazione e del loro tipo;
- motori di trazione;
- logica di veicolo;
- manipolatore di trazione e frenatura.

C.11.3 INTERRUTTORE EXTRARAPIDO O CONTATTORE DI LINEA.

Per la protezione dei circuiti di trazione sarà utilizzato interruttore extrarapido o un contattore di linea per la protezione dei circuiti di trazione e ausiliari, in funzione del numero degli equipaggiamenti di trazione e del loro tipo, che, una volta aperti non consentono alcun passaggio di corrente.
L'interruttore deve essere conforme alle regole della norma CEI EN 60077 e racchiuso in un cassone di contenimento in materiale isolante resistente all'arco.
Il contattore di linea deve essere conforme alle norme di riferimento: IEC 60077-1 /-2, IEC 61373.

C.11.4 AZIONAMENTI DI TRAZIONE.

La vettura deve essere equipaggiata con almeno due azionamenti di trazione uguali e totalmente indipendenti. Essi devono essere ad inverter a IGBT.
Nel caso di azionamento a ventilazione forzata o raffreddamento convettivo, dato che i guasti alla ventilazione pregiudicano la catena di trazione, la ventola sarà almeno una per azionamento, priva di collettore, alimentata in BT e con alimentazione dedicata; i guasti all'alimentazione della ventola di raffreddamento saranno diagnosticati.
Circa le caratteristiche dell'azionamento, saranno soddisfatti i seguenti criteri (espressi in ordine di importanza):

- sovradimensionamento della potenza fornibile dall'equipaggiamento di trazione rispetto a quella effettivamente erogata ai motori;
- massimizzazione del rendimento energetico dell'apparecchiatura (quindi: minimizzazione del consumo e massimizzazione del recupero di energia);

- manutenibilità;
- contenimento del numero dei componenti;
- minimizzazione di ingombri e peso.

L'azionamento deve essere conforme alla norma CEI EN 61287-1.
Saranno effettuate prove di tipo combinate per il sistema costituito da azionamento(i) di trazione, motore(i) di trazione e relativo dispositivo di controllo, secondo la norma CEI EN 61377.
Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati tramite connettori.

C.11.5 FILTRO DI LINEA.

Il filtro di linea deve essere dimensionato in maniera tale da non creare disturbi elettromagnetici sugli impianti di linea. È quindi opportuno prevedere la possibilità di intervenire sul software del regolatore dell'azionamento, in modo da permettere eventuali modifiche dei fronti della corrente assorbita o generata dall'equipaggiamento di trazione.

C.11.6 LOGICA DI VEICOLO.

La logica di veicolo (LV) avrà il compito di raccogliere, elaborare, sincronizzare e trasmettere agli azionamenti i segnali di trazione e frenatura impartiti dal manovratore, in funzione dei consensi ricevuti dai circuiti di controllo di bordo.
Al fine di mantenere costanti le prestazioni di accelerazione e frenatura del rotabile con qualsiasi condizione di carico, sarà previsto un dispositivo di rilievo del carico, in subordine sarà adottato un sistema di controllo dell'accelerazione, opportunamente integrato con le funzioni di antipattinaggio e antislittamento.
Inoltre, la logica di veicolo assolve alle funzioni di comando, controllo e diagnostica degli impianti di veicolo.
La Logica di veicolo sarà interfacciata con gli impianti di bordo attraverso la rete CAN (rif. Art. C.12.13 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica).

C.11.7 LOGICA DI AZIONAMENTO (TCU).

La logica di azionamento TCU (Traction Control Unit) ha il compito di generare gli impulsi di accensione per i semiconduttori di potenza dei due azionamenti, in funzione della richiesta.
Essa includerà tutte le protezioni hardware e software atte ad evitare e/o limitare eventuali danni all'intero azionamento che potrebbero insorgere durante la marcia.
Possibilmente, essa sarà installata nel cassone del convertitore di trazione.

C.11.8 MOTORI DI TRAZIONE.

I motori di trazione devono essere di tipo trifase.
Dovranno avere buone caratteristiche di ermeticità e scambio termico. Il motore di trazione deve essere conforme alla norma CEI EN 60349-2.
Saranno presi opportuni provvedimenti al fine di evitare la circolazione di correnti parassite nei cuscinetti.
Il motore sarà dotato di punti di sollevamento mediante gru e di appoggio in piano.

C.11.9 REOSTATI DI FRENATURA, TAMPONE E PRECARICA FILTRO.

I reostati devono essere conformi alle norme CEI EN 60322 e CEI 9-21.
I reostati di frenatura saranno dimensionati in relazione alle prestazioni di frenatura elettrica, per lavorare indefinitamente in condizioni di ricettività della linea nulla.
Saranno previsti opportuni schermi termici per evitare il raggiungimento di temperature eccessive sulle apparecchiature e sulle condotte cavi eventualmente presenti nelle zone attigue.

C.11.10 MANIPOLATORE DI TRAZIONE E FRENATURA.

Requisiti del dispositivo.
La cabina di guida sarà dotata di un gruppo di comando formato da una chiave di banco, un predispositore di marcia e un manipolatore di trazione/frenatura.
Il gruppo deve essere conforme alle norme CEI EN 60077 e CEI EN 50155.

Il gruppo sarà posizionato sulla sinistra del posto di guida e soggetto all'approvazione definitiva della Stazione Appaltante e del Gestore ANM per la sua realizzazione, in quanto fortemente impattante per la condotta della vettura,

vd. Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Al fine di uniformare la modalità di guida dei tram oggetto di fornitura con i tram già in esercizio nel Comune di Napoli e gestiti da ANM, è opportuno che il gruppo in questione sia definito in analogia ai medesimi in opera sulle più recenti acquisizioni di materiale rotabile tranviario ANM.
Saranno fornite 2 chiavi per vettura, a corredo del rotabile.
La chiave di banco può essere inserita/disinserita solo in posizione "0".
Il manipolatore di trazione, a leva con asse di rotazione orizzontale, con impugnatura orizzontale, ha il ruolo di comandare la trazione, la frenatura e la tacitazione del dispositivo vigilante con un pulsante posto sulla sua manopola.
Onde evitare indebiti movimenti del tram quando lo si predispone alla marcia, è obbligatorio che per il consenso della trazione, il manipolatore di trazione e frenatura debba partire dalla condizione "0". In caso di cambio banco per trazionare con il banchetto posteriore, il personale di condotta lascerà manipolatore, predispositore e chiave in "0", estrarrà la chiave, portandola con sé sul banchetto posteriore.
La leva comanderà progressivamente la trazione se spinta in avanti, se tirata verso il conducente comanderà progressivamente la frenatura.
Le posizioni intermedie fondamentali saranno marcate con marca posizioni e avvertibili dalla mano del conducente. L'uscita dalla massima frenatura di servizio verso l'emergenza sarà contrassegnata con marca posizioni più marcato degli altri, affinché sia necessario uno sforzo deciso per comandare la frenatura di emergenza, per indicare la chiara volontà del conducente di impartire tale comando. Le posizioni fondamentali saranno anche riportate graficamente sulla piastra di banco.
Al di là delle due posizioni estreme del manipolatore di trazione/frenatura (trazione massima e frenatura d'emergenza) il movimento del manipolatore incontrerà robusti fine corsa meccanici per resistere agli sforzi molto decisi del conducente quando ricerca tali posizioni (soprattutto in frenatura). In più, in caso di cedimento del fine corsa in frenatura di emergenza, il comando di frenatura di emergenza deve permanere.
La leva del manipolatore, se rilasciata quando è in trazione, ritornerà in coasting con richiamo a molla, se rilasciata quando è in frenatura, rimarrà nella posizione raggiunta.
Sono richiesti i seguenti accorgimenti costruttivi:

- il gruppo manipolatore sarà costituito da un modulo chiuso, al fine di proteggerlo dall'indebita intrusione di oggetti;
- le fessure di movimento delle leve ricavate nella piastra di banco saranno protette da "mezzaluna" o altri efficaci dispositivi di protezione dall'indebita intrusione di oggetti;
- le soluzioni costruttive saranno tali da favorire le operazioni di pulizia;
- tutta la viteria sarà di tipo antivibrante e il progetto complessivo sarà tale da impedire il blocco meccanico delle leve in posizioni pericolose per il controllo della marcia del veicolo.

È previsto un trasduttore angolare (encoder), che legga il movimento del manipolatore di trazione/frenatura.

C.12 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO AUSILIARIO.

C.12.1 CONVERTITORI DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI.

I convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari hanno il compito di trasformare l'energia elettrica della linea AT in energia trifase a 400 Vca 50 Hz sinusoidale e monofase a 230 Vca 50 Hz, per l'alimentazione dei carichi in MT, e in energia elettrica in corrente continua a 24 Vcc, per la carica delle batterie di bordo e l'alimentazione di tutti gli impianti ausiliari funzionanti in BT.
È accettata sia la soluzione progettuale di due convertitori separati, uno per le utenze MT e uno per le utenze BT e la carica delle batterie, sia la soluzione progettuale di un solo convertitore che integri entrambe le funzioni.
In ogni caso, i convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari saranno ridondati secondo il principio di seguito descritto.
Per la funzione di generazione di energia in MT, in condizioni di regolare funzionamento, entrambi i convertitori lavorano contribuendo a generare l'energia complessivamente richiesta; in caso di guasto ad

uno dei due convertitori, la generazione di energia continua ad avvenire, per alimentare un sottoinsieme di carichi "privilegiati". La commutazione dell'alimentazione verso i carichi privilegiati in caso di guasto ad un convertitore avverrà automaticamente. Tra i "carichi privilegiati" in MT sono compresi: il gruppo di produzione e trattamento aria (se presente), il condizionatore della cabina di guida e il riscaldamento dei cristalli delle cabine di guida.
Per la funzione di generazione di energia in BT, in condizioni di regolare funzionamento, entrambi i convertitori lavorano contribuendo a generare l'energia complessivamente richiesta; in caso di guasto ad uno dei due convertitori, la generazione di energia deve continuare ad avvenire senza alcun degrado, essendovi una completa ridondanza (solo sarà generata una segnalazione diagnostica).
L'uscita in MT del convertitore avrà forma d'onda il più possibile sinusoidale (distorsione massima del 10%).
L'uscita in MT deve essere galvanicamente separata dalla tensione di linea.
L'isolamento galvanico ha l'importante ruolo di assicurare che la tensione di linea non raggiunga i circuiti MT in alcun caso di guasto anche grave, garantendo quindi un sufficiente grado di sicurezza. L'isolamento galvanico sia realizzato tramite trasformatore ad alta frequenza (≥ 8 kHz). L'uscita in MT deve essere dotata di neutro collegato al negativo di bassa tensione.
Le uscite in BT del convertitore devono essere galvanicamente isolate dalla tensione di linea e realizzare una ridondanza al 100%.
Le uscite saranno due: una per l'alimentazione dei carichi di bordo ed una per la ricarica delle batterie, per evitare che nelle batterie circolino correnti non controllate.
L'uscita per la ricarica delle batterie presenterà una tensione tale da far circolare nelle batterie stesse una corrente controllata e costante, funzione della temperatura della batteria, di valore congruo con le caratteristiche delle batterie. Con l'aumentare della carica delle batterie la corrente erogata dal convertitore decrescerà, fino ad annullarsi a carica completa.
Sarà prevista la funzione di arresto automatico del carica-batterie nel caso di batteria estratta e/o scollegata e la funzione di avvio del carica-batterie, dalla condizione di rotabile disabilitato, in presenza di tensione di linea, anche con batteria del tutto scarica.
Il convertitore deve essere conforme alla norma CEI EN 61287-1.
Al fine di ridurre gli sprechi di energia, sarà prevista una funzione della Logica di Veicolo capace di spegnere e riaccendere automaticamente gli impianti di climatizzazione, al fine di contenere il consumo energetico, pur senza diminuire il comfort dei passeggeri. In particolare, si richiede di spegnere i condizionatori dopo 30 minuti che il tram è fermo, abilitato, e di riaccenderli non appena traziona, ritenendo che la condizione di tram abilitato e fermo per almeno 30 minuti si verifichi durante la permanenza in deposito.
I tempi saranno programmabili.
Tutti i cassoni AT e MT devono essere connettorizzati.

C.12.2 BATTERIE.

Le batterie di accumulatori svolgono la funzione di tampone dell'alimentazione in BT 24 Vcc.
Sulla linea sono presenti dei tratti neutri in cui le batterie devono alimentare tutti i carichi alla tensione massima.
La batteria deve avere caratteristiche superiori o uguali a quelle al nichel-cadmio di tipo aperto conformi alla norma CEI EN 60623.
Non devono essere usate batterie al piombo.
Il dimensionamento delle batterie sarà tale che, nella circostanza di assenza di tensione di linea e sosta delle vetture in linea con passeggeri a bordo, le batterie abbiano autonomia tale da alimentare per almeno 1 ora:

d. l'illuminazione esterna,
e. l'illuminazione interna di emergenza (In caso di assenza di tensione di linea, l'illuminazione del comparto passeggeri deve rimanere attiva per almeno 1 ora, alimentata da batterie (illuminazione di emergenza). È ammesso che in tale condizione l'impianto di illuminazione rimanga attivo solo al 50%; in tal caso le parti attive saranno uniformemente distribuite).
f. la ventilazione interna,
g. la diffusione sonora.

La batteria dovrà essere in grado di sopperire, alla fine dei normali cicli, un ulteriore ciclo della durata di 30 secondi con un picco di corrente assorbita dato dalla sovrapposizione dell'assorbimento del freno a

pattini con quello del freno meccanico.
Le batterie saranno installate su un cestello contenuto in un cassoncino estraibile del sotto cassa dotato di sfiati nella parte superiore per lo sfogo di gas e di forature sul fondo per il drenaggio di liquidi; il cestello sarà provvisto di opportuni punti di aggancio per la rimozione dello stesso.
Cestello e cassoncino saranno in acciaio inox; l'involucro plastico degli elementi sarà conforme alla norma CEI UNI EN 45545 – HL2.
La batteria sarà dotata di sensori di temperatura atti a regolare i parametri di carica della batteria da parte del carica-batterie in funzione della temperatura.
La batteria sarà protetta o da interruttore automatico bipolare ripristinabile da remoto o da fusibili posti sia sul ramo positivo sia sul ramo negativo; tali protezioni saranno collocate in vano separato dalla batteria e posto nelle immediate vicinanze della batteria stessa.
L'inserzione delle batterie deve avvenire da remoto, realizzando così la funzione di "telecomando di inserzione batterie", tramite contattore oppure tramite l'interruttore di protezione automatico bipolare, se presente.
Gli organi di inserzione e protezione della batteria saranno segregati rispetto ad essa, al fine di evitare possibili inneschi dell'idrogeno prodotto dalla batteria a causa di eventuali archi elettrici prodotti dagli organi di protezione stessi.
La batteria deve essere dotata di connettori di potenza, rapidi, antisbaglio per essere disconnesse in sede di manutenzione.

C.12.3 CASSONI APPARECCHI ELETTRICI.

Tutti i componenti elettrici ed elettromeccanici di potenza devono essere raccolti in appositi cassoni di contenimento, possibilmente separando quelli in AT da quelli in BT e MT.
Tutti i cassoni di contenimento devono garantire un grado di protezione non inferiore a IP65 secondo la norma CEI EN 60529.
In considerazione del fatto che le apparecchiature elettromeccaniche sono soggette a manutenzione e controlli periodici, la loro disposizione all'interno dei cassoni sarà studiata in maniera tale da permettere una facile accessibilità a tutti gli apparecchi.

C.12.4 CONTEGGIO ENERGIA.

Allo scopo di verificare l'energia assorbita in trazione e resa in frenatura a recupero, è prevista la funzione di conteggio delle seguenti energie:

a) energia assorbita dalla linea per la trazione;
b) energia restituita alla linea durante la fase di frenatura a recupero;
c) energia assorbita dai circuiti ausiliari;

La funzione può essere realizzata tramite appositi contatori o dalla logica di veicolo, sfruttando trasduttori di tensione e di corrente presenti a bordo.
I valori saranno leggibili su monitor di banco.
I valori dei contatori saranno memorizzati ad intervalli regolari (es.: ogni mese) e ogni volta popoleranno una nuova riga di una tabella scaricabile in formato xls., riportante anche il numero di matricola della vettura, i km percorsi dalla vettura e la data, in modo che si possano associare i consumi letti a km percorsi.
I dati memorizzati non devono essere persi anche in mancanza di alimentazione per lunghi periodi.

C.12.5 IMPIANTO DI RILEVAMENTO FUMI ED ESTINZIONE FUOCHI.

I condizionatori devono essere dotati di sistemi di rilevazione fumi e di funzione di arresto automatico; inoltre i cassoni elettrici saranno dotati di sistemi di rilevazione di fumi. Le protezioni al fuoco passive e attive devono essere concepite nel rispetto della norma UNI CEI EN 45545 HL2, in modo coordinato. Tutti i dispositivi attivi di rilevazione incendi provocheranno l'attivazione di una segnalazione di intervento su banco, tramite spia.

C.12.6 LACCIO DELLE SICUREZZE.

Sulla vettura deve essere presente un circuito denominato “laccio delle sicurezze” che rileva l’intervento di tutti i dispositivi di sicurezza installati a bordo.

Tale “laccio delle sicurezze” è costituito da:

- i contatti relativi agli impianti/dispositivi di sicurezza presenti nella vettura (il dispositivo vigilante…) e quelli del manipolatore in posizione di “frenatura di emergenza”; ciascun impianto/dispositivo avrà due contatti, uno collegato sul ramo positivo e l’altro su quello negativo dei relè finali;
- due relè finali collegati in serie a detti contatti che comandano, quando diseccitati, la massima frenatura di servizio in caso di apertura del “laccio”.

C.12.7 ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA.

Illuminazione interna.
L’impianto di illuminazione interna deve essere conforme alla norma UNI EN 13272 e alle precisazioni di cui alla norma UNI 11174, art. 5.5.
Deve essere prevista l’illuminazione separata per il comparto passeggeri e per la cabina di guida, tutte comandabili dal conducente.
L’illuminazione deve essere interamente a LED.
Di seguito si elencano le caratteristiche minime richieste, livello di riferimento in uso sui tram del Comune di Napoli gestiti da ANM, per i tubi a LED.
• Montaggio dei LED: tecnologia SMD;
• Conformità EN 45545, almeno per il modello alimentato a 24 Vcc;
• Tubo diffusore in vetro;
• Terminale in alluminio con isolatore in vetro ceramica;
• Circuito interno con tecnologia Metal core pcb e substrato in alluminio del tipo, Insulated Metal Substrates;
• Resistenza all’umidità almeno fino al 95%;
• Range di temperatura di stoccaggio e funzionamento: [- 15 … + 50] °C;
• Temperatura della superficie del corpo illuminante inferiore a 50°C;

• Vita utile di almeno 30.000 ore. A questo proposito si fa notare che per i tubi a LED la vita utile dichiarata ormai in commercio è di 90000 ore, ma il dispositivo porta a bordo dei condensatori elettrolitici di filtro contro i picchi di tensione ad alte frequenze generati dall’inverter ausiliario di bordo. Si informa che quindi 30000 è l’MTBF dei suddetti condensatori. Per questa misurazione, si consideri il profilo di missione di Art. 2.1 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
• Tonalità LED bianco: Freddo;
• Temperatura del colore: da 5.300 a 7.000 K;
• Flusso luminoso: 2300 lm;
• Illuminamento a 1 metro di distanza: max 390 lux;
• Angolo di radiazione: 330°;
• Indice di resa cromatica (misura di quanto naturali appaiano i colori degli oggetti illuminati): almeno pari all’80%;
• Attacco T8, equivalente al G13;
• Lunghezza 120 cm;
• sia per la tensione di alimentazione 230 Vac-50 Hz, che per quella a 24 Vcc. Illuminazione e segnalazione visiva esterna.
L’illuminazione esterna deve essere a led e a tenuta stagna, intendendo per illuminazione esterna tutti i dispositivi luminosi ad eccezione dei proiettori frontali abbaglianti e anabbaglianti.
La tipologia, le caratteristiche e il posizionamento dei dispositivi di illuminazione e segnalazione visiva esterni e dei proiettori frontali abbaglianti e anabbaglianti devono essere conformi alle corrispondenti disposizioni prescritte dal Codice della Strada per i veicoli stradali e prevedere i dispositivi indicati dalla norma UNI 11174 art.15.
Deve essere prevista la possibilità di azionare contemporaneamente tutti i segnalatori di direzione (funzione “4 frecce”).

C.12.8 DISPOSITIVO VIGILANTE ATTIVO/UOMO MORTO (UTILIZZARE SPECIFICA ANM – SIRIO)

Il tram deve essere dotato di dispositivo vigilante attivo (detto anche "uomo morto intelligente"), avente la funzione di verificare in sicurezza la presenza attiva del conducente durante la marcia del veicolo, come da norme UNI 11174 par. 16.6.
Il dispositivo si abiliterà automaticamente all'abilitazione del banco di manovra e resterà in tale condizione indipendentemente da altri segnali esterni, salvo esclusione tramite un apposito commutatore di esclusione piombato posto nella cabina di guida.
Per uniformità delle modalità di guida e di omologazione del rotabile sulla linea tranviaria di Napoli da parte dell'Autorità competente è necessario che l'Appaltatore presenti opportuna specifica di funzionamento uguale a quello attualmente in uso sui tram SIRIO; il nuovo tram deve essere equipaggiato con un sistema che funzioni in maniera identica, elaborando gli stessi segnali, eventualmente qualcuno in aggiunta. Il sistema nel suo complesso e il suo software devono avere grado di sicurezza "Safety Integrity Level" pari a 4, secondo CEI EN 50657 e 50129, certificato da ente certificatore indipendente accreditato e conforme alla EN 50657 – Software on Board Rolling Stock.
Le spie da prevedersi su banco sono: segnalazione di dispositivo vigilante escluso (colore giallo), segnalazione di avviso intervento dispositivo vigilante (colore rosso).

C.12.9 DISPOSITIVO VELOCITÀ ZERO.

Il tram deve essere dotato di due dispositivi "Velocità Zero" atti a generare il segnale di tram fermo. Il segnale sarà generato a velocità ≤ 3 km/h.
Esso sfrutterà due generatori tachimetrici montati su 2 ruote non dello stesso asse.
Il dispositivo sarà costruito in tecnica "fail-safe", con due canali identici galvanicamente separati fra loro; sarà previsto almeno un relè finale per ogni canale e il consenso di apertura delle porte sarà dato solo se entrambi i relè sono eccitati.
Ogni relè finale avrà i contatti interbloccati meccanicamente e il controllo incrociato dei canali prevedrà, tra l'altro, la verifica del loro stato ad ogni loro intervento.
Il dispositivo "Velocità zero" (hardware e software) deve avere grado di sicurezza "Safety Integrity Level" pari a 4, secondo CEI EN 50657 e 50129, certificato da ente certificatore indipendente accreditato e conforme alla EN 50657 – Software on Board Rolling Stock.
Il segnale di "Velocità Zero" sarà usato come necessario consenso all'apertura delle porte.

C.12.10 REGISTRATORE DI EVENTI.

Il rotabile deve essere dotato di impianto "Registratore di Eventi" ("RSE") atto a registrare informazioni e segnali relativi al servizio, in conformità alle norme UNI 11174 par. 16.5, UNI 11624:2016 e CEI EN 62625-1, con gli opportuni adeguamenti allo stato dell'arte.
Il RSE avrà integrata la funzione di totalizzatore chilometrico con la memorizzazione di almeno 7 cifre.
Lo scopo della registrazione è quello di disporre di dati "fiscali" per la ricostruzione di cause di incidenti, di irregolarità del servizio, di gravi anomalie funzionali di impianti; l'elenco dettagliato dei segnali da registrare verrà concordato in fase di progetto esecutivo. A titolo indicativo e assolutamente non esaustivo, si anticipa che l'impianto registrerà, in conformità alla norma CEI EN 62625, almeno i seguenti segnali:

- velocità e segnale al tachimetro;
- spazio percorso;
- posizione (via GPS);
- data, ora, minuto, secondo;
- segnali relativi all'impianto porte: comandi del conducente, stato del circuito "porte aperte", esclusione del circuito "blocco porte", stato delle maniglie di apertura in emergenza;
- esclusione del "relè consenso";
- segnali relativi all'intervento e all'esclusione dei dispositivi di sicurezza: vigilante, velocità zero;
- segnali relativi ai comandi impartiti dal manipolatore di trazione/frenatura, comando pattini, fungo per la frenatura di sicurezza;
- segnali relativi al predispositore di marcia (e quindi stato di banco abilitato);
- allarme passeggeri;

- segnali relativi all'eventuale dispositivo "anti-collisione".

Il dispositivo sarà dotato di un display e di una tastiera per l'interfacciamento con l'operatore al fine di impostare almeno i seguenti parametri di configurazione: i km percorsi, il numero di vettura, la data (giorno, mese, anno) e l'orario (ora, minuti, secondi) e il diametro ruote.
La capacità di memorizzazione sarà di almeno una settimana di servizio. La memoria del dispositivo sarà asportabile.
Lo scarico dati avverrà tramite PC portatile, da collegare tramite linea ethernet direttamente al dispositivo di registrazione statica, o tramite porta e chiavetta USB.
I dati saranno registrati in un formato facilmente leggibile e stampabili in ".pdf".
L'Appaltatore fornirà il software necessario per lo scarico, la lettura e l'interpretazione dei dati e gli special tools eventualmente necessari per l'utilizzo del sistema.
Il sistema sarà dotato di diagnostica interna e l'eventuale guasto sarà riportato nella diagnostica di veicolo.
Considerato che il dispositivo è dotato di antenna GPS, è opportuno che la correzione del sistema orologio interno avvenga tramite il sistema GPS stesso e che tutti i sistemi di bordo che necessitano di segnale orario (diagnostica, videoregistrazione, conteggio energia, ecc.), si basino sullo stesso orario del RSE. Ovviamente sarà previsto un sistema di mantenimento dell'orario anche in caso di mancata copertura del segnale GPS, senza l'utilizzo di batterie; è ammesso l'uso di supercondensatori che non prevedono manutenzione.
Il dispositivo sarà particolarmente resistente agli urti e la sua collocazione a bordo sarà tale da preservarne l'integrità anche in caso di collisione, quanto più possibile

C.12.11 TACHIMETRO.

Sul banco di manovra deve essere presente un tachimetro a lancetta, per la visualizzazione al conducente del segnale di velocità proveniente da due generatori tachimetrici, montati su 2 ruote non dello stesso asse.
La velocità visualizzata a tachimetro sarà riletta e diagnosticata.

C.12.12 OROLOGIO DI SISTEMA.

Al fine di poter disporre di un unico segnale calendario/orario a bordo del rotabile, sarà previsto un sistema che sincronizzi tutti i dispositivi che tipicamente sono dotati di orologio interno, quali ad es.: RSE, videoregistrazione, diagnostica, contatori di energia etc.
A tal fine, un impianto svolgerà il ruolo di "master" nella sincronizzazione.
Considerato che il RSE è dotato di antenna GPS, è opportuno che il ruolo di master sia svolto dal RSE.
In caso di mancata comunicazione del segnale da parte del master, sarà generata una segnalazione diagnostica e subentrerà l'orologio di ogni singolo impianto, affinché ciascuno continui a svolgere la sua funzione; l'orologio di ogni singolo impianto potrà essere regolato singolarmente dal manutentore.
Data e ora saranno visualizzate sul monitor diagnostico su banco di manovra.
L'orologio di sistema deve essere regolato automaticamente con il cambio dell'ora legale-solare.

C.12.13 SISTEMA DI CONTROLLO VEICOLO (TCMS) – RETE CAN.

Il sistema di controllo e monitoraggio del veicolo (TCMS - Tram Control and Monitoring System) deve basarsi su una rete di bordo di tipo CAN (Controller Area Network) secondo lo standard CEI EN 61375-3-3 (CANopen), conforme alle norme EN 50155 e EN 50121. La rete CAN deve interconnettere tutti i nodi elettronici di bordo (trazione, frenatura, porte, HVAC, diagnostica, AVM). La compatibilità dell'architettura TCMS con quella del veicolo CIG A022EE6884 è requisito a pena di esclusione.
Le principali funzioni della rete sono:

- comando e controllo della marcia della vettura;
- comando e controllo delle funzioni ausiliarie;
- **trasmissione dei dati relativi agli stati tram e alla diagnostica. La rete CAN deve essere conforme allo standard CEI EN 61375-3-3 (CANopen). La rete CAN collega impianti del rotabile quali: centraline di controllo dell'azionamento di trazione, della frenatura, dei convertitori servizi ausiliari, dei condizionatori e delle porte, monitor di banco, registratore di eventi, sistema antincendio ed altri. Ad eccezione dei comandi e dei segnali afferenti a funzioni di sicurezza, che saranno trasmessi per via cablata, tutti i comandi per il funzionamento del tram (oltre che tutti i segnali**

diagnostici), transitano via rete CAN. In caso di avaria alla rete, tuttavia, la marcia del tram sarà possibile, seppure in condizioni degradate, asincrone, al fine di poter ritirare il tram dal servizio senza ricorso al traino.

C.12.14 DIAGNOSTICA.

Diagnostica di 1°, 2° e 3° livello.
La vettura deve essere provvista di un sistema diagnostico di bordo, conforme alla norma UNI 11174, art.16.4, in grado di fornire informazioni circa guasti e/o stati degli impianti di bordo, al conducente e ai manutentori su monitor e su segnalazioni luminose sul banco di manovra.
Il sistema fornirà un supporto efficace nell'individuazione di tali guasti, senza essere eccessivamente complicato o invasivo, onde evitare ripercussioni negative sull'affidabilità dell'intero rotabile. A tal fine è opportuno che vengano utilizzate le capacità di raccolta dati, elaborazione e collegamento di cui le logiche di veicolo, le logiche di azionamento ed il registratore statico di eventi, dispongono già, senza aggiunte di dispositivi diagnostici specifici.
Ogni evento diagnostico deve essere individuato univocamente nel tempo.
Ogni impianto dotato di centralina (es. le porte, il freno, …), sarà inoltre dotato di diagnostica "residente" sull'impianto stesso.
Il sistema diagnostico si articola su 3 livelli:

- **1° livello**: Ad uso del conducente e dell'assistenza di linea, il 1° livello fornisce informazioni atte a risolvere i problemi con vettura in linea. Visualizza sui monitor della cabina di guida tutti gli stati e i guasti della vettura. Per ciascun guasto visualizza a monitor data e ora, codice guasto, descrizione del guasto e guida operatore per la risoluzione, incluse avvertenze di sicurezza operatore e limitazioni di velocità. Le segnalazioni di guasto saranno contraddistinte da colore bianco se non richiedono alcun intervento di risoluzione, né degradi del servizio, né ritiro del tram dalla linea, colore giallo se richiedono un qualche intervento o degrado, colore rosso se implicano il ritiro dal servizio. L'informazione a monitor si cancellerà automaticamente, una volta risolto o venuto meno il guasto.
- **2° livello**: Ad uso della manutenzione di deposito e dell'assistenza di linea, il 2° livello fornirà informazioni atte a riparare guasti con vettura in deposito. Tali informazioni saranno accessibili solo mediante password e saranno scaricabili su computer portatile e/o altro tool dedicato, al fine di poter essere analizzate a terra. Si auspica che la diagnostica dia indicazioni puntuali per ciascun evento, costituisca un valido supporto alla manutenzione preventiva, consentendo di sviluppare approcci predittivi e on-condition, e fornisca precise indicazioni sulla LRU in avaria, anche attraverso indicazioni passo-passo sulle operazioni necessarie per individuare quest'ultima. Condizione fondamentale per ottenere quanto sopra è che il sistema diagnostico venga messo in servizio contestualmente al resto del rotabile.
- **3° livello**: Ad uso del personale di manutenzione con specializzazione più spinta, il 3° livello consiste in segnalazioni diagnostiche generate dai singoli dispositivi del tram, non presentate su monitor. Le segnalazioni diagnostiche consistono in messaggi su display presenti sulle apparecchiature e/o in quadri sinottici a led e/o in messaggi leggibili tramite PC dotati di software di manutenzione dedicati, collegati agli impianti tramite punti test o per via seriale. Al fine di rendere la diagnostica di 3° livello utilizzabile da ANM, l'Appaltatore consegnerà una completa e dettagliata documentazione a corredo, con le istruzioni d'uso del software di manutenzione e con le istruzioni per comprendere il significato delle segnalazioni tramite led su quadri sinottici. Il 3° livello consente l'individuazione del componente guasto all'interno della LRU (minima parte riparabile) interessata. Il sistema diagnostico garantirà la massima copertura delle LRU presenti sulla vettura, comprendendo tutti indistintamente gli impianti.

C.12.15 COMANDO SCAMBI.
Sarà cura dell'Appaltatore procedere all'integrazione dell'impianto sul veicolo, in termini di progettazione dell'installazione meccanica dei dispositivi, progettazione della posa cavi, installazione meccanica ed elettrica, verifica delle alimentazioni elettriche e della correttezza dei cablaggi.
L'impianto radio di terra ha caratteristiche di sicurezza in quanto governa il transito dei mezzi nell'area degli scambi, impedendo ad un mezzo che entra nell'area dello scambio di poter muovere gli aghi dello scambio nel caso l'area fosse già impegnata da un tram precedente.
Questa funzione si realizza mediante circuiti di binario di terra o mass detector.

Inoltre, sempre per ragioni di sicurezza, per realizzare l'occupazione dei circuiti di binario è necessario che il veicolo cortocircuiti in modo franco le due rotaie di corsa, tramite il primo e il secondo asse in ciascun senso di marcia (la vettura è bidirezionale). I valori da ottenere tra ruota sinistra e destra del medesimo asse, per la corretta occupazione sono: R<1Ω e L<5μH.
Essi sono normalmente ottenuti da sale montate costituite da assile e ruote calettate su esso; nel caso di presenza di elementi in gomma (es.: ruota elastica) le trecce di continuità già presenti per i ritorni correnti / messe a terra saranno sufficienti. Nel caso di carrelli a ruote indipendenti è necessario adottare appositi sistemi per conseguire i valori di resistenza e induttanza richiesti per il collegamento tra le due ruote, pertanto in caso di adozione di carrelli motori a ruote indipendenti l'Appaltatore dovrà garantire la continuità elettrica tra le ruote.
L'impianto di bordo costituito essenzialmente da quanto indicato:

- Transponder, è il dispositivo per lo scambio di telegrammi da e verso il loop di terra; è da installare nel sottocassa davanti al primo carrello della vettura,
- Vecom Box, è una centralina elettronica, da installare nell'interno veicolo, connessa al transponder, per l'elaborazione dei telegrammi da e verso il loop di terra;
- Junction Box, è una scatola per lo smistamento di tutte le connessioni relative all'impianto radioscambi e per il collegamento del connettore tappo di selezione del tipo di marcia, da installare nell'interno veicolo, meglio se accanto alla Vecom Box, per minimizzare la lunghezza dei collegamenti tra le due unità;

considerato che la

- lunghezza del collegamento tra Computer di Bordo Integrato, Junction Box e Vecom Box ha limiti oltre i quali potrebbero insorgere degradi, è opportuno che Junction Box e Vecom Box siano ubicate in cabina di guida;
- Computer di Bordo Integrato,
- Joy-stick, che comanda "SX" (a sinistra), "DX" (a destra) e "Retta" (in avanti) del comando scambi, rispettando le funzionalità previste per lo scopo e il livello di affidabilità; il joy-stick sarà collocato su banco in posizione molto ben accessibile con la mano destra, essendo manovrato dal conducente frequentemente durante la guida; la relativa targhetta su banco riporterà ben evidenti le 3 diciture SX-DX-Retta. Poiché in alcuni casi, il personale di condotta dimentica la leva in posizione non in retta (destra o sinistra) e tale grave dimenticanza può provocare una svolta inaspettata del mezzo con ovvie e gravissime conseguenze, l'Appaltatore provveda ad una segnalazione, es. comandare un temporizzatore che dopo un intervallo di tempo prestabilito di 15/20 secondi inneschi un cicalino che esorta il manovratore a riportare la leva in retta. Tale dispositivo deve essere opportunamente protetto da manomissioni.
- Antenna GPS, con relativo cavo, da installare sulla vettura, per la localizzazione della posizione e della velocità della vettura;
- Cavo di collegamento Junction Box - Vecom Box, tale cablaggio è di competenza di fornitura dell'Appaltatore;
- Cavo a 50 poli, precablato;
- Cavo schermato, per il collegamento dell'antenna GPS al Computer di Bordo Integrato;
- Cavo schermato con 3 doppini twistati, per il collegamento tra Transponder e Vecom Box; tale cablaggio è di competenza di fornitura dell'Appaltatore.

C.12.16 DISPOSITIVO ATTIVO ANTI-COLLISIONE.

Nel caso in cui il tram fosse dotato di dispositivo che realizzi la funzione attiva di anticollisione nei confronti di pedoni, veicoli ed ostacoli in genere incontrati lungo la marcia, la funzione, realizzata tramite telecamere o altre tipologie di sensori, sarà attiva durante la marcia del veicolo ed interverrà in caso di percezione di una potenziale situazione di urto.
Il dispositivo sarà attivo in retromarcia e sarà efficace anche in caso di scarsa visibilità: di notte, con nebbia, pioggia, neve ecc.
Considerato che la circolazione in promiscuo può presentare situazioni di marcia diversificate e non tutte prevedibili, l'Appaltatore deve essere disponibile ad intervenire per tarare il sistema anche dopo i primi riscontri dall'esercizio.
L'intervento del dispositivo sarà notificato al conducente tramite avvisatore (ottico/acustico); per

intervento si intende che il dispositivo sta determinando una frenatura non nulla.
Inoltre, sarà data la possibilità al manovratore di inibire temporaneamente e volontariamente il dispositivo mediante pulsante posto sul banco di manovra.
Il dispositivo sarà escludibile in modo permanente tramite selettore posto in paretina spalle conducente; l'esclusione, lo stato di guasto e gli interventi del dispositivo saranno registrati nel Registratore Statico di Eventi.
Il dispositivo sarà rispondente almeno alla seguente normativa ferroviaria: EN 50155, EN 50121-3-2, EN 45545.

C.13 IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE, ALLARME, VIDEOSORVEGLIANZA E INFORMAZIONE AI PASSEGGERI.

C.13.1 RETE CABLATA DI BORDO (ETHERNET).

Stante la convivenza di numerosi dispositivi elettronici intelligenti con compiti differenti è necessario che l'architettura telematica complessiva a bordo veicolo realizzi una rete affidabile che integri gli apparati presenti.
La scelta, in tal senso, in linea con gli standard Information Technology for Public Transport (ITxPT) è quella di dotare i mezzi di una dorsale veicolare basata su tecnologie standard della famiglia IEEE 802.3 alla quale tutti gli apparati non safety critical dotati di opportuna intelligenza possano collegarsi per scambiare informazioni e condividere le risorse (quali il router veicolare unico per il collegamento con le centrali di terra e con gli altri veicoli).
La rete di bordo deve essere progettata e fornita secondo gli indirizzi e le specifiche tecniche emesse e definite congiuntamente da UITP con i principali stakeholders europei del Trasporto pubblico, costruttori di treni, autobus, fornitori, associazioni di trasporto pubblico, operatori e autorità, quali CEN/TS 13149-7 e -8.
I requisiti minimi di sistema ed i protocolli di comunicazione, oltre al piano di indirizzamento di massima, oltre a quanto stabilito nei documenti EBSF sono descritti nel dettaglio nel documento "Linee guida rete veicolare di bordo e protocollo scambio dati flotte gestite da ANM".
I dispositivi attivi dovranno poter comunicare attraverso VPN e VLAN dedicate.
Gli apparati richiesti nel presente capitolo, per i quali è previsto l'interfacciamento alla rete ethernet, dovranno poter essere collegati tramite uno switch veicolare, di fornitura e installazione a carico dell'Appaltatore.
L'Appaltatore dovrà quindi equipaggiare il veicolo con il cablaggio necessario affinché tali apparati, previsti collegati alla rete di bordo, siano connessi allo switch di cui sopra.
In tutta la sezione, ove non specificato diversamente, si intende per cablaggio di rete o cavi ethernet, il cablaggio effettuato con cavi STP (Shielded Twisted Pair) ovvero un cavo schermato composto da otto fili di rame intrecciati a coppie (pair), in cui ogni coppia è intrecciata con le altre. L'intreccio dei fili ha lo scopo di ridurre le interferenze, i disturbi e limitare il crosstalk. In ogni caso i cavi utilizzati devono corrispondere a una categoria superiore a 5 secondo gli standard EIA/TIA.
Tutti gli apparati di bordo dovranno essere conformi alle normative CEI-EN riguardanti l'installazione di apparecchiature elettroniche su mezzi di trasporto (vibrazioni, compatibilità elettromagnetica, temperatura operativa, temperatura non operativa, umidità etc), dovranno avere marchiatura CE e dovranno essere progettati e realizzati tenendo conto delle condizioni di lavoro a cui saranno sottoposti.
Gli apparati installati dovranno quindi presentare caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione ed essere conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale, in particolare alle Norme CEI e relative varianti in materia di impianti elettrici, in particolare ma non limitatamente a, la norma "CEI EN 50155 (CEI 9-30), edizione vigente": applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - equipaggiamenti elettronici utilizzati sul materiale rotabile.
Si richiede che tutto il cablaggio venga realizzato a regola d'arte e con cavi in grado di rispettare il requisito HL2 di EN 45545.
Tutti i dispositivi devono supportare il servizio di inventario automatico.
Ci sono due livelli di servizi, un dispositivo di tipo basilare deve solo implementare la risposta DNS, un dispositivo più completo deve applicare anche la parte http, utilizzata per registrare e cercare i dispositivi presenti sulla rete locale.

In conformità al GDPR (Regolamento UE 2016/679) tutti gli apparati facenti parte del presente Art. C.13

devono consentire di tenere i log relativi agli eventi di login, logout e tentativi falliti di accesso degli amministratori di sistema, quindi è necessario che ciascun apparato generi un log per ciascuno di questi eventi e consenta di spedirlo ad un log server remoto, configurando il servizio syslog o similare, oppure previa installazione di un agent.
Al fine di garantire la tracciabilità delle operazioni, il software deve consentire di creare utenze personali per i singoli addetti.
Lo switch di bordo fornito deve essere di tipo manageable (SNMP v1/v2c/v3, Account Management, Telnet, Console - CLI, DHCP Server, LLDP, Port Mirror, Syslog, TFTP, SMTP Client, RARP, HTTP, HTTPS, SNMP inform) con un numero di porte POE sufficienti per gli apparati che devono essere collegati, in particolare telecamere e terminali conta passeggeri, con una ricchezza di almeno 5 porte aggiuntive PoE rispetto al numero di porte PoE utilizzate nel layout offerto in sede di gara. Le porte dovranno avere connettori M12 D-coded 4-pin female.
Tale switch, come tutti gli apparati di bordo, deve essere conforme allo standard EN 50155 per equipaggiamenti elettronici utilizzati sul materiale rotabile. Da solo (preferibilmente) o in congiunzione con un apparato dedicato, tale switch deve essere in grado di fungere da gateway tra il tram e le reti aziendali mobili, in particolare deve potersi connettere ad Access Points in tecnologia IEEE 802.11n (e, per compatibilità, IEEE802.11b/g) e ad APN di gestori di telefonia mobile in tecnologia almeno 5G/LTE. A tal fine è necessario che sia in grado di effettuare l'autenticazione secondo il protocollo RADIUS. Dovrà inoltre essere in grado di gestire NAT (Network Address Translation, N-1 NAT, 1-1 NAT, Port Forwarding) per tutti gli apparati di bordo, sia connettendosi alla rete WiFi che alla rete Mobile.

C.13.2 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA.

I veicoli devono essere forniti di impianto di videosorveglianza.
Tale impianto sarà costituito da un numero di telecamere IP sufficiente a coprire la totalità dell'interno del tram ai fini della security, nonché in corrispondenza delle porte di accesso passeggeri ai fini della safety e da un NVR che si collegherà alla rete di bordo come sopra descritta e attraverso questa acquisirà i flussi video delle telecamere IP e deve avere almeno le seguenti caratteristiche:

- Capacità di registrazione di tutte le telecamere in contemporanea a 25fps ciascuna e trasmissione di un substream a circa 5 fps,
- Alimentazione 24 V nom.,
- Compressione video e streaming delle immagini acquisite in formato H.264/H.265,
- Cifratura immagini,
- Interfaccia web gestionale con accesso protetto,
- Hard disk estraibile,
- Display per il conducente,
- 7 giorni di registrazione a ciclo continuo, con auto cancellazione delle immagini meno recenti alla scadenza dei 7 giorni (con la possibilità di configurare un periodo inferiore in base alle esigenze),
- Interfaccia Ethernet per il trasferimento di dati ed immagini di bordo, per l'interfacciamento con l'AVM di bordo e per lo streaming in tempo reale,
- Interfacciamento con il pulsante di allarme per lo streaming automatico delle immagini acquisite in chiaro (eventualmente in degradato) verso la postazione di centro in concomitanza con l'attivazione del pulsante di allarme da parte del conducente. L'apparato di registrazione dovrà recepire le informazioni relative ad "area di fermata" ed "apertura porte" interfacciandosi con la rete Ethernet di bordo secondo il protocollo di comunicazione
  L'apparato NVR (Network Video Recorder) dovrà posizionarsi in cabina di guida e dovrà essere alimentato con un relè temporizzato per gestione positivo sotto chiave DIN +15,
- INPUT/OUTPUT necessari dal veicolo:
  - positivo diretto da batterie DIN +30 con magnetotermico di taglia adeguata,
  - positivo sotto chiave DIN +15 con magnetotermico di taglia adeguata,
  - cavo di collegamento tra striscia di ripartizione (o morsettiera AVM) e videoregistratore.

Le telecamere da interno connesse al sistema di videosorveglianza dovranno essere basate su tecnologia IP (Network Camera). Dovranno essere adatte all'installazione in ambienti interni, ed in grado di garantire la visione diurna e notturna. I video dovranno essere prodotti in modo progressivo con flussi

video multipli H.264/H.265.
Le principali caratteristiche tecniche/prestazionali dovranno essere superiori a, laddove applicabile:
• telecamera tecnologia IP,
• installazione a soffitto o a parete; nella fornitura sono ricompresi tutti gli accessori necessari per tali tipi di installazione (bracci, supporti etc.),
• ottica orientabile in due dimensioni,
• tipologia del tipo mini dome con custodia antivandalo e antimanomissione (IK9),
• controlli hardware accessibili esclusivamente da sistemi di serraggio attuabili solo con opportuni strumenti dedicati,
• sensore CMOS 1/3",
• risoluzione min. WXGA 1280 x 800 px (HD),
• 25 fps,
• DC-iris o similare,
• alimentazione PoE,
• compensazione del controluce (Back Light Compensation / Wide Dynamic Range),
• luminosità minima 0,02 lux B/W; 0,1 lux colori,
• compressione video H.264/H.265 in scan progressivo,
• streaming video molteplici e configurabili individualmente per tipo di compressione, frequenza fotogrammi e qualità di compressione per l'ottimizzazione della banda occupata,
• impostazioni immagine configurabili per: compressione, rotazione area 0°-90°-180°-270°, compensazione per retroilluminazione, colore/bianco e nero, bilanciamento del bianco, luminosità, contrasto e nitidezza,
• sovraimpressione testo, data e ora,
• caratteristiche network: accesso su interfaccia web protetto da password per utenti e gruppi di utenti, generazione log degli accessi, configurazione IPV4/V6, HTTP, HTTPS, FTP, SFTP, SMTP, SNMP, DNS, NTP, TCP, UDP, ICMP, DHCP, ARP,
• corpo telecamera minidome IP54 con temperature ambientali d'esercizio comprese nel range -20° ÷ +60°C,
• cavo interconnessione terminato con connettori M12 4-poli femmina,
• illuminatori IR integrati,
• certificazione di conformità a standard EN 50155.
Saranno inoltre apprezzate in sede di valutazione tecnica dell'offerta le seguenti caratteristiche:
• risoluzione uguale o superiore a fullHD (1920x1080 pixels);
• custodia resistente ad agenti chimici per tutela da atti vandalici e pulizia ordinaria.
Dovrà operare in modo da registrare le immagini/video su un supporto fisso e dedicato e, nel momento in cui sia disponibile una connessione bordo-terra, essere in grado di permettere il download (esclusivamente a richiesta) delle immagini registrate verso la stazione di centro.
Il supporto di registrazione dovrà essere inoltre facilmente estraibile e sostituibile dal personale addetto per la consultazione delle immagini.
Tutte le informazioni di diagnostica, inerenti al funzionamento del sistema di registrazione e delle telecamere dovranno essere accessibili tramite rete ethernet e trasferite al Sistema di Centro automaticamente e quotidianamente attraverso il gateway di bordo. In alternativa, tali informazioni dovranno comunque essere recuperabili tramite PC portatile dotato di opportuno software (il software è oggetto della fornitura).
Dovrà essere possibile registrare il flusso video di ciascuna telecamera installata. Le telecamere dovranno essere identificate tramite identificativo da sovrapporsi all'immagine in fase di registrazione. Ad ogni immagine dovranno inoltre essere associati dall'NVR i metadati inerenti data, ora, matricola del supporto e del veicolo.
In aggiunta dovranno essere recuperate dalla rete Ethernet di bordo informazioni aggiuntive quali linea, turno, fermata, coordinate GPS del veicolo etc: tali informazioni andranno abbinate alle immagini ma non sovrapposte a queste ultime.
Il sistema dovrà poter essere collegato all'impianto di allarme del mezzo. In tal caso le immagini registrate dovranno essere contrassegnate da apposito "marker", che ne semplifichi l'identificazione e il recupero.

Tutte le immagini non potranno comunque essere conservate a bordo per più di 7 giorni.
Dovrà essere possibile il collegamento con PC portatile dotato di opportuno software (il SW è oggetto di fornitura) per mezzo del quale l'operatore addetto potrà selezionare uno o più intervalli temporali di registrazione da scaricare in locale. Le immagini cifrate non potranno comunque essere visibili all'operatore. Il collegamento tra PC portatile ed apparato NVR dovrà avvenire tramite connessione ethernet.
L'operatore dovrà altresì essere in grado tramite PC portatile di verificare lo stato di funzionamento dei vari apparati e di verificare il puntamento delle telecamere.
Il formato dei video registrati dovrà essere di alta qualità, e comunque configurabile a seconda delle esigenze. Si dovranno prediligere parametri di compressione che garantiscano grande dettaglio ma che consentano un minor uso possibile delle risorse di sistema. I video dovranno essere nitidi anche in condizioni di ripresa di bassa luminosità (illuminazione minima ambiente 0.5 lux), avere una risoluzione minima pari a WXGA (1280 x 800 px) ed essere compressi in formato standard H.264/H.265. Le immagini a bordo dovranno essere criptate (con protocolli di crittografia standard) in modo da non risultare consultabili dal personale non autorizzato.
L'integrazione del sistema di videosorveglianza deve essere in grado di interfacciarsi in termini di hardware, software e procedure con gli altri sistemi della rete di bordo (per esempio SIS, gateway o router, wi-fi depositi) o con I/O generici utili per la gestione del sistema di videosorveglianza stesso (per es. "apertura porte" o altri).
Prospetto riassuntivo scenari di uso videosorveglianza:

- Modalità senza allarme
- Fase di allarme (viene comunicato un allarme in centrale)
- Operazioni di Bordo

Registrazione in locale su supporto fisico immagini in modalità continua. Registrazione differenziata immagini della fase di allarme (pre-allarme, post-allarme).
Operazioni di Centro Possibilità di accedere ad una visualizzazione delle immagini da remoto. Ricerca immagini secondo chiavi di data, ora, veicolo etc. Possibilità di download immagini se necessario. Download immediato delle immagini verso il centro. Visualizzazione real time immagini al centro. Richiesta intervento.
Il display per il conducente, la cui risoluzione minima deve essere 640x480 pixel, dovrà poter mostrare in automatico le immagini delle telecamere poste in corrispondenza delle porte passeggeri solo nella condizione di porte aperte oltre alle immagini delle telecamere relative agli allarmi come definito all'Art. C.13.4.

C.13.3 INFOUTENZA.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed all'installazione, a bordo dei mezzi, di un sistema di info utenza composto di display ed altoparlanti esterni e di una centralina di controllo atti ad indicare la linea e percorso esercito dal tram, oltre a display ed altoparlanti interni destinati a fornire informazioni all'utenza sulle fermate servite ed eventuali altre comunicazioni di servizio.
In particolare, il sistema dovrà prevedere la fornitura e l'installazione di:
• n. 6 display a LED esterni (indicatori di linea/direzione)
• n. 6 display lcd interni (centrali contrapposti) di tipo grafico multifunzione
• n° 2 altoparlanti esterni (annuncio di linea/direzione) per ogni porta passeggeri
• relè temporizzato per gestione positivo sotto chiave DIN +15
• centralina di controllo e gestione.
La centralina dovrà essere in grado di ricevere ed interpretare i dati di localizzazione ed esercizio disponibile sulla rete ethernet di bordo per recepire le informazioni di localizzazione e di esercizio in tempo reale secondo il protocollo di comunicazione.
Il firmware/software della centralina, e tutte le banche dati locali necessarie ad interpretare i dati del sistema AVM e ad informare correttamente l'utenza, dovranno essere facilmente aggiornabili in locale e da remoto. Dovranno però essere previsti livelli di accesso differenziato per diversi tipi di utenti, consentendo al personale di guida esclusivamente la selezione della linea e della corsa, permettendo invece al personale di manutenzione la completa programmazione e configurazione delle centraline di controllo dei display interni ed esterni.

Banche dati di supporto e diagnostica.
Le centraline dovranno essere in grado di recepire attraverso il gateway predisposto e quindi la rete locale le banche dati ed eventuali altri file adibiti all'info utenza; tali file conterranno le informazioni relative ai display esterni ed ai display interni nei formati specificati. Indicativamente, i file di configurazione e le strutture dati consisteranno in file xml.
Sarà a carico dell'Appaltatore il software di configurazione ed interfacciamento terra-bordo, bordo-terra. Tale software dovrà essere web-based, conforme ai requisiti di sicurezza informatica caratteristici di un ambiente certificato ISO 27001 quale la rete aziendale, quindi in grado di supportare connessioni sicure HTTPS/SSH e una volta interfacciato attraverso il gateway di bordo con la rete Wi-Fi aziendale le cui caratteristiche di sicurezza prevedono una negoziazione WPA/WPA2 PSK e il supporto di IEEE 802.1Q VLAN tagging, in grado di:
• Inviare le banche dati al veicolo;
• Gestire la configurazione della centralina;
• Aggiornare da remoto il software della centralina;
• Verificare lo stato di aggiornamento di ciascun veicolo;
• Permettere l'invio delle banche dati a tutti i veicoli o su singolo veicolo o a gruppi di veicoli;
• Ricevere e storicizzare, con cadenza almeno giornaliera, le informazioni di diagnostica indicando in modo chiaro i guasti degli apparati (in modo da poter produrre una statistica di funzionamento del sistema); dette informazioni devono essere rese disponibili sulla rete ethernet di bordo e presso il sistema di centro.
È richiesta la fornitura di un componente software facilmente integrabile in una comune pagina web che permetta la preview dei display esterni. Sarà cura dell'Appaltatore produrre tutta la documentazione ed il supporto sistemistico necessario alla corretta integrazione del componente con preesistenti software aziendali.
Display ed annunci vocali esterni (indicatori di linea)
I veicoli dovranno essere dotati di indicatori di linea con display a LED rivolti all'esterno del veicolo; il display laterale (almeno uno per ogni cassa) dovrà essere installato sulla fiancata destra del veicolo, in prossimità delle porte ad altezza non superiore a 1,30 metri circa al fine di facilitarne la visibilità da parte di ipovedenti. In ogni caso, le posizioni definitive saranno da concordarsi sul figurino del veicolo.
I display esterni dovranno essere facilmente leggibili anche a distanza sia nelle ore diurne in presenza di luce solare diretta, sia di notte. Gli indicatori di linea dovranno essere alimentati anche in condizione di veicolo in veglia (sosta al capolinea)
La luminosità dovrà regolarsi automaticamente di conseguenza. I cristalli antistanti i display per trasparenza, colorazione e riflessione non dovranno compromettere la visibilità dei display stessi e dovranno essere provvisti di idoneo dispositivo antiappannante.
Premesso che in condizioni di normale esercizio le variazioni di linea e capolinea sono comandate dall'impianto AVM, mentre l'aggiornamento della banca dati delle linee avviene tramite il gateway predefinito deve comunque essere possibile la selezione della linea e del capolinea tramite comando manuale da parte del personale di condotta e l'aggiornamento della banca dati da parte del solo personale tecnico. La centralina di controllo dovrà gestire la trasmissione delle informazioni ai display ed all'unità audio. Gli annunci di linea e capolinea dovranno essere emessi da diffusori audio posizionati all'esterno del veicolo in corrispondenza delle porte di accesso, in
modo da risultare chiaramente udibili ai passeggeri a terra in fermata. A tal fine si richiede che il sistema disponga di un Automatic Volume Control (AVC) che sentendo il rumore di fondo ambientale possa impostare il volume di emissione audio a un livello di dB superiore al rumore e impostabile da parte del solo personale tecnico.
L'annuncio audio dovrà essere emesso in concomitanza con l'apertura di almeno una porta al momento dell'arresto del veicolo alla fermata. Il messaggio audio dovrà essere generato dalla centralina di controllo del sistema, riproducendo un messaggio configurabile memorizzato nella banca dati locale e differenziabile per ogni linea/capolinea. Il messaggio dovrà essere generato in modalità "text to speech" (TTS).
Il motore di TTS deve poter gestire correttamente almeno le lingue italiano e inglese. Il livello sonoro si dovrà regolare in modo automatico in funzione della rumorosità di fondo dell'ambiente esterno. A fini manutentivi, la centralina dovrà raccogliere, segnalare e rendere accessibile al personale autorizzato lo stato di funzionamento delle unità collegate. La centralina dell'impianto dovrà essere in grado di

visualizzare i messaggi di diagnostica (indicatore di linea guasto, annuncio vocale guasto); in particolare in caso di mancato funzionamento degli indicatori di linea dovrà essere visualizzata sul display della centralina specifica segnalazione di anomalia, in chiaro e non codificata.
La disposizione dei componenti dovrà essere tale da escludere la possibilità di manomissione.
I diffusori audio devono possedere caratteristiche di affidabilità, durata nel tempo e robustezza adeguate all'impiego in esercizio (il lavaggio dei veicoli avviene in impianti automatici).
I display devono poter gestire caratteri alfanumerici e simboli grafici codificati come bitmap inserito nel file XML.
Display ed annunci vocali interni (indicatori di prossima fermata).
I display interni dovranno fornire all'utente informazioni sulla posizione del veicolo relativamente alla linea di percorrenza; tali informazioni potranno includere la fermata successiva ed eventualmente quella corrente, l'indicazione del capolinea e della direzione etc.
L'annuncio vocale interno dovrà informare i passeggeri sulla prossima fermata prevista (evitando sovrapposizioni con gli annunci vocali esterni).
Tutti gli annunci, sia visivi che vocali, dovranno essere generati in modo completamente automatico, ricevendo ed utilizzando le informazioni comunicate dal sistema AVM, attraverso il protocollo, interpretate sulla base delle banche dati memorizzate in locale, e facilmente aggiornabili con procedure automatiche.
L'annuncio vocale dovrà essere generato in modalità "text to speech" (TTS). Il motore di TTS deve poter gestire correttamente almeno le lingue italiano e inglese.
L'annuncio dovrà avvenire a mezzo di un numero adeguato di altoparlanti installati internamente e distribuiti per la lunghezza del veicolo. Il livello sonoro si dovrà regolare automaticamente in funzione della rumorosità di fondo dell'ambiente interno, preferibilmente in modo differenziato per ciascun altoparlante. La regolazione dovrà permettere il corretto ascolto da parte dei passeggeri, evitando al tempo stesso di risultare fastidioso per gli stessi o per il personale di condotta. In ogni momento la regolazione automatica del volume dovrà poter essere disattivata da parte del personale di manutenzione.
L'Appaltatore dovrà equipaggiare i propri veicoli con display LCD grafici, di area minima pari a 900 cm2 e risoluzione minima pari a 1920x1080 pixel con fattore di forma preferibilmente 16:9. I monitor dovranno essere posizionati contrapposti in prossimità della zona centrale vano passeggeri (uno per ogni cassa).
L'allestimento dovrà includere tutta l'elettronica necessaria al pilotaggio dei display, ed alla visualizzazione delle informazioni di esercizio in tempo reale con aspetto grafico configurabile da parte del gestore ANM. Il software delle centraline dovrà essere aggiornabile in modo da supportare ulteriori formati futuri.
L'Appaltatore fornirà una pagina grafica predefinita in formato standard HTML5. Tale grafica conterrà le logiche di visualizzazione che a partire dai dati contenuti nei pacchetti inviati dall'AVM e dal file XML inviato dal centro genererà le informazioni da presentare agli utenti. Contestualmente alla visualizzazione delle informazioni dovrà essere pilotata la sezione audio con le stesse informazioni di servizio. L'apparato dovrà essere in grado di visualizzare la grafica a pieno schermo in modo continuativo. L'Appaltatore avrà il compito di sviluppare il software di bordo (specifico per il proprio apparato) in grado di mostrare le informazioni succitate contestualmente a
immagini e/o filmati di servizio, codificati secondo codec ammissibili dallo standard W3C HTML5.
I contenuti/palinsesti devono essere gestiti automaticamente e devono potere essere configurati da remoto attraverso il gateway di bordo, attraverso il quale devono poter essere aggiornati i relativi file per mezzo di protocolli standard di trasmissione, ad esempio via SFTP e similari.
Si richiede, inoltre, che il sistema sia in grado di richiedere, attraverso il gateway di bordo, le previsioni di arrivo delle linee incidenti per la fermata che il tram sta approcciando (campo "Next" del protocollo) secondo i web services e mostrarle a video. Tale potenzialità deve poter essere attivata o disattivata a seconda della linea su cui il tram sta effettuando servizio.
Si richiede inoltre che il sistema sia in grado di ricevere le informazioni urgenti di servizio, sempre attraverso il gateway di bordo, attraverso un feed RSS o web service secondo le specifiche ANM.
INPUT/OUTPUT necessari dal veicolo alla striscia segnali o alimentazione:

a) positivo diretto da batterie DIN +30 con magnetotermico di taglia adeguata,
b) positivo sotto chiave DIN +15 con magnetotermico di taglia adeguata.

C.13.4 ALLARME PASSEGGERI.

Il tram deve essere dotato di una funzione di allarme passeggeri; essa consiste in almeno una postazione

per cassa, ubicata possibilmente sul montante sinistro di una porta passeggeri. Tale postazione è provvista di maniglia, il cui azionamento provoca:
l'accensione di avvisatori ottico-acustici in cabina di guida di cui alla norma UNI 7835 : 1978, p.to 5; la visualizzazione automatica su monitor conducente delle immagini di una determinata videocamera di comparto pre-associata alla singola maniglia; la comunicazione full-duplex dai passeggeri al conducente sulla rete telematica definita al precedente Art. C.13.1 (previo consenso del conducente, che spegne gli avvisatori ottico-acustici in cabina di guida) e/o al Posto Centrale, come previsto dalla norma UNI 11174, art. 5.7.5;
la registrazione dell'evento nel RSE;
nessuna frenatura, né taglio trazione del tram.
La maniglia di allarme sarà di colore rosso RAL 3020, di utilizzo immediatamente comprensibile, non suscettibile di azionamento accidentale.
La postazione di allarme sarà provvista di targhette esplicative.
Sarà previsto un sistema di reset dell'allarme da parte del conducente.
La funzione avrà un elevato grado di integrità, ovvero, anche in caso di guasto al sistema di comunicazione fonica, l'azionamento del segnale d'allarme genera almeno una segnalazione al conducente e/o al Posto Centrale.

C.13.5 CONTEGGIO PASSEGGERI.

Dovrà essere installato un sistema di conteggio passeggeri in ingresso e uscita. A seguito della normativa sulla contribuzione pubblica che si propone di utilizzare parametri inerenti i fattori di carico, risulta necessario infatti tenere in conto l'efficacia del servizio erogato.
Le caratteristiche dettagliate del sistema installato dovranno essere inserite nel progetto tecnico.
Il sistema di conteggio passeggeri dovrà essere integrato nella rete di bordo ed essere predisposto per il trasferimento dei dati attraverso lo switch veicolare.
Il sistema deve consentire l'accurato conteggio dei passeggeri saliti e discesi a ciascuna fermata, nonché la stima dei passeggeri presenti a bordo veicolo tra due fermate consecutive, come differenza tra saliti e discesi.
Il dispositivo deve basarsi su sensori che siano in grado di individuare anche il verso del movimento dell'utente.
Il conteggio deve avvenire solo in condizione di porte aperte.
La precisione del conteggio non deve essere inferiore al 90%. Tale accuratezza, definita come minimo comun denominatore delle differenti tecnologie di conteggio attualmente sul mercato, verrà verificata secondo la metodologia ANM, nel corso dei primi dodici mesi di esercizio.
Il sistema deve essere dotato di interfaccia ethernet per poter essere connesso alla rete LAN di bordo per accedere sia al modulo wi-fi che al modulo 5G/LTE per la ricetrasmissione dati.
Dovranno essere previsti dall'Appaltatore tutti i cablaggi ed ulteriori componenti necessari a rendere il sistema funzionante.
Il sistema di conteggio passeggeri può affidarsi a sensori propri o utilizzare flussi video già inclusi nel sistema di videosorveglianza di cui al paragrafo C.13.2 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica. Verrà comunque apprezzata una soluzione che ridurrà il numero di apparati attivi installati a bordo.
In ogni caso il sistema di conteggio passeggeri dovrà essere in grado di conoscere lo stato del servizio leggendo i pacchetti inviati dall'AVM secondo il protocollo e dovrà trasmettere sulla rete locale del tram (per poi essere inoltrata dal gateway al sistema di centro) il conteggio passeggeri secondo il protocollo definito. Il sistema di conteggio dei passeggeri dovrà prevedere un sistema di centro, da installarsi presso la server farm ANM, che acquisisca i dati generati a bordo mezzi. Tali dati dovranno essere memorizzati in un database SQL (a scelta Open source, ad esempio MySQL, o, se sotto licenza, la cui licenza risulta a carico dell'Appaltatore) che esponga metodi per lo scambio di informazioni con altre strutture aziendali quali VISTE su DB o, preferibilmente, web services (REST o SOAP) in riferimento almeno a:
- calcolo del totale passeggeri trasportati,
- confronto con la riscossione dei titoli di viaggio

C.13.6 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE CON IL POSTO CENTRALE (OCE).

L'Appaltatore dovrà fornire e installare un sistema di AVM (Automatic Vehicle Monitoring) al fine di effettuare anche il monitoraggio del servizio esercitato dal veicolo (in forma di singoli turni macchina).

Tale apparato dovrà essere integrato nel banco di manovra del tram e dovrà avere un'interfaccia ergonomicamente accessibile per il conducente che riproduca l'interfaccia dei display touch esistenti sulla restante parte della flotta secondo le indicazioni della Stazione Appaltante e/o del Gestore ANM, riprodotte su uno schermo touch screen di almeno 7".
La realizzazione dell'hardware e del software di tale apparato, rispettando le normative di compatibilità e installazione di cui ai capitoli C.9 e seguenti, potrà essere definita dall'Appaltatore, purché l'apparato sia in grado di dialogare con l'esistente Centrale Operativa SIS secondo i protocolli esistenti.

A tal fine, sono definiti l'architettura di bordo, il formato dati interno e i protocolli di comunicazione a bordo e verso la centrale operativa che l'apparato deve essere in grado di implementare.
Come definito al capitolo C.13.1 l'AVM che l'Appaltatore fornirà non dovrà avere un suo modulo di comunicazione ma potrà utilizzare il gateway di bordo ivi definito.
L'AVM dovrà inoltre implementare una interfaccia per la scheda guasti che permetterà al conducente di inviare le segnalazioni di guasto. I tipi di guasto da presentare nell'interfaccia dovranno essere caricabili per mezzo di un file XML apposito, inviato poi al sistema in uso in ANM, attraverso dei web services.
I principali apparati del sistema sono logicamente:
• n° 1 Computer di bordo
• n° 1 Monitor Touch Screen
• n° 1 Altoparlante con kit vivavoce
• n° 1 Pulsante di allarme
L'Appaltatore dovrà pertanto prevedere:

- Installazione del computer di bordo AVM consistente in un apparato elettronico automotive; il vano di installazione dovrà essere localizzato in una posizione protetta contro le manomissioni e gli accessi non autorizzati, ma facilmente accessibile a fini manutentivi (es. in prossimità del posto di guida) e potrà o meno coincidere con quello identificato per ospitare l'unità di bordo BIP,
- installazione, presso il vano di cui sopra, della striscia di ripartizione segnali (o morsettiera AVM) necessaria all'alimentazione del Computer di bordo e del monitor;
- installazione del Monitor Touch Screen sul banco di manovra in posizione ergonomica, accessibile e visibile da parte del personale di condotta,
- installazione kit viva voce in cabina guida (altoparlante e microfono),
- installazione pulsante per segnale di allarme,
- fornitura e stesura dei cavi di collegamento fra le varie apparecchiature collocati in apposite canaline, incluso il collegamento ethernet allo switch veicolare,
- cablaggio completo dell'impianto.

INPUT/OUTPUT necessari dal veicolo alla striscia segnali o morsettiera AVM:

1. positivo diretto da batterie DIN +30 con magnetotermico da 5A,
2. positivo sotto chiave DIN +15 con magnetotermico da 5A,
3. segnale (positivo/negativo) dello stato porte (aperte/chiuse),
4. segnale pedale di allarme.

C.13.7 VALIDATRICI BIP.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla installazione completa dell'impianto relativo al sistema di bigliettazione BIP; gli apparati saranno forniti in conto lavorazione dal Gestore ANM.
I principali componenti sono:
- n. 1 validatore di bordo modello APSYSTEM o altri equipollenti con staffa di fissaggio (con funzione di computer di bordo, validatore e boa di ricarica), da installare in prossimità della porta più vicina al conducente;
- n. N validatori di bordo modello APSYSTEM o altri equipollenti con staffa di fissaggio (con funzione di validatore di bordo e boa di ricarica), da installare in prossimità di ogni porta del veicolo; [dove N è pari al numero di porte -1];
- n. 1 antenna esterna multifunzione, da installarsi sul tetto del veicolo a distanza di almeno 1,5 m dall'antenna AVM; [ANM valuterà la possibilità di impiegare un'unica antenna per i due impianti];

n.1 striscia di ripartizione (o morsettiera BIP) [ANM valuterà la possibilità di impiegare un'unica morsettiera per i due impianti].

D.PRESTAZIONI.

D.1 GENERALITÀ – DOCUMENTAZIONE RAMS.

La progettazione del rotabile e dei suoi componenti sarà condotta tenendo continuamente in considerazione gli obiettivi RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety), ai fini di rispettare i requisiti della presente Specifica e possibilmente migliorarli.
La documentazione RAMS è costituita dai seguenti documenti:

- "Piano di Dimostrazione dei Requisiti RAM";
- "Analisi Previsionale di Affidabilità";
- "Fault Tree Analysis di Missione";

Le analisi saranno condotte ad un livello di dettaglio convenientemente spinto, onde consentire un'agevole comprensione, sia quantitativa che qualitativa, della rispondenza del rotabile ai requisiti prescritti.
Tutti i documenti sopra citati saranno consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM, per approvazione, entro l'Accettazione del primo tram in accordo con quanto riportato al prospetto nr. 3 all'Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica. È compito dell'Appaltatore aggiornarli, per l'intera durata della garanzia, qualora intervengano modifiche di configurazione del rotabile o di gestione della manutenzione.
Inoltre l'Appaltatore dovrà fornire un elenco delle apparecchiature il cui funzionamento o guasto possa provocare effetti sulla sicurezza delle persone in esercizio (personale di guida, passeggeri) ed in manutenzione (manutentori) o danni rilevanti al rotabile. Per tali apparecchiature dovranno essere indicate le azioni, le attrezzature e le procedure di intervento da adottare nelle attività di esercizio e manutenzione per controllare, limitare, segnalare ed eliminare i rischi.
Le analisi saranno sviluppate conformemente alla norma CEI EN 50126.
Durante il periodo di osservazione RAM, l'Appaltatore è tenuto a redigere trimestralmente report atti ad informare la Stazione Appaltante ed il Gestore ANM dell'andamento dei parametri RAM, individuando, in caso di scostamenti, le azioni correttive progettuali e/o gestionali per porvi rimedio.
La Stazione Appaltante procederà al rilievo dei parametri RAM che verranno inviati all'Appaltatore con cadenza trimestrale.
Il periodo di osservazione per gli indici di Affidabilità, Disponibilità e Manutenibilità decorre dall'immissione in esercizio commerciale del 20% della flotta di ciascun contratto applicativo fino al termine della garanzia del primo tram in servizio commerciale di ciascun contratto applicativo.
I parametri RAMS, le analisi RAMS e il rilievo RAM si riferiscono al tram completo di tutti i suoi componenti.

D.2 AFFIDABILITÀ (R).

Nel calcolo dell'affidabilità, sono da includere le anomalie di funzionamento del tram che vengano risolte con reset di impianti elettronici e/o che al termine del servizio scaturiscano in "nulla riscontrato", in relazione al ritardo che hanno provocato.
Sono da considerare pari ad un solo guasto il complesso di guasti "in cascata", conseguenza di un unico guasto "a monte", previa dimostrazione tecnica dell'accaduto.
L'Appaltatore può contestare l'attribuzione dell'evento in modo inequivocabile e supportato da evidenze del sistema diagnostico.
Vengono rilevati i seguenti indici di affidabilità:

D.2.1 AFFIDABILITÀ GLOBALE DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI.

L'affidabilità globale del tram (AG) è così definita:
AG = (N1 / KM) * 100000

- dove:
- AG è l'indice di affidabilità globale del tram,
- N1 è il numero dei guasti totali del tram, nel periodo di osservazione,
- KM è il numero di chilometri percorsi dalla flotta, nel periodo di osservazione.

È atteso che: AG ≤ 75 guasti/100000 km.

D.2.2 AFFIDABILITÀ DI ESERCIZIO DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI.

L'affidabilità di esercizio del tram è così definita:

AE = (N2 / KM) * 100000
dove:

- AE è l'indice di affidabilità di esercizio del tram,
- N2 è il numero dei guasti del tram che hanno causato l'arresto del tram in linea e/o il trasbordo dei passeggeri e/o il ritiro dalla linea (incluso il rientro del tram dal capolinea), nel periodo di osservazione,
- KM è il numero di chilometri percorsi dalla flotta, nel periodo di osservazione.

È atteso che: AE ≤ 7 guasti/100000 km.
Rientrano nei casi impattanti l'affidabilità di esercizio le seguenti avarie:

- Riduzione del 50% della trazione,
- Riduzione del 50% della frenatura meccanica,
- Sostituzione del tram per avaria con altro tram o con altro materiale, anche nel caso in cui detta sostituzione si renda necessaria in impianto (deposito),
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio di almeno una porta,
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue il mancato svolgimento della funzione richiesta all'impianto di climatizzazione della cabina di guida,
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la mancanza completa dell'impianto di climatizzazione passeggeri,
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio del sistema AVM,
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio del sistema vigilante,
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio di uno o più dei dispositivi ottico-acustici (campana, indicatori di direzione, luci frontali),
- Avaria o malfunzionamento del sistema retrovisore,
- Avaria o malfunzionamento del 50% delle sabbiere.

Qualora uno o entrambi gli indici misurati risultino superiori a quanto offerto, l'Appaltatore dovrà:

- Introdurre le migliorie tecniche tali da riportare gli indici ai valori contrattuali,
- Estendere la garanzia a tutta la flotta per un periodo pari a:
  - 3 mesi se lo scostamento è inferiore al 5%,
  - 6 mesi se lo scostamento è compreso tra il 5% ed il 10%,
  - 9 mesi se lo scostamento è compreso tra il 10% e il 15%,
  - 12 mesi se lo scostamento è superiore al 15%.

L'estensione di garanzia sarà applicata in relazione al peggiore dei 2 indici misurati, comunque per tale periodo ANM proseguirà il monitoraggio e il calcolo dei due indicatori.
Se anche al termine dell'estensione della garanzia gli indici di affidabilità non verranno raggiunti, la Stazione Appaltante applicherà la relativa penale riportata all'art. 31 del Capitolato Speciale – Parte Generale.

D.3 DISPONIBILITÀ (A).

D.3.1 DISPONIBILITÀ DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI.

Nel periodo di osservazione anzidetto, il calcolo della disponibilità viene misurato giornalmente secondo la seguente formula:
$\delta = [\Sigma\ (tram\ disponibili\ da\ rilevazione\ iesima)/(consistenza\ flotta)]/3$
Numero rilevazioni giornaliere: 3, precisamente alle ore 6.00, alle ore 12.00 ed alle ore 17.00 di ogni giorno, ciascuna rilevazione ha lo stesso peso aritmetico.
Consistenza flotta: tram consegnati ed autorizzati al servizio commerciale.
Tram disponibili: differenza tra la numerosità della flotta ed i veicoli non disponibili.
Per tram non disponibili si considerano quei veicoli in esercizio che al momento della rilevazione presentano una delle seguenti condizioni:

- sono fermi in Deposito per Manutenzione Correttiva a carico dell'Appaltatore,
- hanno manifestato problemi in fase di abilitazione e/o controlli preesercizio e/o di manovra in deposito tali da comportarne il mancato utilizzo per il servizio o ritardi nell'uscita,

- sono fermi in linea o in fase di rientro per manutenzione correttiva a carico dell'Appaltatore,
- sono fermi per retrofit richiesti dall'Appaltatore per il tempo eccedente a quello strettamente necessario per l'esecuzione dell'attività.

Per ciascuna modifica dovrà essere concordato il tempo di fermo rotabile per l'esecuzione dell'attività.
Una volta rientrato in deposito per la manutenzione, il tram sarà considerato non disponibile sino a quando non verrà restituito all'esercizio perfettamente funzionante (a fine intervento di riparazione una volta ricevuto il foglio di lavoro dall'Appaltatore, la Stazione Appaltante si riserva di richiedere una prova funzionale del veicolo in contraddittorio ma questi tempi non sono imputabili all'Appaltatore).
Il consuntivo del monitoraggio avverrà trimestralmente ed i valori da rispettare sono quelli indicati in offerta che comunque non potranno essere inferiori a quanto sotto riportato.

- Disponibilità della flotta ≥ 90%.

Qualora trimestralmente l'indice di disponibilità fosse al di sotto dei valori dichiarati, l'Appaltatore deve attuare tutti quegli interventi necessari per riportare i valori di disponibilità contrattuali.
Se al termine del periodo di monitoraggio l'indice medio risulta al di sotto di quanto offerto, il periodo di garanzia viene esteso sino a quando, per due trimestri consecutivi, siano rispettati i valori di disponibilità contrattuali. L'estensione di garanzia non potrà essere superiore ad ulteriori 12 mesi. Dopo tale ulteriore periodo, se gli indici non rispettano quanto previsto, la Stazione Appaltante applicherà le penali previste all'art. 31 del Capitolato Speciale – Parte Generale.

D.3.2 DISPONIBILITA' MATTINALE GIORNALIERA DEL TRAM.

Raggiunto il 33% della flotta in servizio ed in garanzia, verrà misurata la disponibilità quotidiana mattinale (alle 6.00), come rapporto tra:
δm = *(tram_disponibili_da_rilevazione_mattinale)/(consistenza_flotta)*
dove:
rilevazione_mattinale : disponibilità misurata alle 6.00.
Tram disponibili: differenza tra la numerosità della flotta ed i veicoli non disponibili. Tale monitoraggio terminerà quando i veicoli in garanzia saranno pari al 33%:
Per i tram non disponibili vale quanto indicato al paragrafo D.3.1.
Per ogni tram che non consenta di raggiungere la disponibilità ≥ 80% verrà applicata la penale di cui all'art. 31 del Capitolato Speciale – Parte Generale.
Qualora vengano stipulati altri contratti applicativi la consistenza della flotta verrà sommata.

D.4 MANUTENIBILITÀ (M).

Il rilevamento del valore reale comprensivo di manodopera, materiali di ricambio e di consumo verrà consuntivato secondo i seguenti criteri:

- sulla base dei costi dei materiali di ricambio e di consumo esposti dall'Appaltatore in sede di offerta,
- costo orario della manodopera pari a 50,00 Euro/ora (utilizzato solo al fine di rilievo dell'indice),
- per i materiali riparabili, i costi dei materiali saranno quelli sostenuti dall'Appaltatore e debitamente giustificati, in mancanza di tale informazione verrà utilizzato il costo del materiale a nuovo,
- le ore effettivamente lavorate ed i materiali effettivamente utilizzati saranno quelli risultanti dal sistema informativo utilizzato dalla Stazione Appaltante e dal Gestore ANM.

Nel conteggio dei tempi di lavoro devono essere incluse:

- le operazioni preliminari di preparazione, e/o pulizia degli impianti da mantenere,
- la diagnosi e la ricerca guasti,
- l'intervento di riparazione e/o sostituzione,
- il collaudo/test della perfetta funzionalità dell'impianto al termine della lavorazione,
- i ripristini e pulizia dopo l'intervento di manutenzione (pulizia tecnica).

La manutenibilità media della flotta deve essere calcolata dall'Appaltatore considerando come parametro di riferimento l'indice "M" espresso in €/km.

E. MANUTENZIONE (CORRETTIVA E PREVENTIVA), ATTREZZATURE E MATERIALI – COSTO DEL CICLO DI VITA DEL ROTABILE.

La progettazione dei tram, pur garantendo un elevato standard di sicurezza, deve essere volta a minimizzare i costi di manutenzione, garantendo allo stesso tempo un'elevata disponibilità. In particolare, il piano di manutenzione dovrà essere progettato in modo da:

- saturare il più possibile la giornata lavorativa del personale addetto, distribuendo omogeneamente i lavori nel tempo sia per tipologia che per relativa manodopera occorrente, onde consentire un dimensionamento della forza il più possibile basato sull'impegno medio di lavoro;
- concentrare i fermi dei tram per i previsti interventi prevalentemente nelle ore di servizio di morbida, indicativamente dalle ore 9:30 alle 16:00 (per i giorni feriali), onde massimizzare la disponibilità dei tram stessi nelle ore di punta mattinali e serali;
- privilegiare un'impostazione della manutenzione preventiva di tipo "on condition" o "predittivo" sulla base di chiari indicatori o, in assenza di questi, privilegiare interventi di sostituzioni delle parti di usura anziché controlli ripetuti;
- tenere in adeguata considerazione l'accessibilità dei vari materiali e le possibilità concrete di intervento;
- tenere conto del fatto che ANM dispone del sistema informativo INFOPMS per la gestione della manutenzione della flotta.

E.1 MANUTENZIONE PREVENTIVA.

Il documento "Analisi di Manutenzione Preventiva" riporta tutte le azioni di manutenzione preventiva previste sul rotabile completo e i suoi componenti fuori opera.
Sarà redatto in forma tabellare, secondo la disaggregazione del rotabile definita nella distinta ad albero del paragrafo A.9.3.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Sia per quanto riguarda la manutenzione preventiva leggera e pesante del tram e le manutenzioni sulle parti principali, per ciascuna attività saranno indicate:

- la descrizione breve;
- il componente interessato, il suo riferimento nella scomposizione ad albero e il part-number;
- numero di componenti sul tram;
- la frequenza di intervento;
- se trattasi di intervento di controllo, sostituzione, o di sostituzione con criteri on condition e/o predittivi;
- i materiali occorrenti e il relativo costo;
- il numero di addetti necessari, il tempo necessario per l'effettuazione di tale attività considerando anche i tempi di accessibilità, il collaudo dell'impianto alla fine della lavorazione, la pulizia tecnica dopo l'intervento di manutenzione;
- se è sufficiente personale di manutenzione generico o sono richiesti particolari skill e/o abilitazioni;
- costo totale delle singole attività, considerando pari a 50,00 €/ora il costo della manodopera;
- se trattasi di intervento sul tram o su un componente fuori opera (in questo caso, saranno indicati sia i tempi di stacco e riattacco, sia i tempi di manutenzione fuori-opera del componente che i relativi materiali necessari);
- il riferimento alla scheda operativa del manuale di manutenzione;
- attrezzature speciali/specifiche necessarie;
- attrezzature e/o impianti di deposito eventualmente necessari;
- eventuali note o commenti.
- Il tempo complessivo di immobilizzo del tram per lo svolgimento dell'attività a quella determinata percorrenza, tenendo conto:
  - delle eventuali attività sottomultiplo di quella presa in esame,
  - se ricorre, non considerando i tempi di revisione delle parti principali fuori opera ma solo i tempi di stacco/riattacco.

L'Appaltatore dovrà redigere il Piano di Manutenzione riportante le attività dell'Analisi di Manutenzione

Preventiva, aggregate per scadenza chilometrica e temporale.
Nella definizione del Piano, l'Appaltatore ottimizzerà il processo manutentivo, accorpando attività omogenee per area di intervento (carrelli, sottocassa, cabina, comparto, imperiale, …) al fine di evitare perditempo in spostamenti, stabilendo le migliori sequenze di svolgimento delle attività.
I veicoli, tenendo conto del profilo di missione, dovranno essere atti a svolgere regolare servizio per una percorrenza minima di almeno 3000 km senza necessità di interventi di manutenzione programmata.
Per ogni step manutentivo dovrà essere indicata una tolleranza chilometrica/temporale (almeno il 5%, innalzabile ad almeno il 10% per le attività di cui al punto E.1.1) entro cui effettuare le operazioni senza che vi siano delle ricadute sulla sicurezza, affidabilità e garanzia.
I cicli proposti verranno adottati per l'esecuzione della manutenzione programmata, le durate indicate costituiranno riferimento per le garanzie dei sottoassiemi.

E.1.1 MANUTENZIONE PREVENTIVA LEGGERA.

Sono ricomprese tutte le attività di manutenzione svolte presso il Deposito di S. Giovanni a Teduccio e si riferiscono essenzialmente a controlli, verifiche funzionali, registrazioni, pulizie, a sostituzione di elementi di usura (guarnizioni freno, oli, grassi, filtri etc) a sostituzione di componenti che non richiedono complesse attrezzature o fermi tram prolungati.
La manutenzione preventiva sarà gestita con criterio di sostituzione a scadenza; le scadenze di controllo e di sostituzione saranno su base chilometrica e tutte multiple della scadenza base non inferiore a 3000 km. Potranno avere scadenza temporale le sole verifiche di corretta funzionalità dell'impianto di climatizzazione (suddivisa a sua volta in estiva ed invernale) quelle previste dalla Legge (ad es. verifiche di sicurezza svolte alla presenza degli Enti di sorveglianza (ANSFISA, ai sensi del DM 02/05/1906 nr. 1345).

E.1.2 MANUTENZIONE PREVENTIVA PESANTE (REVISIONI).

Sono ricomprese tutte le attività di revisione del tram e dei suoi equipaggiamenti. Tali attività verranno svolte di norma nelle Officine Centrali gestite da ANM. In particolare, l'Appaltatore dovrà tenere in considerazione che:

- La revisione dei carrelli dovrà essere un multiplo intero della sostituzione dei cerchioni,
- La revisione degli equipaggiamenti dovrà essere un multiplo intero della revisione dei carrelli,
- L'individuazione delle scorte tecniche necessarie volte a minimizzare da un lato i costi di investimento e dall'altro i tempi di immobilizzo dei rotabili.

I limiti minimi per gli interventi di revisione generale di alcuni sotto assiemi sono riportati nella tabella seguente.
ELEMENTI
Percorrenza minima per revisione. [km]

- Carrelli, completi di collegamenti alla/e cassa/e (singolo). 300000
- Riduttore (singolo). 600000
- Motore di trazione (singolo). 600000
- Impianto di trazione (inclusi: pantografo, manipolatore di trazione/frenatura, induttanze, convertitori di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti). 600000
- Interruttore extrarapido completo o eventualmente contattore di linea. 900000
- Convertitore di potenza completo: elettronica di potenza, elettronica di comando e controllo, trasduttori, relativi cablaggi, ventilazione. 600000
- Convertitore statico servizi ausiliari a tensione di batteria AT o MT / BT completo. 600000
- Batterie di accumulatori. 300000
- Cassa. 1200000
- Impianto freno idraulico (HPU, Pinze, BCU etc). 300000
- Porta passeggeri, completa di ante, guide, meccanismi, elettronica, ecc. 300000
- Climatizzatore cabina completo (esclusi convertitori). 300000
- Condizionatore comparto completo (esclusi convertitori). 300000
- Convertitore statico servizi ausiliari a media tensione AT / MT completo. 600000
- Rete informatica di veicolo (cablaggi, connettori e unità decentrate), centraline della logica di veicolo, centraline diagnostiche, trasduttori per diagnostica, escluso monitor di banco. 1200000

- Registratore di eventi completo di trasduttori, sonde e relativi cablaggi (riferito al tram). 1200000
- Impianto di videosorveglianza completo di videocamere, registratore, monitor di banco (riferito al tram). 600000

E.1.2.1 REVISIONE DELLE PARTI PRINCIPALI FUORI OPERA.

Per Parti Principali si intendono componenti di elevata importanza economica, il cui impiego, in occasione delle attività di revisione generale del tram è volto alla minimizzazione dei tempi di immobilizzo del rotabile.
Per revisione generale si intende l'intervento di smontaggio completo delle unità, la pulizia, la rimessa a nuovo o la sostituzione di tutte le parti soggette ad usura, il riassemblaggio e le prove finali; al termine dell'intervento, l'unità deve rispondere alle specifiche tecniche di serie previste per il materiale "a nuovo".
Sulla base del suddetto elenco delle parti per le quali è prevista la sostituzione o revisione, devono essere indicate per ogni intervento:

- Il numero delle parti principali installate su un veicolo,
- La periodicità di sostituzione, intendendo la scadenza chilometrica minima alla quale il componente debba essere sostituito o revisionato, nelle condizioni di esercizio previste dal profilo di missione medio (indicando una tolleranza chilometrica/temporale entro cui effettuare le operazioni),
- Il tempo di manodopera così esplicitato:
  - le ore complessive per eseguire l'intervento di sostituzione della parte principale sul veicolo (compreso i tempi di accessibilità per raggiungere il componente in questione),
  - le ore complessive per eseguire l'intervento di revisione della parte principale smontata dal veicolo;
- Il numero delle persone necessarie per l'esecuzione dell'attività sul veicolo,
- L'elenco delle attrezzature specifiche necessarie per l'esecuzione dell'attività sul veicolo,
- Il costo dei materiali necessari alla revisione della parte principale.

E.2 MANUTENZIONE CORRETTIVA.

Lo scopo della manutenzione correttiva è garantire continuativamente la piena efficienza del materiale rotabile in tutte le sue parti, prevenendo l'insorgere di possibili situazioni di degrado e riparando prontamente i guasti che di volta in volta occorrono.
Ciò al fine di mantenere inalterate le caratteristiche tecniche dei rotabili in tutte le sue parti così come previste a progetto e conseguire gli obiettivi RAM previsti.

L'Appaltatore dovrà produrre sulla base della scomposizione ad albero del tram sino all'individuazione della LRU (Line Replaceable Unit), l'analisi di manutenzione correttiva, riportante, per ciascuna LRU:

- il componente interessato, il suo riferimento nella scomposizione ad albero e il part-number;
- descrizione del tipo di intervento (a titolo di esempio, sostituzione, regolazione etc);
- il tasso di guasto, espresso anche in MKBF;
- il numero degli addetti necessari per l'effettuazione dell'intervento;
- il tempo medio di immobilizzo del tram (MTTR), inclusi i tempi medi per la diagnosi, per l'accessibilità, per i collaudi dell'impianto al termine della riparazione e la pulizia tecnica;
- l'indicazione della necessità di eventuali attrezzature speciali, specifiche (inclusi i software di diagnosi);
- l'indicazione se la LRU è riparabile o meno;
- il costo della LRU a nuovo.

E.2.1 MANUTENZIONE CORRETTIVA DURANTE IL PERIODO DI GARANZIA.

Per ogni intervento, l'Appaltatore documenterà allo staff di deposito del Gestore ANM, in dettaglio, le attività eseguite e i controlli post-manutenzione effettuati per poter considerare il rotabile disponibile al servizio. Per gli eventi di guasto, l'Appaltatore relazionerà circa le cause e le soluzioni. La Stazione Appaltante si riserva di verificare l'esecuzione dei lavori in ogni fase.

Il sistema informativo da utilizzare per la gestione dell'operatività della manutenzione è il sistema INFOPMS di ANM. L'Appaltatore potrà utilizzare un proprio sistema informativo che, se necessario, dovrà, senza onere alcuno per la Stazione Appaltante, dialogare e riversare sul sistema INFOPMS di

ANM le informazioni richieste, in modo da poter estrapolare da INFOPMS lo storico dei dati, per monitorare in continuo l'andamento dei parametri di affidabilità, disponibilità, manutenibilità e costi di manutenzione correttiva della flotta.
Per tutto il periodo di garanzia, l'Appaltatore è tenuto a rendere noto alla Stazione Appaltante l'andamento degli stessi tramite dettagliati report trimestrali al fine di monitorare il costo contrattuale stabilito, vd. Art. D.4 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica.
Per lo svolgimento della manutenzione, l'Appaltatore metterà a disposizione, a suo carico: manodopera, strumenti di manutenzione, materiali di ricambio.
Al fine di operare le manutenzioni dovute, in tempi compatibili con i requisiti di disponibilità mattinale, l'Appaltatore eventualmente istituirà cantieri permanenti presso i depositi ANM ai quali i tram saranno assegnati, con personale qualificato e dedicato, attrezzature e materiali di ricambio.
L'Appaltatore istituirà, all'interno di ciascun deposito di cui sopra, un magazzino di materiali di ricambio fornito di tutti i componenti necessari per gli interventi, indipendentemente dagli acquisti di ricambi che la Stazione Appaltante farà.
È compito dell'Appaltatore nominare un "Capo-cantiere", che coordini tutte le attività, anche di eventuali subfornitori, e costituisca l'interfaccia operativa con ANM. Egli avrà anche il ruolo di responsabile delle attività per conto dell'Appaltatore ai fini della sicurezza sul lavoro degli operatori.
La programmazione delle attività sarà sempre tesa alla massimizzazione della disponibilità dei rotabili, pertanto per le attività programmabili saranno primariamente sfruttate le ore di "morbida" (9:30-15:30 circa), serali, notturne sabato e domenica, in modo da non impegnare per la manutenzione i tram durante le ore di punta mattinale e pomeridiana.
In quest'ottica, sarà privilegiata una logica di manutenzione dei componenti fuori opera, limitando quindi l'impegno del tram ai soli tempi di stacco e riattacco del materiale; a tal fine, l'Appaltatore si doterà di congrue scorte di ricambi, da utilizzare come volano.
Dal momento che i rotabili saranno impiegati per il servizio (e quindi non saranno a disposizione della manutenzione) per molte ore al giorno, l'Appaltatore sarà estremamente flessibile nella definizione dei piani di lavoro quotidiani. Al fine di ottimizzare le attività manutentive alla luce delle esigenze del servizio e concordare l'uso di attrezzature di deposito, settimanalmente l'Appaltatore, tramite i suoi referenti di cantiere, si rapporterà allo staff di deposito gestito da ANM.
L'Appaltatore ha la piena responsabilità del suo operato come manutentore, per quanto attiene alle possibili ripercussioni di guasti del tram sulla sicurezza e sulla regolarità del servizio. Le manutenzioni saranno svolte in piena conformità al Piano di Manutenzione e ai Manuali di Manutenzione. Ogni intervento sarà seguito, a cura dell'Appaltatore, da prove post-manutenzione, atte a confermare la sussistenza delle condizioni di funzionalità e sicurezza del rotabile, e da un report scritto e controfirmato con la descrizione del guasto, dell'intervento effettuato, delle prove post-manutenzione effettuate. La chiusura dell'operazione di manutenzione sarà comunicata dall'Appaltatore allo staff di deposito gestito da ANM, il quale solo in quel momento, previa verifica (di sua facoltà), rimetterà in stato "disponibile" il tram.
Ai fini del computo della disponibilità del rotabile, quale istante di chiusura dell'intervento fa fede il momento di recepimento da parte dello staff di deposito ANM del report completo ed esaustivo di chiusura dell'intervento.
I materiali di ricambio saranno sempre conformi al progetto, e devono aver subito il medesimo iter di certificazione di qualità degli analoghi componenti di primo equipaggiamento.
Non potranno essere prelevati materiali da altri tram eventualmente fuori servizio.
I lavori saranno eseguiti rispettando la vigente normativa in materia di antinfortunistica, sicurezza e igiene del lavoro e di tutela dell'ambiente, in particolare in merito allo stoccaggio dei materiali e allo smaltimento dei rifiuti.

E.3 CICLO DI VITA DEL ROTABILE.

L'insieme di tutti i costi di manutenzione preventiva (leggera, pesante e di revisione delle parti principali) e di quella correttiva come precedentemente descritti costituiscono il Costo del Ciclo di Vita (LCC), che dovrà essere, in funzione del profilo di missione descritto dall'Art. 2.1 di cui alle Premesse del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, il più contenuto possibile.
L'Appaltatore dovrà redigere il LCC in due momenti differenti:

- in sede di offerta a partire dall'autorizzazione per l'immissione in servizio del primo tram, fino alla

revisione generale compresa dei carrelli sul 20% della flotta del primo contratto applicativo, o comunque non oltre 12 mesi dalla data di esecuzione della revisione generale dei carrelli del primo tram sottoposto a tale attività,

- per l'approvazione del progetto esecutivo, il costo del ciclo di vita per l'intera vita del rotabile.

Per il calcolo del LCC vale quanto segue:

- per quanto riguarda il profilo di missione, impiegare i valori medi descritti all'art. 2.1 delle Premesse di cui al presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica,
- costo orario della manodopera pari a 50 €/ora,
- la cadenza di sostituzione dei cerchioni coincide o è un sottomultiplo intero della revisione generale dei carrelli,
- in termini di manodopera devono essere considerati tutti i tempi necessari per le effettuazioni delle operazioni quali:
  - i tempi di preparazione, e/o pulizia degli impianti da mantenere,
  - i tempi di accessibilità,
  - per i guasti i tempi necessari per l'effettuazione della diagnosi,
  - i tempi di esecuzione dell'attività prevista,
  - gli eventuali tempi di stacco/riattacco del componente o sottogruppo,
  - il collaudo della funzionalità dell'impianto al termine della lavorazione,
  - i ripristini e pulizia tecnica dopo l'intervento di manutenzione,
  - da non considerare, i tempi di movimentazione e messa a disposizione dei tram.
  - costo dei materiali di ricambio e di consumo valevoli per tutto il periodo di rilevazione, qualora ANM decidesse di acquistarli direttamente dall'Appaltatore,
  - per i materiali riparabili (LRU), l'Appaltatore dovrà indicare il costo di riparazione fuori opera (materiali

+ manodopera) ed il costo di sostituzione a nuovo.

Si evidenzia come nel periodo di verifica del LCC, qualora l'Appaltatore non giustifichi adeguatamente il costo sostenuto per la riparazione di una LRU guasta, verrà preso in considerazione il suo valore di acquisto a nuovo.

E.3.1 MODALITÀ DI CALCOLO.

L'Appaltatore dovrà presentare opportuna procedura di calcolo dei vari addendi del costo del ciclo di vita e schematizzarla secondo i dati di seguito riportati:

- Manutenzione preventiva programmata per ciclo (tabella 1), Art. E.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica,
- Costo di manutenzione preventiva (tabella 2),
- Sviluppo del piano di manutenzione preventiva programmata per anno, considerando una percorrenza chilometrica annua standard (quella effettiva è indicata nei profili di missione) pari a 40000 km (tabella 3) fino alla revisione generale del carrello completo, per l'offerta in sede di gara, ma considerando l'intera vita del rotabile alla presentazione del progetto esecutivo, come sopra specificato,
- Costo di manutenzione delle parti principali (tabella 4),
- Costo della manutenzione correttiva (tabella 5),
- Costo totale del ciclo di vita (tabella 6).

La somma dei diversi costi riportati nei paragrafi manutenzione preventiva, manutenzione delle parti principali e manutenzione correttiva costituisce il costo del ciclo di vita e verrà riportato dall'Appaltatore nella tabella 6.

Per la revisione dei prezzi di materiali e manodopera si faccia riferimento a quanto previsto dall'Art. 28.2 del Capitolato Speciale – Parte Generale con le modalità e gli indici ivi indicati, applicati anche ai prezzi dei materiali di ricambio e della manodopera considerati nel calcolo del LCC.

E.3.2 PERIODO DI MONITORAGGIO DEL LCC.

Il periodo di monitoraggio del LCC riporta tutti i costi dalla immissione in servizio del primo tram, fino allo step di manutenzione incluso comprendente la revisione generale dei carrelli sul 20% della flotta di ciascun contratto applicativo, o comunque non oltre 12 mesi dalla data di esecuzione della revisione generale del primo tram sottoposto a tale attività.

Congiuntamente verrà monitorato su base trimestrale l'andamento di questo indicatore. L'Appaltatore potrà sorvegliare il Gestore ANM sulla corretta esecuzione della manutenzione preventiva. Qualora, al termine del periodo di monitoraggio il valore si scostasse di oltre il 10% rispetto a quanto presentato in sede di offerta l'Appaltatore sarà tenuto a corrispondere alla Stazione Appaltante i maggiori oneri di manutenzione.

E.4 ESCLUSIONI.

E.4.1 ESCLUSIONI CALCOLO LCC.

Per il calcolo del LCC valgono le esclusioni seguenti:

- la sostituzione dei cerchioni, fermo restando che qualora per cause imputabili all'Appaltatore la durata dei cerchioni fosse minore di quanto previsto dal piano di manutenzione, quota parte del costo di questi ultimi ricadrà nei maggiori oneri di manutenzione;
- la riprofilatura dei cerchioni; si precisa che ANM effettuerà a suo carico la riprofilatura dei cerchioni al massimo una volta ogni 60000 km; ulteriori interventi, la cui necessità sarà stabilita dalla Stazione Appaltante sulla base di riscontri oggettivi, saranno addebitabili all'Appaltatore;
- le verifiche annuali di sicurezza del rotabile effettuate di fronte ai Funzionari del competente ufficio ANSFISA volte a verificare l'efficacia del rotabile. Attualmente le verifiche annuali consistono in:
  - controllo della continuità verso terra delle parti metalliche;
  - del funzionamento delle porte passeggeri;
  - dell'isolamento elettrico dei circuiti AT e MT;
  - del funzionamento dei dispositivi di sicurezza di circolazione (allarme, dispositivo vigilante);
  - di tenuta dell'impianto pneumatico e dei serbatoi (se presente)
  - per la prova di isolamento elettrico, l'Appaltatore redigerà un'apposita procedura tecnica corredata di una guida operatore che illustri passo-passo, con l'ausilio di fotografie, i punti di disconnessione e di collegamento elettrici e tutte le fasi della prova;
- la movimentazione dei rotabili all'interno dei depositi ed in linea;
- il lavaggio dell'esterno cassa e la pulizia dell'ambiente passeggeri, nelle sole parti visibili al pubblico;
- la fornitura e il carico della sabbia;
- la riparazione di danni prodotti da atti vandalici, urti ed eventi non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- le operazioni di rimessa a binario in caso di svio e/o incidenti;
- prove di frenatura: l'Appaltatore, dovrà provvedere a formare il personale ANM, al prelievo dei parametri misurati e delle caratteristiche dimensionali registrate durante le prove dinamiche, attraverso l'utilizzo di particolari sw di gestione;
- la riparazione a seguito di incidenti, qualora non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- le operazioni di soccorso e traino in caso di arresto in linea, qualora non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- la manutenzione di impianti di bordo la cui fornitura è di ANM.

E.4.2 ESCLUSIONI DALLA GARANZIA.

Per tutti i tram, anche quelli coperti da garanzia, sono esclusi dagli oneri dell'Appaltatore le attività di cui all'Art. E.4.1 del Capitolato Speciale - Parte Tecnica, alle quali provvederà ANM in qualità di ente gestore, con le limitazioni indicate:

- La manutenzione preventiva.
  Essa rappresenta la manutenzione programmata (anche detta "a tagliando"), impostata su base chilometrica, temporale e su criteri di sostituzione periodica di componenti e/o on condition e/o di predizione.
  La manutenzione sarà condotta secondo Piani di Manutenzione (rif. Art. E.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica) e Manuali di Manutenzione (rif. Art. A.9.5 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica) definiti dall'Appaltatore ed approvati dall'Autorità competente;
- Le verifiche annuali di sicurezza del rotabile.

Attualmente consistono in: controllo della continuità verso terra delle parti metalliche, del funzionamento delle porte passeggeri, dell'isolamento elettrico dei circuiti AT e MT, del funzionamento dei dispositivi di sicurezza di circolazione (allarme, dispositivo vigilante), di tenuta dell'impianto pneumatico e dei serbatoi (se presente/i). Per la prova di isolamento elettrico l'Appaltatore redigerà un'apposita procedura tecnica corredata di una guida operatore, che illustri passo-passo, con l'ausilio di fotografie, i punti di disconnessione e di collegamento elettrici e tutte le fasi della prova:

- Prove di frenatura: l'Appaltatore, dovrà provvedere a formare il personale ANM, al prelievo dei parametri misurati e delle caratteristiche dimensionali registrate durante le prove dinamiche, attraverso l'utilizzo di particolari sw di gestione;
- La riprofilatura dei cerchioni in ambito di manutenzione correttiva;
- La movimentazione dei rotabili all'interno dei depositi ed in linea;
- Il lavaggio dell'esterno cassa e la pulizia dell'ambiente passeggeri, nelle sole parti visibili al pubblico;
- La fornitura e il carico della sabbia;
- La riparazione di danni prodotti da atti vandalici, urti ed eventi non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- Le operazioni di rimessa a binario in caso di svio e/o incidenti, qualora non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- La riparazione a seguito di incidenti, qualora non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- Le operazioni di soccorso e traino in caso di arresto in linea, qualora non riconducibili alle responsabilità dell'Appaltatore;
- La manutenzione di impianti di bordo la cui competenza di fornitura è di ANM.

E.5 PROGETTO MANUTENZIONE. PROGETTAZIONE DELLA MANUTENZIONE.

Oltre alla formazione del personale di manutenzione in aula, previsto all'Art. A.9.6 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, e la messa a disposizione della documentazione tecnica, Art. A.9.3 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, delle attrezzature specifiche (ed i relativi manuali di uso), dei software di diagnostica, l'Appaltatore dovrà permettere alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM di acquisire le competenze necessarie per la gestione della manutenzione dei tram in maniera efficace in modo da consentire nel contempo un elevato standard di disponibilità degli stessi al servizio commerciale.
In particolare, nel corso del periodo di garanzia l'Appaltatore dovrà operare in questo modo:

E.5.1 PROGETTAZIONE DELLA MANUTENZIONE.

L'Appaltatore dovrà affiancare ANM con il proprio personale della Ingegneria di Manutenzione, affinché venga progettata la manutenzione preventiva sia presso i Depositi che presso l'Officina Centrale. In particolare, in relazione alle caratteristiche tecniche e strutturali del Deposito e dell'Officina Centrale, l'Appaltatore dovrà:

a) Definire la migliore sequenza delle lavorazioni volte ad ottimizzare e ridurre il tempo di immobilizzo del rotabile nei diversi step manutentivi evidenziando eventuali investimenti in attrezzature specifiche necessarie.
b) Predisporre un documento contenente le istruzioni operative di manutenzione che sintetizzi le operazioni da effettuarsi ai diversi step di manutenzione preventiva.

Le istruzioni operative dovranno includere l'insieme delle lavorazioni elementari classificate secondo la logica d'intervento sul veicolo, specificando i capitoli dei manuali di manutenzione che descrivono la procedura da applicare per ogni attività, il numero delle risorse necessarie, le attrezzature necessarie, le diverse condizioni del tram (alimentato con 600 Vcc, con tensione 24 Vcc etc).
Tali report potranno essere consegnati in fasi successive (in relazione al chilometraggio) ma comunque almeno 3 mesi prima delle singole attività di Deposito e 6 mesi prima delle operazioni presso l'Officina Centrale.

E.5.2 MANUTENZIONE CORRETTIVA PRESSO I DEPOSITI.

ANM metterà a disposizione a partire dall'inizio del servizio commerciale del primo tram, per tutto il

periodo di garanzia, due tecnici che verranno distaccati presso il personale di deposito dell'Appaltatore ed utilizzati dall'Appaltatore stesso per la ricerca guasti e gli interventi di manutenzione correttiva.
L'obiettivo di questa formazione sul campo sarà quello di permettere al personale ANM di aumentare le proprie competenze nell'utilizzo dei software diagnostici e nella ricerca guasti.
ANM potrà sostituire il proprio personale dopo non meno di 18 mesi.
L'Appaltatore potrà richiedere la sostituzione del personale di ANM qualora lo stesso sia reputato non idoneo. Con cadenza semestrale l'Appaltatore dovrà redigere un report che illustri il livello di apprendimento del personale ANM.

E.5.3 MANUTENZIONE PREVENTIVA PRESSO I DEPOSITI.

Con l'obiettivo di certificare il progetto di manutenzione, di verificare i tempi di esecuzione delle diverse attività e di formare sul campo le squadre di manutenzione preventiva di ANM, l'Appaltatore dovrà affiancare e supportare ANM con proprio personale dell'Ingegneria di Manutenzione nell'esecuzione delle stesse.
L'impegno sarà pari alle prime 5 verifiche per ciascuno degli step manutentivi in cui viene scomposto il piano di manutenzione preventiva del tram.

In particolare, l'Appaltatore dovrà procedere all'aggiornamento delle istruzioni di manutenzione, della documentazione tecnica e del piano di manutenzione, qualora dal ritorno dal campo si evincessero delle difformità tra quanto riscontrato ed il progetto di manutenzione redatto.
Al termine delle 3 verifiche per ciascun diverso step di manutenzione, l'Appaltatore predisporrà una relazione su quanto emerso, evidenziando l'adeguatezza della manutenzione svolta, la corretta valutazione dello stato d'usura dei materiali oggetto a verifiche visuali/funzionali, i tempi di esecuzione delle attività, il corretto utilizzo delle attrezzature specifiche e speciali da parte di ANM.

E.5.4 MANUTENZIONE PREVENTIVA PRESSO IL DEPOSITO DI S. GIOVANNI A TEDUCCIO.

Analogamente a quanto previsto al paragrafo precedente, anche per la prima revisione del tram, il personale di ingegneria dell'Appaltatore, affiancherà il personale ANM per tutta la durata delle operazioni di revisione del tram e dei suoi principali sottosistemi quali a titolo non esaustivo i carrelli (compresi tutti i suoi dispositivi), l'impianto freno, il gruppo produzione aria (se presente), l'impianto di climatizzazione, il sistema porte.
In particolare, l'Appaltatore dovrà procedere all'aggiornamento delle istruzioni di manutenzione, della documentazione tecnica e del piano di manutenzione, qualora dal ritorno dal campo si evincessero delle difformità tra quanto riscontrato ed il progetto di manutenzione redatto.
Al termine della verifica, l'Appaltatore predisporrà una relazione su quanto emerso, evidenziando l'adeguatezza della manutenzione svolta, la corretta valutazione dello stato d'usura dei materiali oggetto a verifiche visuali/funzionali, i tempi di esecuzione delle attività, il corretto utilizzo delle attrezzature specifiche e speciali da parte di ANM.
In generale, qualora in base alle risultanze delle attività riportate negli Artt. E.5.2, E.5.3 ed E.5.4 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica, emergesse la necessità di aggiornare la documentazione di manutenzione, in termini di eliminazione/inserimento di attività, necessità di ricambi non previsti (o eliminazione di ricambi previsti), aggiornamento dei tempi di esecuzione delle diverse attività, necessità di documentazione tecnica aggiuntiva, l'Appaltatore dovrà provvedervi entro 6 mesi dal termine della sorveglianza tecnica.
Parimenti qualora emergesse la necessità di nuove attrezzature specifiche o il superamento della loro obsolescenza (software inclusi) non previste inizialmente, l'Appaltatore dovrà provvedere al più presto alla loro messa a disposizione senza onere alcuno per la Stazione Appaltante.

E.6 STRUMENTI DEDICATI PER LA MANUTENZIONE E LA MOVIMENTAZIONE ED ALTRI MATERIALI A CORREDO.

Per la fornitura in oggetto l'Appaltatore deve studiare, progettare, realizzare le eventuali attrezzature speciali, nonché i software per lo svolgimento di attività di manutenzione preventiva e correttiva necessarie per il montaggio, lo smontaggio, il controllo e la diagnostica off-line. Tutte queste attrezzature e software verranno consegnate senza onere alcuno per la Stazione Appaltante ed in particolare:
- quelle necessarie per la manutenzione correttiva e preventiva di deposito, nonché quelle attinenti con la sicurezza e la regolarità dell'esercizio (es.: scarico dati del registratore di eventi, scarico dati della

videosorveglianza, attrezzature speciali per il re-railing) entro e non oltre la messa in servizio del 1° rotabile e comunque dovranno essere disponibili in occasione dei corsi di formazione,
- quelle per la manutenzione pesante prima dell'inizio dei relativi corsi.

L'Appaltatore inoltre deve fornire le specifiche e le istruzioni di uso e manutenzione di ciascuna delle apparecchiature progettate e fornite, nonché consegnare la documentazione costruttiva e di progetto di dette attrezzature, della quale la Stazione Appaltante e il Gestore ANM devono disporre liberamente per la loro acquisizione/realizzazione.

A titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, per indicare con maggiore chiarezza si riportano nella tabella seguente quali strumenti specifici ANM si attende a corredo della fornitura.

Attrezzature quantità prevista

Diagnostiche portatili (o trasportabili) di impianti per poter individuare la parte elementare in avaria sostituibile in deposito dotate di cavi di interfaccia con l'elettronica del tram, installate su personal computer portatili, dotati di: schermo 15", nr. 1 porta LAN/Ethernet, nr. 2 porte tipo USB, lettore di DVD, accessori quali: carica-batterie, dispositivi di comunicazione via cavo o wireless (se il tram ne è dotato), borsa protettiva, e software quali: sistema operativo tipo Windows®, antivirus tipo Norton®o equivalente, lettore di file ".pdf" tipo Adobe Reader® o equivalente; i personal computer saranno dotati di licenze dei software commerciali installati, manuali d'uso e di contratto di assistenza in garanzia di 5 anni; è a carico dell'Appaltatore anche l'installazione degli aggiornamenti di tutti i software di diagnosi di 1°, 2° e 3° livello con licenza d'uso, incluso l'antivirus, fino al termine della garanzia dell'ultimo tram.

5 set Diagnostiche o apparecchiature di interfaccia per poter acquisire dati dagli equipaggiamenti, impostare tarature, ecc., inclusi i cavi di interfaccia.

5 set Attrezzature meccaniche per smontare e rimontare parti del tram, appositamente concepite allo scopo.

2 set Calibri per controllo della quadratura del telaio, sia per l'eventuale carrello motore, sia per un eventuale carrello portante, degli allineamenti delle boccole, del sistema di trasmissione, dello scartamento, del diametro e del profilo della fascia di rotolamento.

2 set Strumento necessario per l'impostazione / visualizzazione / scarico / archiviazione di dati relativi agli impianti di tachimetria, uomo morto e registrazione di eventi.

3 set Strumento necessario per la visualizzazione / scarico / archiviazione delle immagini registrate dall'impianto di videosorveglianza di bordo (es. interfacce hardware, anche se standard, per il collegamento a comuni personal computer, software di scarico immagini, software di visualizzazione, dispositivo elettronico di elaborazione nel caso non possa essere usato un comune personal computer, ...).

3 set Set di contro-connettori interamente cablati e collegati tra loro per l'effettuazione della prova annuale di isolamento dei circuiti AT e MT, atti a rendere equipotenziali tutti i circuiti senza necessità di ulteriori cavi.

3 set Set di attrezzatura completa per il re-railing dei tram da utilizzare in caso di deragliamento in linea; la definizione di tali attrezzi va accuratamente condivisa con la Stazione Appaltante e il Gestore ANM in ragione delle peculiari procedure operative del caso.

3 set CD-Rom di installazione di tutti i software di setting, monitoraggio, manutenzione, controllo e diagnostica di tutti gli impianti dotati di centralina elettronica (es.: trazione, logica di veicolo, porte, condizionamento, …); tali software saranno corredati da licenza a nome ANM S.p.A per un numero illimitato di installazioni, ai soli fini di manutenzione dei tram oggetto di fornitura.

3 set I software si intendono dotati di licenza d'uso.

Resterà in capo all'Appaltatore l'onere di fornitura di ulteriori strumenti dedicati per la manutenzione di cui si evidenziasse la necessità.

In aggiunta alle attrezzature di cui sopra, saranno in ogni caso forniti i seguenti materiali, nei relativi quantitativi indicati:

- numero 2 (due) dispositivi elettronici portatili attrezzati per il rilievo dei profili ruota, per la misurazione dei diametri e auspicabilmente dello scartamento interno delle ruote, in grado di conservare ed organizzare i dati raccolti. Per quanto possibile, tali dispositivi saranno di tipo reperibile sul mercato.
- Numero 1 (uno) set per il recupero della persona eventualmente investita e modalità di impiego per il Corpo dei Vigili del Fuoco.

E.7 RICAMBI.

L'Appaltatore deve fornire alla Stazione Appaltante, su richiesta, materiali di ricambio identici a quelli impiegati sui rotabili, per tutta la vita utile del rotabile.
Per tutto il periodo di monitoraggio del LCC, la valorizzazione dei ricambi deve rispondere al requisito riportato all'Art. E.3.1 del presente Capitolato Speciale – Parte Tecnica e sarà la medesima di quella considerata per il calcolo del LCC. Congiuntamente alla documentazione RAM, l'Appaltatore presenterà il "Listino Prezzi dei Ricambi", contenente, per ogni assieme (carrelli, azionamenti di trazione, …), sotto assieme (eventuale sala montata, …), componente (disco freno …) fino al livello di LRU (es.: scheda delle centraline
elettroniche), scomponendo il veicolo nelle sue principali LRU, indicandone la riparabilità o meno in caso di guasto, i singoli tassi di guasto.
I materiali di ricambio sono soggetti alle medesime condizioni di prova di serie previste per la fornitura di primo equipaggiamento sui rotabili; alla consegna, essi saranno corredati da certificati di qualità e report di prova.
I materiali di ricambio sono coperti da garanzia di 2 anni dalla consegna; materiali acquistati da ANM come ricambi che dovessero essere posti in opera su tram nel corso del periodo di garanzia rientrano nella garanzia dei tram completi, fino alla sua scadenza.
I materiali di ricambio saranno soggetti a tutte le modifiche ed aggiornamenti eventualmente intervenuti sui materiali che equipaggiano i tram, a spese dell'Appaltatore, a prescindere dal fatto che siano già stati consegnati alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM.
Per tutta la vita utile del tram, l'Appaltatore dovrà provvedere a rimediare ad eventuali problemi di obsolescenza dei materiali di ricambio, siano essi di sua fabbricazione o di subfornitura;
in caso di modifiche progettuali ai componenti, cessate produzioni, irreperibilità o fallimento dei sub-fornitori, l'Appaltatore fornirà alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM materiali equivalenti, auspicabilmente entro il termine di 6 mesi, garantendo l'intercambiabilità con i componenti di prima fornitura e la piena funzionalità del veicolo. In particolare, laddove l'Appaltatore impiegasse componenti elettronici "custom", deve essere consegnata la relativa documentazione, atta a consentire la progettazione e la realizzazione di componenti nuovi perfettamente intercambiabili con gli obsoleti.
L'Appaltatore indicherà alla Stazione Appaltante ed al Gestore ANM i costruttori originari di ciascun materiale ed indicherà espressamente, nei cataloghi ricambi, il part-number di ciascun materiale secondo la codifica del costruttore originario e i riferimenti del costruttore stesso. L'Appaltatore non può proporsi alla Stazione Appaltante come rivenditore esclusivo dei materiali prodotti da terzi, né stipulare con questi ultimi accordi commerciali che vincolino la Stazione Appaltante riguardo gli acquisti, né trarre vantaggi economici al riguardo.
Al riguardo nel caso in cui la Stazione Appaltante non riuscisse ad acquisire un ricambio fornito in regime di monopolio dall'Appaltatore, la medesima potrebbe essere soggetta alla denuncia per interruzione di pubblico servizio. Nel caso i materiali di subfornitura richiedano attrezzature speciali per la loro costruzione (es.: matrici per estrusi, stampi …) e movimentazione, l'Appaltatore concederà in uso tali attrezzature (se di sua proprietà), oppure concederà il nulla-osta all'utilizzo di tali attrezzature da parte del suo sub-Fornitore (se non di sua proprietà), per forniture dirette alla Stazione Appaltante ed a ANM, senza oneri per la Stazione Appaltante, senza limitazioni di sorta.