

RTI Progettisti:



**PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA  
SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA RELATIVI ALLA  
REALIZZAZIONE DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BRESCIA "T2"  
(PENDOLINA - FIERA)**

CUP: C81B21013200005 - CIG: 9101132BB5

DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA  
CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE  
MATERIALE ROTABILE

**BRESCIA MOBILITA'**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. VERA SABATTI

DIRETTORE GENERALE

ING. MARCO MEDEGHINI

ASSISTENZA AL RUP E ASPETTI TECNICI

ING. CLAUDIO ORLANDI, ING. ROBERTO PANSI,  
ING. MARCO CORTI

DEC E MOBILITY MANAGER

ING. MICHELA BONERA

COMUNE DI BRESCIA - Assessorato alla Mobilità,  
Eliminazione Barriere Architettoniche e Trasporto  
Pubblico

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. STEFANO SBARDELLA

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

CAPO PROGETTO COORDINATORE RESPONSABILE

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

COORDINATORE TECNICO

ING. DANILO RUSSO

BIM MANAGER

GEOM. MIRKO CASAROLI

INFRASTRUTTURA TRANVIARIA

ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO

ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE STRUTTURALI

ING. ERICA CALATOZZO

IMPIANTI TECNOLOGICI

ING. SIMONE VILLA

IMPIANTI CIVILI ED INDUSTRIALI

ING. DOMENICO D'APOLLONIO

ANTINCENDIO

ARCH. VERONICA SAGONE

ESERCIZIO E MANUTENZIONE

ING. GIORGIO COLETTI

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

ING. LUCA CUCINO

RESPONSABILE QUALITA' E PROCEDURE

ING. ANDREA DANZI

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

PROF. MATTEO MATTIOLI

IDRAULICA E IDROLOGIA

ING. DOMENICO NAVE

GEOLOGIA

PROF. MATTEO MATTIOLI

GEOTECNICA

ING. ANDREA OSS

ACUSTICA E VIBRAZIONI

GEOL. DAVIDE SASDELLI

CANTIERIZZAZIONE E RISOLUZIONE INTERFERENZE

ING. PIETRO CAMINITI

ARCHEOLOGIA

DOSS. Z. X. GONZALEZ MURO

COMMESSA	FASE	LOTTO/SUBLOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	LAVOR./APPROV.	REV.	SCALA
BST2	PD	LG00	COM	CDP	R002	A1	A	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
A	16/04/2024	EMISSIONE	RTP	R. D'AMICO	P. MARCHETTI	S. CAMINITI



## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>9</b>
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	9
<b>2.</b>	<b>OGGETTO DELLA FORNITURA</b>	<b>9</b>
2.1	DESCRIZIONE DELLA FORNITURA	10
2.2	PROFILO DI MISSIONE	10
2.3	DESCRIZIONE DELLA RETE TRAMVIARIA DI BRESCIA	11
2.4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO APPLICABILE	12
2.5	DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL VEICOLO	13
2.6	ACCOPPIABILITÀ	14
2.7	DISPOSITIVI DI ACCOPPIAMENTO	14
2.8	COMFORT	15
2.9	DIMENSIONAMENTO SPAZI PASSEGGERI	16
2.10	STRUTTURE E MASSE	16
<b>3.</b>	<b>TRAZIONE E FRENATURA</b>	<b>17</b>
3.1	GENERALITÀ	17
3.2	ACCELERAZIONE	17
3.3	VELOCITÀ MASSIMA	18
3.4	MARCIA MEDIANTE ACCUMULO DI ENERGIA	18
3.5	MARCIA IN CONDIZIONI DEGRADATE, BY-PASS DELLE SICUREZZE E CONSENSI ALLA TRAZIONE	18
3.6	RETROMARCIA	19
3.7	FRENATURA	19
3.8	FRENATURA DI SERVIZIO	20
3.9	FRENATURA DI SICUREZZA	20
3.10	FRENATURA DI EMERGENZA	20
3.11	FRENATURA A PATTINI ELETTROMAGNETICI	20
3.12	FRENO DI TRATTENUTA	21
3.13	FRENO DI STAZIONAMENTO	21
3.14	DIAGRAMMA DI TRATTA	21
3.15	STIMA DEL CONSUMO ENERGETICO	21



---

<b>4.</b>	<b>SICUREZZA</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>PROTEZIONE DAL FUOCO</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>SISTEMA RETROVISIVO</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>CASSA</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>STRUTTURA DELLA CASSA E DEL TELAIO</b>	<b>23</b>
<b>5.2</b>	<b>RESISTENZA DELLA STRUTTURA</b>	<b>24</b>
<b>5.3</b>	<b>PROTEZIONE DA URTI</b>	<b>25</b>
<b>5.4</b>	<b>CALCOLI DELLA STRUTTURA</b>	<b>25</b>
<b>5.5</b>	<b>INTERCOMUNICANTE</b>	<b>25</b>
<b>5.6</b>	<b>TARGHETTE E PITTOGRAMMI</b>	<b>26</b>
<b>5.7</b>	<b>SPAZI PUBBLICITARI E AVVISI</b>	<b>26</b>
<b>5.8</b>	<b>SEDILI</b>	<b>26</b>
<b>5.9</b>	<b>PORTE RICARICA DEVICE PORTATILI</b>	<b>27</b>
<b>5.10</b>	<b>POSTAZIONI PER PASSEGGERI CON DISABILITA' MOTORIA</b>	<b>27</b>
<b>5.11</b>	<b>MANCORRENTI E PIANTANE</b>	<b>28</b>
<b>5.12</b>	<b>ARREDI INTERNI</b>	<b>28</b>
<b>5.13</b>	<b>FINESTRINI</b>	<b>29</b>
<b>5.14</b>	<b>PAVIMENTO</b>	<b>29</b>
<b>5.15</b>	<b>CLIMATIZZAZIONE COMPARTO PASSEGGERI</b>	<b>30</b>
<b>6.</b>	<b>CABINA DI GUIDA.</b>	<b>31</b>
<b>6.1</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL POSTO GUIDA</b>	<b>31</b>
<b>6.2</b>	<b>PORTE DI ACCESSO ALLA CABINA DI GUIDA.</b>	<b>34</b>
<b>6.3</b>	<b>IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE/VENTILAZIONE DELLA CABINA</b>	<b>35</b>
<b>7.</b>	<b>CARRELLI.</b>	<b>35</b>
<b>7.1</b>	<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>35</b>
<b>7.2</b>	<b>STRUTTURA</b>	<b>36</b>
<b>7.3</b>	<b>CARRELLO MOTORE</b>	<b>36</b>
<b>7.4</b>	<b>CARRELLO PORTANTE</b>	<b>37</b>
<b>7.5</b>	<b>BOCCOLE</b>	<b>37</b>
<b>7.6</b>	<b>SOSPENSIONI</b>	<b>37</b>
<b>7.7</b>	<b>SOSPENSIONE PRIMARIA</b>	<b>38</b>

---



---

<b>7.8</b>	<b>SOSPENSIONE SECONDARIA</b>	<b>38</b>
<b>7.9</b>	<b>ELEMENTI ELASTICI</b>	<b>38</b>
<b>7.10</b>	<b>PATTINI ELETTROMAGNETICI</b>	<b>38</b>
<b>7.11</b>	<b>SABBIERE</b>	<b>39</b>
<b>7.12</b>	<b>UNGIBORDO</b>	<b>40</b>
<b>7.13</b>	<b>CONTROLLO DELLA PESATURA</b>	<b>40</b>
<b>7.14</b>	<b>ANTI-SLITTAMENTO E ANTI-PATTINAMENTO</b>	<b>40</b>
<b>7.15</b>	<b>SALA MONTATA</b>	<b>40</b>
<b>7.16</b>	<b>IMPIANTO FRENO MECCANICO (AD ATTRITO)</b>	<b>41</b>
<b>8.</b>	<b>PORTE PASSEGGERI E INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE</b>	<b>42</b>

---

<b>8.1</b>	<b>CARATTERISTICHE GENERALI DELLE PORTE PASSEGGERI</b>	<b>42</b>
<b>8.2</b>	<b>CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE PORTE</b>	<b>43</b>
<b>8.3</b>	<b>OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN SERVIZIO</b>	<b>44</b>
<b>8.4</b>	<b>OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN EMERGENZA</b>	<b>44</b>
<b>8.5</b>	<b>INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE</b>	<b>45</b>
<b>9.</b>	<b>EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO</b>	<b>45</b>

---

<b>9.1</b>	<b>CARATTERISTICHE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI</b>	<b>45</b>
<b>9.2</b>	<b>PROTEZIONI.</b>	<b>46</b>
<b>9.3</b>	<b>TENSIONI DI ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE</b>	<b>47</b>
<b>9.4</b>	<b>COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA</b>	<b>48</b>
<b>9.5</b>	<b>RIGIDITÀ DIELETTICA E IMPEDENZA DI ISOLAMENTO</b>	<b>49</b>
<b>9.6</b>	<b>CABLAGGIO DEI CAVI NEGATIVI E RITORNI DI CORRENTI</b>	<b>49</b>
<b>9.7</b>	<b>APPARECCHIATURE E COMPONENTI ELETTRONICI</b>	<b>50</b>
<b>9.8</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>50</b>
<b>9.9</b>	<b>COMPONENTI ELETTRICI</b>	<b>50</b>
<b>9.10</b>	<b>CABLAGGI</b>	<b>50</b>
9.10.1	POSA DEI CAVI	50
9.10.2	CAVI ELETTRICI	51
<b>9.11</b>	<b>CAPTAZIONE CORRENTE</b>	<b>52</b>
9.11.1	PANTOGRAFO	52
9.11.2	SCARICATORE	53
<b>10.</b>	<b>EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO DI TRAZIONE E FRENATURA</b>	<b>53</b>

---



---

10.1	GENERALITÀ	53
10.2	COMPOSIZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO	54
10.3	INTERRUTTORE EXTRARAPIDO	54
10.4	AZIONAMENTI DI TRAZIONE	54
10.5	CONVERTITORE	55
10.6	FILTRO DI LINEA	55
10.7	LOGICA DI VEICOLO.	55
10.8	LOGICA DI AZIONAMENTO (TCU)	55
10.9	MOTORI DI TRAZIONE	56
10.10	REOSTATI DI FRENATURA	56
10.11	MANIPOLATORE DI TRAZIONE E FRENATURA	56
11.	EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO AUSILIARIO	57
11.1	CONVERTITORI AUSILIARI	57
11.2	MARCIA AUTONOMA	58
11.3	IMPIANTO PNEUMATICO	59
11.4	BATTERIE	59
11.5	CASSONI APPARECCHI ELETTRICI	59
11.6	CONTEGGIO ENERGIA	60
11.7	IMPIANTO DI RILEVAMENTO FUMI	60
11.8	ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA	60
11.9	DISPOSITIVO VIGILANTE	61
11.10	DISPOSITIVO VELOCITÀ ZERO	61
11.11	REGISTRATORE DI EVENTI.	62
11.12	TACHIMETRO	62
11.13	OROLOGIO DI SISTEMA	63
11.14	RETE MVB	63
11.15	DIAGNOSTICA	63
11.16	COMANDO SCAMBI	64
11.17	DISPOSITIVO ATTIVO ANTI-COLLISIONE	64
12.	IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE, ALLARME, VIDEOSORVEGLIANZA E INFORMAZIONE PASSEGGERI	65
12.1	RETE CABLATA DI BORDO (ETHERNET)	65

---



<b>12.2</b>	<b>PUNTI DI RICARICA USB</b>	<b>65</b>
<b>12.3</b>	<b>TELECAMERE INTERNE</b>	<b>65</b>
<b>12.4</b>	<b>TELECAMERE ESTERNE</b>	<b>66</b>
<b>12.5</b>	<b>SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA A BORDO TRENO (LIVE/REGISTRAZIONE)</b>	<b>66</b>
<b>12.6</b>	<b>ALLARME PASSEGGERI</b>	<b>67</b>
<b>12.7</b>	<b>DIFFUSIONE SONORA</b>	<b>67</b>
<b>12.8</b>	<b>SISTEMA DI CONTEGGIO PASSEGGERI</b>	<b>68</b>
<b>12.9</b>	<b>SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE CON IL POSTO CENTRALE (AVM)</b>	<b>68</b>
<b>12.10</b>	<b>SISTEMA DI BIGLIETTAZIONE</b>	<b>68</b>
<b>13.</b>	<b>PRESTAZIONI RAMS</b>	<b>69</b>
<b>13.1</b>	<b>DOCUMENTAZIONE RAMS</b>	<b>69</b>
<b>13.2</b>	<b>PERIODO DI RILEVAMENTO</b>	<b>70</b>
<b>13.3</b>	<b>AFFIDABILITÀ (R)</b>	<b>70</b>
13.3.1	AFFIDABILITÀ GLOBALE DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI	70
13.3.2	AFFIDABILITÀ DI ESERCIZIO DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI	71
13.3.3	OBIETTIVO	71
13.3.4	MANCATO SODDISFACIMENTO DEL VALORE OFFERTO	71
13.3.5	PENALE	72
13.3.6	AFFIDABILITÀ DEI PRINCIPALI EQUIPAGGIAMENTI E COMPLESSIVI	72
13.3.7	OBIETTIVO	72
<b>13.4</b>	<b>DISPONIBILITÀ (A)</b>	<b>74</b>
13.4.1	DISPONIBILITÀ DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI	74
13.4.2	OBIETTIVO	75
13.4.3	MANCATO SODDISFACIMENTO DEL VALORE OFFERTO	75
13.4.4	PENALE	76
13.4.5	TEMPI MEDI DI RIPARAZIONE	76
<b>13.5</b>	<b>MANUTENIBILITÀ (M)</b>	<b>76</b>
13.5.1	MANUTENZIONE PREVENTIVA E CORRETTIVA	78
<b>13.6</b>	<b>SICUREZZA</b>	<b>80</b>
<b>14.</b>	<b>COSTO DEL CICLO DI VITA DEL ROTABILE (LCC LIFE CYCLE COST)</b>	<b>81</b>
<b>15.</b>	<b>GARANZIA E MANUTENZIONE CONTRATTUALE</b>	<b>81</b>
<b>15.1</b>	<b>GARANZIE</b>	<b>82</b>
15.1.1	GARANZIA GENERALE	82
15.1.2	FINE GARANZIA E GARANZIE PARTICOLARI	82
15.1.3	ASSISTENZA POST - VENDITA E APPLICAZIONE DELLE GARANZIE	82
15.1.4	PENALITÀ PER INATTIVITÀ DEI VEICOLI NEL PERIODO DI GARANZIA	83



<b>15.2</b>	<b>ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE CONTRATTUALE A CARICO DELL'APPALTATORE (FULL SERVICE)</b>	<b>84</b>
15.2.1	LOCALITÀ IN CUI AVVIENE LA MANUTENZIONE	84
15.2.2	LOCALI, AMBIENTI, ATTREZZATURE E MATERIALI	84
15.2.3	ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE	85
15.2.4	SUPERVISIONE DEL COMMITTENTE E REGISTRAZIONE DEI LAVORI	86
15.2.5	ATTIVITÀ NON INCLUSE NEL FULL SERVICE	86
15.2.6	PENALI	86
15.2.7	NON CONFORMITÀ CHE NON IMPEDISCONO L'IMMISSIONE IN SERVIZIO O LA PROSECUZIONE DEL SERVIZIO DEL TRAM	87
15.2.8	NON CONFORMITÀ CHE IMPEDISCONO L'IMMISSIONE IN SERVIZIO E/O LA PROSECUZIONE DEL SERVIZIO DEL TRAM	88
<b>15.3</b>	<b>STRUMENTI DEDICATI PER LA MANUTENZIONE ED ALTRI MATERIALI A CORREDO</b>	<b>90</b>
<b>15.4</b>	<b>AFFIANCAMENTO E FORMAZIONE PERSONALE DELLA MANUTENZIONE</b>	<b>91</b>
<b>15.5</b>	<b>CATALOGO RICAMBI</b>	<b>92</b>
<b>15.6</b>	<b>RICAMBI E COMPLESSIVI DI SCORTA</b>	<b>92</b>
<b>15.7</b>	<b>MATERIALI DI CONSUMO</b>	<b>94</b>
<b>16.</b>	<b>PIANO DI GESTIONE DELLA FORNITURA</b>	<b>94</b>
<b>16.1</b>	<b>CONDIZIONI DI MANUTENZIONE</b>	<b>96</b>
16.1.1	ACCESSIBILITÀ	96
16.1.2	ESTRAIBILITÀ	96
16.1.3	MANIPOLABILITÀ	96
<b>16.2</b>	<b>GESTIONE DELLA PROGETTAZIONE</b>	<b>97</b>
16.2.1	PROGETTO AI SENSI DELLA C.M. 201 DEL 16/09/1983	97
16.2.2	PROGETTO COSTRUTTIVO/ESECUTIVO	97
16.2.3	PROGETTO AS BUILT - DISEGNI D'ASSIEME E COSTRUTTIVI DI COMPONENTI, DISEGNI DELLE STRUTTURE CASSE E CARRELLI, DISEGNI DI ALLESTIMENTO E MONTAGGIO, SCHEMI ELETTRICI E FLUIDICI	98
16.2.4	UTILIZZAZIONE DEI PROGETTI	98
<b>16.3</b>	<b>PROVE E COLLAUDI</b>	<b>98</b>
<b>16.4</b>	<b>PIANO DELLE PROVE</b>	<b>99</b>
<b>16.5</b>	<b>DOCUMENTAZIONE PROBATORIA</b>	<b>99</b>
<b>16.6</b>	<b>PROVE DI TIPO E DI SERIE SUI COMPONENTI</b>	<b>99</b>
<b>16.7</b>	<b>PROVE DI TIPO SUL ROTABILE COMPLETO</b>	<b>101</b>
<b>16.8</b>	<b>PROVE DI SERIE SUL ROTABILE COMPLETO</b>	<b>102</b>
16.8.1	IN FABBRICA	102
16.8.2	PRESSO ESERCENTE	103
<b>16.9</b>	<b>MANUALI</b>	<b>103</b>
<b>16.10</b>	<b>LIBRETTI MINISTERIALI</b>	<b>105</b>





## 1. PREMESSE

### 1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La linea tranviaria si sviluppa tra i capolinea Fiera (zona sud-ovest della città), e Pendolina (zona nord-ovest) ed è per tutta la sua estensione in doppio binario. Lo sviluppo dei binari è di 11,298.01 km (binario pari - direzione Pendolina) e 11,206.77 km (binario dispari – direzione Fiera) esclusi i percorsi per raggiungere i depositi. In adiacenza alla fermata Fiera è collocato il deposito principale, mentre in prossimità di Pendolina si trova il deposito ausiliario. Oltre ai 2 capolinea sono presenti 19 fermate intermedie per un totale di 21 fermate.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto, di cui il presente documento è parte integrante, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo dell'opera e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore dovrà conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

## 2. OGGETTO DELLA FORNITURA

Il presente Capitolato Tecnico Speciale descrive le prestazioni oggetto del procedimento per l'affidamento della fornitura di n. 18 veicoli tranviari destinati alla nuova linea Tranviaria T2 Fiera-Pendolina di Brescia, così articolato:

- a) **Progettazione, costruzione, fornitura e manutenzione di n. 18 veicoli tranviari** comprensiva di 2 anni di manutenzione full service;
- b) **Fornitura dei materiali di prima scorta** e per atti vandalici ed incidenti comprensiva delle attività opzionali di riparazione da compensarsi a misura;
- c) **Formazione e affiancamento al personale** tecnico per la manutenzione e la conduzione dei rotabili.
- d) **Manutenzione full service a tutti i veicoli** consegnati per tutto il periodo di garanzia integrato delle attività di ripristino a seguito di incidenti, atti vandalici, uso improprio;
- e) **Manutenzione full service delle batterie** su tutti i veicoli consegnati per tutto il periodo di durata delle batterie, indicato nei documenti di offerta, fino alla loro prima sostituzione. La prima sostituzione delle batterie è compresa nella prestazione.

I veicoli di nuova fornitura dovranno garantire la perfetta interoperabilità con le dotazioni impiantistiche, di alimentazione ed i sistemi di comunicazione della nuova linea. Dovranno, inoltre, essere perfettamente compatibili con le dotazioni impiantistiche, gli allestimenti e l'attrezzaggio delle officine e degli spazi di manovra, e con i mezzi ausiliari previsti.



L'Appaltatore si impegna a fornire n. 2 veicoli aggiuntivi, allo stesso prezzo e alle stesse condizioni dei n. 18 veicoli tranviari a base di gara. La Stazione Appaltante si riserva di richiedere la fornitura aggiuntiva entro 36 mesi dalla data di inizio esecuzione del contratto.

## 2.1 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Il progetto della linea T2 del sistema tranviario della Città di Brescia prevede la fornitura di complessivi 18 veicoli, come derivanti dalla relazione d'esercizio (documento BST2-PD-LG00-COM-TRA-R001-A1-F).

Per la specifica terminologia e le definizioni occorre fare riferimento alla UNI 11174.

Di seguito sono indicate le principali caratteristiche:

- scartamento pari a 1435 mm;
- il veicolo dovrà avere una lunghezza massima compresa fra 30 e non superiore a 33,5 m fuori tutto, con gli accoppiatori di emergenza riposti sotto la carenatura. Potrà essere formato al massimo da 5 casse. Dovrà avere una larghezza massima 2.4 m e un'altezza massima di 3,65 m con il pantografo abbassato. Per l'altezza massima con il pantografo alto si dovrà fare riferimento alla documentazione di progetto riguardante la TE;
- di tipo multiarticolato, composto da casse collegate tra loro tramite articolazioni e intercomunicanti.

**Il Concorrente dovrà dichiarare, al momento dell'offerta, quale sia il valore di rumorosità all'interno dell'intercomunicante e delle casse; inoltre, nella documentazione consegnata, dovrà essere indicata la soluzione di multiarticolato analogo attualmente utilizzato su reti europee;**

- a pavimento ribassato al 100 % nel rispetto delle indicazioni della norma UNI 11174. Non è ammessa pertanto la presenza di gradini interni, accettabile limitatamente al solo accesso alla cabina di guida, anche se rimane preferibile un accesso a raso. Un eventuale sopraelevazione presente sotto i sedili non è considerata equivalente ad un gradino, purché non presenti rischio di inciampo per i viaggiatori;
- Il veicolo dovrà essere dotato di illuminazione interna ed esterna del tipo a led;

## 2.2 PROFILO DI MISSIONE

Il profilo di missione del materiale rotabile, come contenuto nel documento BST2-PD-LG00-COM-TRA-R001-A1-F, è il seguente:

- utilizzo giornaliero: 20 ore/giorno di servizio.
- vita tecnica utile: 35 anni;
- percorrenza annua 70.000 km;
- velocità massima: 70 km/h;
- velocità massima di esercizio: 50 km/h;



- velocità commerciale teorica (senza considerare i tempi di attesa per mancata priorità semaforica, il margine di recupero in linea e l'incremento dei tempi ai capolinea): 19,2 km/h;
- velocità commerciale effettiva (considerando i perditempo possibili): 17,2 km/h.

Le condizioni ambientali sono definite dalle norme CEI EN 5125-1 e CEI EN 5155-1.

È richiesta la regolarità di funzionamento del veicolo offerto, in una o più delle seguenti condizioni contemporaneamente:

- possibile penetrazione di acqua e neve per effetto della turbolenza dovuta al movimento ed alla ventilazione del rotabile;
- utilizzo dei rotabili all'aperto;
- scariche atmosferiche sulla catenaria;
- getto di acqua dovuti di lavaggio automatico;
- presenza di fogliame e polline a seguito del transito dei veicoli lungo viali alberati;
- rimessaggio all'aperto durante tutte le stagioni.

## 2.3 DESCRIZIONE DELLA RETE TRAMVIARIA DI BRESCIA

La linea T2 Fiera-Pendolina costituisce il primo progetto di realizzazione di un'infrastruttura tramviaria nella città di Brescia, cui seguiranno in futuro altre linee, secondo le previsioni del PUMS adottato dal Comune di Brescia. L'estensione dell'infrastruttura è di circa 12km di linea a doppio binario, con 21 fermate, a cui si aggiungono il Deposito principale Fiera, con funzione di officina di manutenzione e rimessaggio (in prossimità del capolinea Sud -Fiera) e il Deposito secondario Pendolina con funzione di solo rimessaggio e pulizia dei rotabili in rimessa (in prossimità del capolinea Nord – Pendolina). La linea è inoltre predisposta per la connessione in due diverse zone con i futuri rami di estensione della rete. La tratta centrale potrà essere pertanto percorsa anche dai veicoli delle future linee T3 e T4.

L'alimentazione elettrica di progetto per la trazione elettrica è di 750 Vcc.

Sono previste tre tratte di linea *catenary-free*, per un totale di circa 3,25 km, in cui i veicoli procederanno in marcia autonoma dopo aver abbassato il pantografo. Per tale ragione i veicoli saranno dotati di un apposito sistema di accumulatori a bordo. Le tratte previste sono le seguenti:

- tra fermata Corsica e fermata Repubblica;
- tra fermata Palagiustizia e fermata S. Faustino;
- tra fermata Fiumicello e fermata Colombo;

Il raggio minimo orizzontale in linea è di 21 m. I raggi verticali sono previsti nel rispetto della norma UNI 11174.

Il progetto prevede una pendenza massima in linea del 5% circa.

La flotta prevista per esercire la linea T2 è di 18 veicoli, con una velocità commerciale di 17,2 km/h.



Per tutti i dati tecnici dell'infrastruttura di progetto, (opere civili, armamento, alimentazione elettrica, caratteristiche del tracciato, ecc) si richiamano integralmente i contenuti degli elaborati di progetto definitivo, a cui il presente Capitolato si riferisce.

## 2.4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO APPLICABILE

La normativa di riferimento è riportata in ordine di importanza e per ciascuna norma dovrà essere considerata l'ultima versione:

- D.P.R. n. 753 del 11/07/1980 e Circolari del Ministero dei Trasporti D.G. - M.C.T.C. n. 201 del 16/09/1983 e n. 244 del 02/05/1985. In considerazione del momento di transizione tra il Ministero Delle Infrastrutture e dei Trasporti – USTIF e ANSFISA dovranno essere rispettati eventuali nuovi decreti /Regolamenti emanati in loro sostituzione;
- leggi vigenti in materia di sicurezza e igiene del lavoro e di tutela dell'ambiente;
- norma quadro UNI 11174 relativa al materiale rotabile tramviario;
- norme europee EN, CEN, CENELEC;
- norme italiane UNI e CEI-UNEL;
- norme internazionali ISO, IEC;
- altre prescrizioni del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La normativa tecnica è attualmente in fase di evoluzione; eventuali modifiche sul progetto del tram che possono essere richieste dagli organi di sorveglianza o di certificazione dovranno essere messe in atto dall'Appaltatore senza che venga richiesto né riconosciuto alcun compenso aggiuntivo.

Inoltre sono a carico dell'Appaltatore tutti i costi e le spese aggiuntive dovute a modifiche di leggi o normative entrate in vigore successivamente alla firma del contratto, ed in particolare:

- l'installazione di nuovi sistemi o sottosistemi, ovvero la loro modifica, necessari per ottenere l'AMIS e/o per ottemperare alle normative sulla salute e sicurezza sul posto di lavoro;
- la produzione di ulteriore materiale documentario a seguito del formale affidamento della fornitura oltre a quello previsto;
- la necessità di nuove prove per il processo di consegna dei veicoli, rispetto a quanto previsto;
- la modifica delle attività necessarie per ottenere l'AMIS, in aggiunta alla procedura descritta;
- eventuali innovativi apprestamenti e/o strumenti didattici che si rendessero necessari per l'istruzione del personale, ad integrazione di quanto già previsto, a semplice richiesta della Stazione Appaltante;
- ogni altro onere per dare efficienti e pronti all'esercizio commerciale i veicoli.

I principali componenti, al fine di poter garantire veicoli con un elevato grado di affidabilità nei tempi previsti, dovranno essere di tipo già industrializzato, ampiamente collaudato o, in alternativa, direttamente derivato da elementi industrializzati.

Per ogni norma richiamata dovrà essere fornita una specifica relazione tecnica di rispondenza alla norma.



## 2.5 DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL VEICOLO

Il rotabile dovrà soddisfare i seguenti requisiti relativamente alle dimensioni principali e all'architettura generale:

- Il veicolo dovrà essere di tipo bidirezionale con due cabine di guida alle estremità;
- La capienza minima dei passeggeri trasportati in piedi e seduti dovrà essere di 200 con densità dei passeggeri in piedi di 4 passeggeri/mq; includendo nell'area utile per i passeggeri anche le parti destinate a sedie a ruote e quelle occupate da mancorrenti il numero di posti a sedere dovrà essere non inferiore al 20% della capacità totale del comparto passeggeri;
- lunghezza complessiva del tram non inferiore a 30,00 m e non superiore a 33,50 m, misurata tra i punti di massima sporgenza longitudinali, con organi di accoppiamento riposti sotto la carenatura;
- larghezza esterna nominale massima 2400 mm;
- altezza libera del cielo all'interno dei rotabili, lungo la mezzera longitudinale, non minore di 2200 mm dal piano del pavimento, per l'intera lunghezza della cassa, incluse la zona del condizionatore e del pantografo, esclusa la zona degli intercomunicanti (dove l'altezza sarà non minore di 2.000 mm);
- altezza massima (con il pantografo in posizione abbassata, a tara e ruote nuove) 3650 mm;
- i carrelli sia motori che portanti dovranno essere contenuti all'interno della fiancata del veicolo e non dovranno sporgere dal filo trasversale della cassa. Eventuali careniture di protezione dei carrelli dovranno soddisfare i requisiti dettati dalla UNI EN 11174;
- Il veicolo dovrà essere dotato di 3 carrelli del tipo non pivottante di cui due motorizzati e uno portante;
- pavimento: 100% ribassato; il pavimento dovrà essere il più possibile orizzontale con una altezza del pavimento rispetto al piano del ferro pari a 350 mm. Sono ammesse rampe di raccordo tra quote differenti con pendenze massime come da UNI 11174 art. 5.2.3; nelle tolleranze indicate dalla norma UNI EN 11174 al punto 5.2.3;
- larghezza minima dei corridoi non inferiore 500 mm per l'intera lunghezza della vettura; larghezza va intesa come "libera" e pertanto non dovrà comprendere lo spazio dei piedi dei passeggeri seduti su eventuali sedili trasversali; al riguardo si consideri che i piedi dei passeggeri occupano nominalmente 300 mm (rif. norma UNI EN 15663 cap. 5);
- dovranno essere presenti almeno 4 porte su ambo i lati del veicolo, a doppia anta, uguali, ad azionamento elettrico, poste nella sezione di veicolo a pianale ribassato;
- per tutte le porte passeggeri, altezza della soglia di ingresso 350 mm dal piano del ferro, +50/-20 mm dal piano finito del marciapiede di banchina in tutte le condizioni di carico e di consumo dei cerchioni

**(eventuali spessoramenti da effettuare sui carrelli per compensare i consumi dei cerchioni dovranno essere specificati in offerta e gli spessori da utilizzare saranno compresi nella fornitura);**

- presenza di 2 postazioni per passeggeri con disabilità su sedia a rotelle;
- climatizzazione del comparto passeggeri e della cabina di guida con logica di funzionamento separati;
- peso per asse: non superiore a 120 kN;
- circolazione su curve planimetriche di raggio 21 m;



- presenza di un sistema di accumulo di energia a bordo veicolo per la Marcia Autonoma che consenta al tram di effettuare regolare servizio anche nei tratti di linea in cui non è presente la linea di alimentazione, i quali peraltro risultano in pendenza;
- per i tratti con alimentazione da linea aerea e per le ricariche sarà previsto un pantografo a doppio strisciante;
- non è previsto il servizio passeggeri in marcia accoppiata, ma dovrà essere possibile il traino di un veicolo guasto da parte di altro veicolo;

## 2.6 ACCOPPIABILITÀ

Per il recupero in emergenza del tram guasto lungo tutta la rete, i tram oggetto della fornitura dovranno potersi accoppiare tra di loro e con il veicolo bimodale tipo UNIMOG strada rotaia.

Per quanto riguarda il recupero, questo dovrà essere possibile sia in aggancio e spinta, sia in aggancio e traino.

I tram dovranno essere accoppiabili:

- meccanicamente, anteriormente e posteriormente tra loro o con il mezzo descritto nella relazione tecnica sugli attrezzaggi del deposito Fiera (documento BST2-PD-LSFP-DG1-ATR-R001-A1-D);
- elettricamente, anteriormente e posteriormente, per il solo comando dei pattini elettromagnetici, delle luci di emergenza e per le comunicazioni interne;
- L'accoppiamento meccanico tra due tram o tra un tram ed il veicolo di servizio dovrà essere possibile in qualsiasi punto della linea o del/dei depositi tramite un dispositivo di orientamento in curva, che consenta il corretto accoppiamento fra 2 tram, e il veicolo di servizio anche nelle curve più strette;
- per la trasmissione dei segnali elettrici in bassa tensione tra un tram e l'altro sarà prevista una contattiera ed un penzolo;
- I connettori dovranno avere grado di tenuta IP68 sia quando sono chiusi che quando sono accoppiati con il penzolo, anch'esso oggetto di fornitura per ciascun tram, della lunghezza adeguata, da riporre nel vano tecnico di bordo;
- Lo spezzamento accidentale della composizione determinerà l'apertura del laccio delle sicurezze su entrambi i veicoli, con intervento automatico della frenatura su entrambi;

Nelle operazioni di recupero di tram guasto, in esercizio o fuori servizio, non dovrà essere possibile alcun passaggio di alta e/o media tensione tra i due tram accoppiati.

In nessun modo sarà previsto il servizio passeggeri in multiplo.

## 2.7 DISPOSITIVI DI ACCOPPIAMENTO

L'accoppiamento meccanico tra due tram e con il veicolo di servizio potrà avvenire automaticamente.



**Dovrà essere specificato in offerta il dispositivo di aggancio previsto e le sue caratteristiche nonché la conformità alle vigenti normative.**

I dispositivi di aggancio dovranno essere contenuti entro le testate quando non in uso e protetti da adeguata copertura.

Al fine di agevolare l'utilizzo degli organi di accoppiamento la copertura sarà facilmente amovibile dal conducente, senza attrezzi speciali ed in modo che il conducente operi alla sua apertura unicamente 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.

## 2.8 COMFORT

Per l'accessibilità valgono le indicazioni della UNI 11174 art. 5.1. Non dovranno esservi gradini in prossimità delle porte di salita passeggeri, ossia il passeggero non dovrà 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 dovrà essere il più possibile vicino alle cabine di guida, compatibilmente con l'architettura generale del veicolo.

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 mezzera longitudinale, non minore di 2200 mm dal piano del pavimento, per l'intera lunghezza della cassa, incluse la zona del condizionatore e del pantografo, esclusa la zona degli intercomunicanti (dove l'altezza minima sarà  $\geq$  di 2000 mm);
- larghezza minima dei corridoi non inferiore a 500 mm per l'intera lunghezza della vettura

Per il comfort di marcia valgono le indicazioni delle norme UNI EN 12299 e UNI 11174 art. 5.3.1.

Per il comfort acustico (rumorosità interna) valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.4.

Oltre ai requisiti sopra menzionati, il rotabile dovrà essere 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 il comfort termico valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.6, con logica e funzionamento separati degli impianti di cabina rispetto quello del comparto passeggeri.



Nel progetto dovranno anche essere precisati i valori di: portate, numero ricambi aria per ora, percentuale minima di aria pura immessa, velocità di uscita dell'aria dai diffusori e le altre grandezze principali.

Le prestazioni minime attese sono:

Prestazioni a regime:

- Temp. Interna max con temp. esterna  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $+18^{\circ}\text{C}$
- Temp. interna min con temp. esterna  $+40^{\circ}\text{C}$ ,  $+32^{\circ}\text{C}$

Il sistema dovrà prevedere l'integrazione della funzione preriscaldamento e preraffreddamento con l'obiettivo di raggiungere le prestazioni summenzionate, all'avviamento del veicolo e con porte chiuse, entro e non oltre i 60 minuti.

L'umidità relativa garantita a regime dovrà essere in conformità alla normativa EN 14750.

Per i sistemi informativi di bordo, valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.7;

## 2.9 DIMENSIONAMENTO SPAZI PASSEGGERI

L'Appaltatore, per il dimensionamento degli spazi disponibili per i passeggeri e dei corridoi, dovrà fare riferimento a quanto indicato dalla norma UNI 11174 e regolamenti richiamati.

**Il Concorrente, in fase di offerta, dovrà indicare la capacità massima di persone trasportabili dal veicolo a seconda delle condizioni di carico.**

Dovranno essere previsti ad ogni porta spazi sufficienti per la manovra delle carrozzine per disabili.

Ogni passeggero in piedi dovrà potersi sorreggere tramite corrimani, montanti e maniglie di comodo utilizzo.

**Il Concorrente dovrà indicare in Offerta il numero di posti a sedere e la percentuale di spazio interno occupata da detti posti.  
Il Concorrente dovrà presentare in Offerta uno schema che illustri l'allestimento interno del veicolo con le dimensioni di ingombro dei posti a sedere, il dimensionamento degli spazi liberi per la sosta in piedi, il sistema di supporti per i passeggeri. Il dettaglio dell'interno sarà utilizzato per calcolare la capacità di carico del veicolo.**

## 2.10 STRUTTURE E MASSE

L'Appaltatore dovrà consegnare in fase di progettazione 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.
  - Il carico massimo per asse dovrà essere non maggiore di 12 t.

Il valore di carico massimo di 12 t per asse 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.

## 3. TRAZIONE E FRENATURA

### 3.1 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 "tara" che di carico utile eccezionale.

Le prestazioni di accelerazione e velocità di seguito richieste sono riferite al valore nominale di tensione di linea di 750 V, ma dovranno essere rispettati anche quando il veicolo viaggia con alimentazione a batteria.

### 3.2 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  $1 \text{ m/s}^2$ .

Il gradiente di accelerazione longitudinale ( jerk ) dovrà essere minore o uguale a  $1,2 \text{ m/s}^3$



### **3.3 VELOCITÀ MASSIMA**

La velocità massima del veicolo dovrà essere di 70 km/h ma, in considerazione di quanto previsto dal codice della strada, la logica del veicolo dovrà autolimitare la velocità a 50 km/h.(reimpostabile)

### **3.4 MARCIA MEDIANTE ACCUMULO DI ENERGIA**

Durante la marcia mediante accumulo di energia dovranno essere rispettate le seguenti prestazioni minime:

- Decadimento delle prestazioni di accelerazione non superiore al 20%
- Riduzione della velocità massima di esercizio a non meno di 40 km/h.

### **3.5 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'5% (cinque per cento), con accelerazione non minore di 0,1 m/s<sup>2</sup>.

Un tram con avaria alla metà degli azionamenti di trazione dovrà 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 dovrà 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 dovrà poter circolare in sicurezza a carico utile eccezionale sino al capolinea più vicino a velocità limitata (almeno 20 km/h).

Con avaria di frenatura meccanica superiore al 50%, il tram dovrà rientrare con manovra di aggancio e spinta o traino.

Attraverso selettori rotativi piombati in cabina di guida, sul veicolo dovrà essere possibile by-passare eventuali guasti ai dispositivi:

- vigilante attivo,
- velocità zero,
- porte di salita/discesa passeggeri
- freno di sicurezza,
- frenatura meccanica dei carrelli,



- anti-collisione

per proseguire la marcia, fuori servizio passeggeri o come opportunamente regolato.

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.

Sarà previsto un comando di forzamento del relè consenso, al fine di lasciare al conducente la possibilità di trazione, rimuovendo sotto la sua responsabilità i controlli di sicurezza. L'attuazione del forzamento genererà un avviso e sarà registrata dal RSE

### 3.6 RETROMARCIA

Il tram sarà dotato di funzione di retromarcia, con velocità autolimitata al massimo a 5 km/h e segnalazione acustica

### 3.7 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.

Ciascun veicolo sarà dotato di una centralina elettronica del freno (BCU) che comanderà le centraline di controllo del freno idraulico di ogni carrello.

Ciascun carrello sarà pertanto dotato di una propria centralina elettronica di controllo del freno idraulico, che dovrà risultare indipendente dalle altre presenti sul veicolo. La centralina di comando e controllo del freno idraulico dovrà comandare il freno meccanico (freno a dischi). Le centraline idrauliche del freno dovranno essere montate nel sotto-cassa del veicolo in prossimità del carrello relativo.

Dovrà essere presente la funzionalità della prova del freno di tipo automatico comandato dal monitor del banco.

**La necessità di un eventuale intervento dell'operatore per l'esecuzione della prova del freno dovrà essere comunicata al momento dell'offerta e la durata della prova dovrà essere dichiarata.**

Tutte le prestazioni di frenatura 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. 3.4

Dovrà essere previsto l'impiego della sabbiatura del binario per migliorare l'aderenza fra ruota e rotaia.

### **3.8 FRENATURA DI SERVIZIO**

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

### **3.9 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 dovrà essere congruente alla norma UNI EN 13452, con un valore di decelerazione istantanea massimo di  $1,3 \text{ m/s}^2$  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.

### **3.10 FRENATURA DI EMERGENZA**

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

### **3.11 FRENATURA A PATTINI ELETTROMAGNETICI**

La frenatura a soli pattini elettromagnetici (magnetic track braking) dovrà essere comandata manualmente da pulsante a fungo, posto sul banco di manovra.

Il comando dei pattini elettromagnetici dovrà 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  $0,6 \text{ m/s}^2$ .



### 3.12 FRENO DI TRATTENUTA

Il freno di trattenuta, subentrante automaticamente a tram fermo, dovrà essere tale da mantenere il tram in posizione ferma, in condizioni di pieno carico, per un tempo illimitato, sulla massima pendenza dell'5%.

La sfrenatura sarà rapidissima, onde evitare ritardi nell'avviamento. Il freno di trattenuta dovrà essere escludibile dal conducente.

### 3.13 FRENO DI STAZIONAMENTO

Il freno di stazionamento o di parcheggio, subentrante automaticamente a tram disabilitato, dovrà essere tale da mantenere in posizione ferma il tram, a pieno carico, per un tempo illimitato, su una pendenza dell'5%.

### 3.14 DIAGRAMMA DI TRATTA

Nell'offerta tecnica dovrà essere incluso un diagramma di trazione su tratta standard di 400 m rettilinea in piano, con alimentazione da linea aerea di contatto a valori nominale e massimo (+20%) e minimo (-33%) e con marcia autonoma.

### 3.15 STIMA DEL CONSUMO ENERGETICO

Nell'offerta tecnica dovrà essere inclusa una relazione sulla stima del consumo energetico in un giro completo della T2 in condizioni di tensione nominale dell'alimentazione da linea aerea di contatto, carico permanente di 150 passeggeri, tempi di fermata di 20 s e di capolinea di 210 s, binario pulito, condizioni meteo favorevoli.

## 4. SICUREZZA

La progettazione, la costruzione e la manutenzione del veicolo dovranno essere condotte 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.

#### **4.1 PROTEZIONE DAL FUOCO**

La progettazione dei rotabili e la scelta dei materiali dovranno 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 a:

- tipo N (normale)
- cat 1
- livello di rischio HL1

Il veicolo dovrà essere dotato di un sistema di rivelazione incendi di tipo automatico

Il progetto del rotabile dovrà comprendere il computo del carico d'incendio.

Tutti i componenti non metallici saranno corredati di Certificazione di Comportamento al Fuoco.

A tale proposito l'Appaltatore dovrà consegnare il calcolo del carico d'incendio.

#### **4.2 SISTEMA RETROVISIVO**

Il tram dovrà essere dotato di un sistema retrovisivo, conforme alla norma UNI 11174, costituito sia da specchi retrovisivi, sia da telecamere.

Le cabine di guida saranno dotate di specchi retrovisori, i cui movimenti dovranno poter essere comandati elettricamente dal conducente.

Gli specchi dovranno fuoriuscire automaticamente all'abilitazione della cabina di guida e rientrare automaticamente alla disabilitazione della stessa.

Quando retratti gli specchi dovranno rientrare entro il filo esterno della cassa.

Inoltre, dovrà essere possibile comandare il rientro di tutti gli specchi contemporaneamente.



In caso di guasto al sistema di movimentazione, gli specchi dovranno poter essere apribili e richiudibili a mano dal conducente.

## 5. CASSA

Il rotabile dovrà essere di tipo multiarticolato e congruente con i requisiti richiesti dalla presente specifica.

Il rotabile dovrà quindi essere costruito con più casse collegate tra loro a mezzo di opportune articolazioni ed intercomunicanti.

Le cabine di guida dovranno essere separate dall'area del comparto passeggeri da una parete divisoria che dovrà accogliere una porta di accesso tra cabina e comparto passeggeri, parzialmente vetrata, in modo da garantire la visibilità esterna frontale da parte dei passeggeri.

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.

### **Il Concorrente, in fase di Offerta dovrà:**

- a) **presentare una rappresentazione in scala del veicolo consistente almeno in un disegno quotato a due viste (fronte e prospetto), sia per l'interno che per l'esterno, e in una vista assonometrica, tutte a colori.**
- b) **specificare quali elementi del veicolo, interni o esterni, sono personalizzabili in base all'esigenza del cliente e in che grado;**

La Stazione Appaltante si riserva di richiedere customizzazioni in relazione alle parti che l'Appaltatore avrà indicato come personalizzabili nella propria Offerta.

### 5.1 STRUTTURA DELLA CASSA E DEL TELAIO

I moduli costituenti le casse saranno costituiti ciascuno da un telaio, due fiancate, un imperiale.

Il telaio, le fiancate e l'imperiale dovranno essere uniti tra loro preferibilmente mediante saldatura. Le saldature saranno conformi alla UNI EN 15085. Sono ammesse soluzioni realizzate mediante l'uso di apposite piastre e rivetti strutturali.

**In tal caso, il Concorrente in sede di Offerta dovrà dare evidenza di soluzioni analoghe già utilizzate su reti europee attualmente in funzione.**

Le cabine di guida dovranno essere separate dall'area del comparto passeggeri da una parete divisoria che dovrà accogliere una porta di accesso tra cabina e comparto passeggeri, parzialmente vetrata, in modo da garantire la visibilità esterna frontale da parte dei passeggeri.



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.
- il veicolo dovrà essere dotato di elementi di sacrificio strutturale/assorbimento degli urti, installati sulle estremità dei veicoli dotati di profilo anti sormonto secondo quanto indicato nella norma UNI 11174. Tali elementi saranno realizzati in modo da preservare l'integrità strutturale e la sicurezza dei passeggeri nel pieno rispetto dei criteri definiti dalla EN15227.

La forma del frontale del veicolo dovrà essere studiata per evitare che un eventuale urto con un pedone ne possa provocare lo schiacciamento al di sotto del tram.

- Sui telai dovranno essere previsti punti di sollevamento delle casse, da utilizzarsi per il rialzo veicolo, tramite sollevatori a colonna posti ai lati del veicolo, senza ricorso a montaggi/smontaggi e/o a speciali attrezzi di interfaccia, e da utilizzarsi per la rimessa del veicolo sul binario a seguito di deragliamenti utilizzando specifiche attrezzature per il re-railing. (Per i sistemi di sollevamento sopra citati, si rimanda agli elaborati relativi all'attrezzaggio del deposito)

Il rialzo sarà eseguibile a tram completo (tutte le casse ed i carrelli contemporaneamente), sollevando il veicolo dalle ruote, o anche con i carrelli "appesi", sollevando il veicolo tramite colonne mobili, 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 dovranno essere indicati da appositi pittogrammi, ben visibili, sulle parti esterne del veicolo.

## 5.2 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) dovrà 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 nel presente Capitolato Tecnico.

La struttura dovrà essere anche in grado di resistere a tutte le sollecitazioni derivanti dal deragliamenti 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 dovranno essere conformi alla norma UNI EN 12663 (veicolo tipo P"V"), come richiamato nella UNI 11174.

Nel caso l'Appaltatore ritenesse possibile il verificarsi di condizioni di carico più gravose di quelle indicate nella norma UNI EN 12663, tali condizioni dovranno essere tenute in considerazione per il dimensionamento della struttura.

L'imperiale dovrà essere in grado di sopportare in qualsiasi punto, oltre ai normali carichi, il peso di due persone, in presenza contemporanea.



### 5.3 PROTEZIONE DA URTI

Il veicolo dovrà avere una resistenza agli urti conforme alla UNI EN 15227 per un veicolo (categoria C"IV").

Il veicolo dovrà essere dotato di elementi di sacrificio strutturale/assorbimento degli urti installati sulle estremità dei veicoli dotati di profilo anti sormonto secondo quanto indicato nella norma UNI 11174. Il progetto del veicolo dovrà indicare il tempo e il personale necessario per la sostituzione.

Tali elementi saranno realizzati in modo da preservare l'integrità strutturale e la sicurezza dei passeggeri nel pieno rispetto dei criteri definiti dalla EN15227.

La forma del frontale, dovrà altresì essere concepita onde evitare che un eventuale urto con un pedone lo porti ad essere schiacciato al di sotto del tram.

### 5.4 CALCOLI DELLA STRUTTURA

L'Appaltatore dovrà eseguire il calcolo della struttura della cassa con il metodo degli elementi finiti e la conseguente verifica di resistenza dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 12663.

- Il calcolo FEM dovrà essere eseguito con l'impiego di software certificati di comprovata affidabilità.
- Nel calcolo della struttura, dovranno essere evidenziate le sollecitazioni derivanti dalle condizioni di carico massime previste, e i rispettivi coefficienti di sicurezza.
- Il calcolo della struttura sarà presentato al Committente e ad ANSFISA per l'approvazione del progetto esecutivo nel rispetto delle modalità e delle milestone previste nel Capitolato Speciale d'Appalto.

### 5.5 INTERCOMUNICANTE

L'intercomunicante sarà realizzato in modo tale da:

- consentire l'iscrizione 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;
- consentire l'iscrizione del rotabile sul raccordo di curva verticale massimo presente in linea senza che si manifestino interferenze, anche nelle condizioni di massima usura.

Il pavimento degli intercomunicanti non dovrà presentare rialzi significativi se non quelli ammissibili dalla normativa vigente rispetto a quello delle casse.

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.



## 5.6 TARGHETTE E PITTOGRAMMI

Targhette e pittogrammi, dovranno essere realizzati mediante pellicole adesive.

Tutti i pittogrammi dovranno essere costituiti da uno strato stampato e uno strato protettivo antigraffiti trasparente.

## 5.7 SPAZI PUBBLICITARI E AVVISI

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

In alternativa, l'Appaltatore potrà proporre soluzioni tecnologicamente più avanzate per la pubblicità a bordo.

## 5.8 SEDILI

I sedili dovranno rispettare le indicazioni della norma UNI 11174 e di quelle in essa richiamate. Le sedute dovranno avere caratteristiche atte a resistere ai normali sforzi di utilizzo e chelimitino lo scivolamento laterale durante le frenate del veicolo per mezzo di forma avvolgente e materiali antisdrucciolo; dovranno essere di tipo facilmente lavabile ed igienizzabile. Inoltre, dovranno essere realizzati con materiali che garantiscano la sicurezza a fuoco e fumi e tossicità come da normativa in vigore.

**La disposizione dei sedili dovrà essere presentata dal Concorrente in fase di Offerta.**

In base al layout presentato in fase d'offerta, l'Appaltatore, in fase di progettazione esecutiva, potrà essere invitato a presentare soluzioni alternative per la distribuzione dei sedili, senza che ciò costituisca offerta tecnica alternativa o comporti variazione dell'offerta economica, con diversa configurazione dei sedili; il Committente potrà scegliere la disposizione finale dei sedili, oltre ad effettuare prove di ergonomia degli stessi.

Sul veicolo dovranno essere posizionati almeno il 20% di sedili passeggeri sul totale dei passeggeri trasportati, considerando 4 pass/mq.

**La forma, i materiali, i colori dei sedili, il profilo e l'aspetto generale degli stessi, dovranno essere determinati con uno studio ergonomico eseguito dall'offerente sia in fase d'offerta che, a livello più approfondito, in fase di fornitura, da porre all'approvazione del Committente.**



Non sono accettati sedili pieghevoli o strapuntini; limitatamente alla zona HK potranno essere presenti appositi supporti poggiaschiena

La seduta e lo schienale dovranno essere fissati all'ossatura metallica della cassa in modo da ridurre vibrazioni e consentire una sostituzione rapida in caso di danneggiamento.

Dovranno essere di facile e rapida manutenzione con elevate caratteristiche intrinseche contro vandalismi (anche in assenza di trattamento antigraffiti), e montati a sbalzo (sistema "cantilever") per facilitare la pulizia del comparto passeggeri nella zona sottostante.

La seduta e lo schienale dovranno essere realizzati in nylon o materiale equivalente, facilmente lavabili, privi di rivestimenti in tessuto o similari e con incorporati i maniglioni di appiglio.

La struttura portante dei sedili dovrà essere solidale con la cassa, con sistemi di fissaggio che ne scaricano le sollecitazioni sulle parti resistenti.

Qualora nei vani sotto-sedile fossero previste prese di aria per il raffreddamento di eventuali apparecchiature elettriche od altro, queste dovranno 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.

## **5.9 PORTE RICARICA DEVICE PORTATILI**

Nel comparto passeggeri dovranno essere installate 10 porte USB per la ricarica dei dispositivi portatili.

## **5.10 POSTAZIONI PER PASSEGGERI CON DISABILITÀ MOTORIA**

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

La postazione consiste in uno schienale fisso, una cintura di sicurezza a due punti che avvolge il disabile seduto sulla carrozzina, un mancorrente orizzontale a parete, una paratia fissa per delimitare chiaramente l'area (in corrispondenza dei piedi del disabile), una pulsantiera con comandi di 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.

In via subordinata le medesime postazioni potranno essere utilizzabili come postazione per carrozzine, passeggini e biciclette.

Le postazioni dovranno essere attrezzate secondo quanto indicato nel Regolamento n. 107 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) — Disposizioni uniformi relative all'omologazione dei veicoli di categoria M2 o M3 con riguardo alla loro costruzione generale [2015/922].



## 5.11 MANCORRENTI E PIANTANE

Dovranno 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.

Dovranno essere previste maniglie aggrappa-mani sui mancorrenti orizzontali; esse saranno bloccate per impedirne lo scorrimento.

Tutti i mancorrenti e piantane dovranno 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.

Le giunzioni dei mancorrenti dovranno essere realizzate mediante saldatura al di sotto dei 200 cm dal piano di calpestio.

Per il fissaggio dei mancorrenti non dovranno essere presenti viti a vista e, in ogni caso, il lay-out dei mancorrenti sarà sottoposto alla formale approvazione del Committente.

## 5.12 ARREDI INTERNI

Gli allestimenti ed arredi del comparto passeggeri dovranno essere resistenti agli atti vandalici e pulibili con prodotti di uso comune senza attrezzature speciali; dovranno, inoltre, rispettare i requisiti di comportamento a fuoco/fumi previsti dalla normativa UNI CEI EN 45545 e non dovranno presentare rientranze, cavità o punti nascosti, anche parzialmente, alla vista.

Il montaggio dei rivestimenti dovrà essere tale da non generare né rumore né vibrazioni nel corso del servizio. Le viti di fissaggio dovranno essere nascoste o soppresse. In ogni caso, il tipo di giuntura da adottata dovrà essere sottoposta a specifica approvazione del Committente.

Gli interni dovranno essere di elevata qualità, confortevoli e costituiti da materiali e colori tali da creare un ambiente armonioso e piacevole, nonché coordinato con la livrea esterna.

**Il Concorrente dovrà presentare in Offerta almeno una rappresentazione tridimensionale degli arredi interni del veicolo, a colori. Il Committente si riserva di decidere, in fase di progettazione esecutiva, la disposizione e l'aspetto cromatico definitivo degli interni dei veicoli.**



---

### 5.13 FINESTRINI

I finestrini dovranno essere del tipo fisso non apribile, eccetto, se necessario, per rispondere ai requisiti inerenti alle uscite di emergenza, e dovranno essere facilmente sostituibili senza interferire con le finestre vicine.

I finestrini dovranno essere montati in modo che non vi siano flessioni o vibrazioni durante il servizio.

Potranno essere dotati di un controtelaio in lega leggera da fissare alla struttura della cassa o fissati direttamente alla cassa del veicolo tramite opportuno incollaggio. Saranno altresì realizzati in un'unica lastra fissa.

In ogni caso l'insieme dovrà essere a perfetta tenuta stagna e lo smontaggio dei finestrini dovrà essere reso semplice senza implicare preventivi smontaggi di altri elementi della carrozzeria.

Tutte le parti metalliche dei finestrini, se presenti, dovranno essere dotate di messe a terra in conformità a quanto previsto dalla Circolare Ministeriale n° 4/81.

I finestrini dovranno essere rivestiti con pellicola trasparente antigraffiti, sia internamente che esternamente.

I cristalli dovranno essere atermici, infrangibili e opportunamente oscurati per attenuare la luminosità solare esterna. I parametri ottici ed energetici saranno determinati e definiti in conformità alla norma EN 410.

I vetri laterali dovranno essere conformi a quanto prescritto dal Codice della Strada e dal resto della legislazione vigente per i veicoli stradali, come da norma UNI 11174.

Le metodologie di collaudo dei finestrini rispetteranno la norma UNI 7348.

### 5.14 PAVIMENTO

Il pavimento nel comparto passeggeri, del tipo completamente ribassato, dovrà essere il più possibile orizzontale e conforme a quanto previsto dall'Art. 5.2.3 UNI 11174.

La struttura portante del pavimento e la tipologia di materiale di finitura dovranno essere concepite in modo tale da contenere i livelli di rumorosità.

Il rivestimento superficiale dovrà essere conforme alla norma CEI EN 45545 HL2, di spessore compreso fra 2 e 3 mm, possibilmente senza giunzioni a vista.

Il profilo del rivestimento 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 rivestimento dovrà essere 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.

Se presenti, 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).

## 5.15 CLIMATIZZAZIONE COMPARTO PASSEGGERI

Il comparto passeggeri dovrà 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.

Per il comfort dovranno essere rispettate le indicazioni della norma UNI 11174.

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 (dovrà essere evitato il ricorso alle scaldiglie contemporaneamente al raffrescamento per ottenere la regolazione della temperatura).

Per il dimensionamento di ogni singolo impianto di HVAC per il comparto passeggeri dovrà essere considerato un carico di 4 pass/mq. Nell'allegato F della norma la zona climatica è indicata come "ITALY".

Il sistema sarà conforme alla norma UNI EN 14750.

Il refrigerante utilizzato nell'impianto di condizionamento dovrà 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.

Per garantire una ventilazione di emergenza, ciascun impianto HVAC dovrà essere dotato di ventilatori dell'aria trattata alimentati a 24Vdc per avere garantita, anche in assenza di alimentazione principale, la ventilazione di emergenza alla cabina di guida e al comparto passeggeri.



Al fine di contenere i consumi degli impianti HVAC dovrà essere prevista la regolazione della portata di aria di rinnovo in funzione del numero dei passeggeri presenti.

Ciascun impianto dovrà interfacciarsi con i componenti dell'impianto di rilevazione incendi; si dovrà quindi rilevare un incendio nel:

- Comparto passeggeri
- Cabina di guida
- Vani tecnici AT

Nel caso di rilevazione incendio nell'HVAC o nel comparto l'impianto dovrà arrestare il funzionamento, la ventilazione dovrà essere interrotta e le serrande di ingresso aria esterna dovranno essere chiuse.

## 6. CABINA DI GUIDA.

### 6.1 CARATTERISTICHE DEL POSTO GUIDA

La cabina di guida dovrà essere separata dal comparto passeggeri a mezzo di parete divisoria con porta di accesso vetrata o parzialmente vetrata.

La progettazione della cabina di guida dovrà essere improntata all'ottenimento dell'ergonomia del posto guida e il rispetto dei requisiti di visibilità della norma UNI 11174 art. 12, con ampi margini, considerato che il rotabile è destinato ad un impiego in sede promiscua in ambito urbano.

La struttura dovrà 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'altezza del vano cabina tra pavimento e cielo dovrà essere  $\geq$  di 2000 mm.

Il parabrezza frontale dovrà essere conforme a quanto prescritto dalla UNI 11174 art.15.2.

Sul lato destro della cabina dovrà essere presente un finestrino apribile, anche solo in parte, o un vano ricavato nella struttura della cabina per lo scambio dei documenti di servizio tra il conducente ed il personale a terra. In ogni caso, la soluzione adottata dovrà essere a perfetta tenuta stagna.

Sarà previsto un apposito sistema di riscaldamento tramite resistenze per il disappannamento di tutti i vetri della cabina.

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 tergcristallo 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/liquido comandabile dal manovratore; il serbatoio del liquido sarà caricabile dall'esterno, resistente alla corrosione, considerando le condizioni ambientali ed i prodotti detergenti ed antigelo comunemente utilizzati.

L'arredamento interno della cabina di guida non presenterà asperità, sporgenze, spigolivivi, 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.

La cabina sarà dotata di illuminazione a led.

La cabina sarà dotata di ottimo isolamento termo-acustico e assolutamente protetta da spifferi d'aria.

Il banco dovrà essere concepito in maniera tale da contenere tutte le apparecchiature di comando e di controllo.

I comandi, le spie, i monitor, ecc., dovranno risultare visibili con tutte le condizioni di luce esterna. Particolare cura dovrà essere posta nella caratteristica antiriflesso del monitor di cabina.

Particolare cura dovrà essere posta per evitare il riflesso delle luci del comparto passeggeri sul parabrezza.

Dovrà 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.

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 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.



Dovranno essere previste alcune predisposizioni per segnalazioni luminose di riserva.

La posizione di guida sarà seduta, e 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.

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 su dispositivo di memoria.

Per quanto riguarda le eventuali parti rivestite in stoffa, il rivestimento dovrà avere preferibilmente le seguenti caratteristiche minime:

- spessore: non inferiore a 4,2 mm (prova EN13934);
- resistenza all'abrasione : > 100000 cicli (prova Martindale BS 5690 – ISO12947);
- conforme alla norma CEI EN 45545-2;
- trattamento antibatterico: conforme al test standard ISO 20743;
- lavabile, antistatico e traspirante.

L'Appaltatore dovrà 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 del Committente in sede di approvazione del progetto esecutivo.

La cabina sarà dotata di strapuntino per l'istruttore (2° agente).

Parasole frontale e laterale saranno presenti su tutti i vetri della cabina, regolabili da parte del conducente.



La cabina di guida dovrà essere dotata almeno di:

- nr. 1 o più specchi retrovisori interni regolabili, tali da permettere una buona visione dell'interno del comparto passeggeri;
- nr. 1 appendiabito per il manovratore;
- nr. 1 portacedole formato A4;
- nr. 1 vano portaoggetti (es. tessuto non tessuto per pulizia mani);
- nr. 1 porta tabella;
- nr. 1 porta cellulare.

La cabina di guida dovrà essere dotata di un vano tecnico contenente almeno le seguenti dotazioni:

- 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,
- nr. 1 manovella per azionamento manuale del pantografo
- nr.1 attrezzo per lo sblocco manuale delle pinze del freno meccanico;
- nr.1 penzolo anch'esso oggetto di fornitura per ciascun tram, della lunghezza adeguata, da riporre nel vano tecnico di bordo per l'accoppiabilità;
- nr. 1 borsetta di pronto soccorso conforme alla normativa vigente.

Tutto quanto sopra elencato sarà compreso nella fornitura

Prima di dare esecutività al progetto dovrà essere realizzata, e messa a disposizione della Committente, una maquette completa della cabina. In alternativa, l'Appaltatore dovrà essere in grado di mettere a disposizione analoga cabina già realizzata per un veicolo costruito e messo in esercizio presso altra Committenza, per la necessaria approvazione.

## **6.2 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 per il transito tra cabina e comparto dovrà essere apribile dall'esterno tramite chiave quadra di servizio e dovrà richiudersi a scatto; dall'interno dovrà essere presente una maniglia o una barra tipo uscita di emergenza senza chiave. In posizione di aperta dovrà essere presente un blocco meccanico che la mantiene in posizione di apertura.



La dimensione minima della porta dovrà essere di 1900 mm di altezza e di 600 mm di larghezza.

### 6.3 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE/VENTILAZIONE DELLA CABINA

La cabina di guida dovrà 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.

L'impianto sarà conforme alla norma UNI EN14813. 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/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 dovrà 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".

L'impianto di climatizzazione cabina potrà contribuire al ruolo disbrinamento/disappannamento dei vetri della cabina di guida, senza tuttavia sostituire il sistema costituito da resistenze.

## 7. CARRELLI

### 7.1 CARATTERISTICHE

I carrelli dovranno essere costruiti in modo tale da garantire:

- Silenziosità di marcia e comunque nel rispetto dei limiti normativi di rumore;
- stabilità e sicurezza di marcia fino alla velocità di almeno 70 Km/h incrementata del 10%, in condizioni di normale usura della fascia di rotolamento;



- Semplicità delle operazioni di smontaggio delle parti costituenti il carrello (in particolare gli elementi di rodiggio, i riduttori, ed i motori di trazione);
- una buona accessibilità per la misurazione in opera dei parametri caratteristici del rodiggio (dimensioni del bordino, diametro delle ruote e scartamento interno), con le attrezzature necessarie;
- 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 amboi lati della vettura;
- il rispetto dei valori geometrici della linea e del deposito (raggio curve, sghembi ecc);

**In fase di offerta dovrà essere dimostrata la possibilità dell'iscrizione in curve di 21 m senza creare usure anomale del binario e/o rumori fastidiosi per la cittadinanza e senza limitazioni al servizio commerciale;**

- la loro facile movimentazione tramite carro ponte, quando sono smontati dai rotabili;
- I carrelli motori, in numero minimo di 2, dovranno essere bimotores.

## 7.2 STRUTTURA

Tutte le saldature relative ai carrelli, sia per materiali in acciaio che in lega leggera dovranno essere progettate ed eseguite secondo la norma UNI EN 15085. In conformità alle norme, le saldature dovranno essere di tipo e classe idonee alle sollecitazioni riscontrate ed eseguite da tecnici qualificati. Copia delle qualificazioni va consegnata al Committente

**L'Appaltatore dovrà fornire in sede di offerta indicazioni sul numero di saldature presenti sul telaio che comportano, in fase di revisione generale, un controllo CND.**

## 7.3 CARRELLO MOTORE

Ciascun carrello motore dovrà essere bimotores.

Ogni motore dovrà fornire la trazione alle due ruote dello stesso asse.

Il collegamento meccanico tra le due ruote di uno stesso asse dovrà essere costituito tramite assile di tipo ferroviario o falso assile che passa sotto il piano di calpestio.

**In tal caso dovrà essere fornita in sede di offerta una dettagliata descrizione del sistema utilizzato per la trasmissione del moto tra le due ruote dello stesso asse.**

In ogni caso l'assile costituente la sala montata o il falso assile dovrà essere costruito in acciaio secondo la norma UNI EN 13261.



---

Il riduttore dovrà funzionare senza lubrificazione forzata. Inoltre, dovrà essere possibile controllare visivamente il livello del lubrificante e le operazioni di rabbocco dovranno essere semplici. Sulla carcassa del riduttore dovrà essere montato un tappo con elementi magnetici per la separazione di eventuali particelle metalliche dall'olio di lubrificazione.

La frenatura elettrodinamica con recupero di energia sarà a carico dei motori di trazione.

Entrambi gli assi del carrello dovranno essere dotati di impianto freno a dischi con attuatori di tipo elettroidraulico e controllata da un sistema antipattinante.

Il carrello dovrà essere inoltre equipaggiato di freni a pattino elettromagnetici agenti sulla rotaia.

#### **7.4 CARRELLO PORTANTE**

La configurazione del carrello portante dovrà essere uguale a quella del carrello motore per quanto riguarda il telaio e le sospensioni.

La frenatura elettroidraulica a dischi dovrà essere presente su entrambi gli assi e controllata da un sistema antipattinante.

Anche il carrello portante dovrà essere equipaggiato di freni a pattino elettromagnetici agenti sulla rotaia.

#### **7.5 BOCCOLE**

Cuscinetti, lubrificante e prove di prestazione dell'assieme boccola saranno conformi alle norme UNI EN 12080, UNI EN 12081 e UNI EN 12082.

#### **7.6 SOSPENSIONI**

Il veicolo dovrà essere dotato di un sistema di sospensioni che presenti almeno un doppio stadio 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 dovrà essere oggetto di una relazione da inserire negli Elaborati di Progetto.

È fortemente auspicabile che entrambe le tipologie dei carrelli, sia motore che portante, presentino la stessa tipologia di sospensione primaria (molla gomma-metallo oppure molla elicoidale) e di sospensione secondaria (molla gomma-metallo oppure molla elicoidale). Dovranno essere rispettate le norme UNI EN 13913 (nel caso di tipo gomma-metallo) o UNI EN 13298 (nel caso di tipo ad elica).



Dovranno essere presenti elementi che limitino, in modo sicuro e duraturo, gli spostamenti delle sospensioni sia del primo che del secondo stadio.

Qualunque tipologia di sospensione primaria scelta dall'Appaltatore dovrà soddisfare i requisiti di comfort indicati dalla UNI 11174.

## **7.7 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 presenti in linea e in deposito.

## **7.8 SOSPENSIONE SECONDARIA**

La sospensione secondaria sarà scelta in funzione della tipologia di rodiggio proposta. Le caratteristiche elastiche della sospensione secondaria saranno le più costanti possibile al variare dei cedimenti e garantiranno il rispetto delle condizioni di sghembo presenti in linea e in deposito.

## **7.9 ELEMENTI ELASTICI**

Tutti gli elementi elastici del rodiggio, sospensioni comprese, saranno caratterizzati e certificati da prove di fatica ed invecchiamento.

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.

## **7.10 PATTINI ELETTROMAGNETICI**

Tutti i carrelli dovranno 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, nella 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.

## 7.11 SABBIERE

Come previsto dalla norma UNI 11174 il veicolo dovrà essere dotato su almeno due ruote dello stesso asse di un carrello di un dispositivo di sabbatura, che eietti la sabbia nel punto di contatto ruota-rotella. Il numero e la posizione dei dispositivi spandi sabbia dovranno essere tali da assicurare le richieste prestazioni.

L'intervento delle sabbiere potrà essere attivato manualmente tramite un pulsante posto sul banco di manovra, o automaticamente associato alla frenatura di emergenza e all'intervento del dispositivo antislittante/antipattinante

L'impianto di sabbatura dovrà poter utilizzare sabbia conforme alla specifica del costruttore delle sabbiere

Le tubazioni di adduzione della sabbia, dal contenitore all'eiettore, saranno tali da evitare ostruzioni o intasamenti che pregiudichino il libero scorrimento della sabbia.

Gli ugelli spargi sabbia dovranno essere dotati di sistema di sghiacciamento automatico quando la temperatura esterna scende al di sotto dei 3 gradi regolato da apposito termostato

In corrispondenza dei dispositivi di sabbatura sul rodiggio, dovranno essere presenti 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. (è ammessa la soluzione senza tappo con serratura) purchè 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 dovrà essere tale da consentire almeno una giornata di esercizio nelle condizioni ambientali di minima aderenza (ad esempio per presenza sul binario di pioggia o ghiaccio, oppure nel caso di spunto in salita del veicolo).

La posizione del punto di rabbocco sabbia esterno al tram e la sua tipologia saranno sottoposti all'approvazione del committente per benessere.

Le sabbiere dovranno essere dotate di proprio indicatore di livello con segnalazione visiva sul banco di manovra quando il livello della sabbia raggiunge il livello minimo.



---

## 7.12 UNGIBORDO

Almeno due assi del veicolo dovranno essere equipaggiati con un opportuno dispositivo ungitubo che utilizzi, per la lubrificazione del profilo del bordino lubrificanti solidi (non liquidi, al fine di evitare depositi di olio sul sotto cassa e sui binari) biodegradabili.

La lubrificazione dovrà essere eseguita sulla faccia interna del bordino.

## 7.13 CONTROLLO DELLA PESATURA

Il controllo della pesatura del veicolo dovrà avvenire tramite il sensore di pesatura montato sul carrello portante, che invia l'informazione alla BCU (Brake Control Unit).

Dopo la verifica delle necessarie condizioni per considerare valido il dato, il controllo dovrà memorizzare il valore di pesatura rilevato per la gestione della frenatura del proprio carrello.

Il valore acquisito dovrà essere utilizzato nel calcolo dello sforzo di frenatura del veicolo e per determinare lo sforzi trazione e frenatura elettrodinamica.

Il valore sarà acquisito ad ogni chiusura delle porte dopo che il veicolo ha effettuato la fermata

In caso di guasto di tale segnale (mancanza di segnale o segnale fuori tolleranza) i sistemi di controllo dovranno considerare il veicolo a carico massimo.

## 7.14 ANTI-SLITTAMENTO E ANTI-PATTINAMENTO

Dovrà essere installato un sistema evoluto di controllo anti-slittamento e anti-pattinamento, che permetta di evitare danneggiamenti alle ruote e di utilizzare tutta l'aderenza disponibile. Le rilevazioni antislittamento dovranno essere effettuate con il confronto tra le velocità delle ruote di ogni asse, la loro accelerazione ( $dV/dt$ ) e il contraccolpo ( $da/dt$ ).

L'azionamento del sistema di controllo dello slittamento in trazione o pattinamento in frenatura dovrà avvenire automaticamente comandato dalla logica di veicolo, dietro richiesta della logica di controllo dell'azionamento o dei freni.

## 7.15 SALA MONTATA

In aggiunta a quanto previsto dal paragrafo 13.3 della UNI 11174:2014, si precisa quanto segue.

- Le ruote dovranno essere di tipo elastico.
- gli elementi elastici delle ruote dovranno avere caratteristiche tali da garantirne la tenuta e l'integrità per tutta la durata del cerchione



- le ruote dovranno essere meccanicamente collegate tra loro

## 7.16 IMPIANTO FRENO MECCANICO (AD ATTRITO)

Il rotabile dovrà essere equipaggiato con un impianto freno meccanico (ad attrito) opportunamente dimensionato per ottenere le prestazioni di frenatura richieste dalle norme di settore.

Dovranno essere presenti tanti azionamenti di frenatura meccanica indipendenti quanti sono i carrelli, cioè uno per ciascun carrello.

Ciascun carrello dovrà essere equipaggiato con un Unità di Controllo Idraulica (HPCU), pinze freno e dischi. Ogni unità idraulica controlla diverse pinze freno e dovrà a sua volta essere controllata da un'unità di controllo freno (Brake Control Unit - BCU).

Il sistema frenante a dischi dovrà essere studiato in modo da consentire la massima durata delle guarnizioni frenanti, in conformità alla UIC 541-3 su un banco provaindipendente.

Tutte le informazioni necessarie per le prove che porteranno a omologare un tipo di guarnizione frenante dovranno essere consegnate al Committente per poterne omologare allo stesso modo, in conformità alla UIC 541-3 su un banco prova indipendente, altri tipi.

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.

Sarà previsto un numero sufficiente di attuatori freno del tipo ad accumulo di energia, 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 alla vettura da ambo i lati e funzionante anche a vettura disabilitata, utilizzabile in caso di mancata sfrenatura di uno dei freni.

L'impianto freno sarà dotato di opportuni sensori elettrici che segnalino sul banco di manovra la presenza di un freno serrato.

Se calettati direttamente sull'assile i dischi freno dovranno essere del tipo a settori.



---

## 8. PORTE PASSEGGERI E INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE

### 8.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE PORTE PASSEGGERI

L'impianto porte dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14752 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 ingrado 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.

Ogni porta sarà dotata, singolarmente, di funzione di rilevamento ostacoli in fase di chiusura e apertura. Il ciclo di funzionamento in caso di ostacolo dovrà essere impostato analogo a quello già esistente per la Metropolitana Leggera di Brescia.

Per evitare condizioni di pericolo per i passeggeri quali rischio di schiacciamento delle mani e altro i vani porte passeggeri dovranno essere provvisti di guarnizioni perimetrali. Tali guarnizioni dovranno fare da tenuta a porta chiusa. La guarnizione può essere applicata a scelta dell'Appaltatore o nel vano porta o sulle ante delle porte.

In esercizio, qualsiasi guasto della porta (eccetto grave rottura meccanica) dovrà essere risolvibile tramite isolamento della porta singola.

Le situazioni di "porta abilitata e/o aperta" e "maniglia di apertura porta in emergenza attivata" dovranno 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.

Sul monitor di banco, all'apertura delle porte, comparirà automaticamente e contemporaneamente l'immagine di tutte le eventuali telecamere porte.

Nel caso venisse azionata una maniglia di emergenza, sul monitor comparirà l'immagine di una telecamera vicina a quella porta (da definire quale).

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.

Le porte dovranno poter essere aperte sia centralmente dal macchinista, che dai passeggeri localmente, a seguito di un comando di consenso dato dal macchinista. La scelta di abilitazione della fiancata che corrisponde al lato banchina dovrà essere effettuata con un organo di comando specifico, disposto in maniera da evitare errori da parte del macchinista.

Il veicolo dovrà essere dotato di un impianto acustico di segnalazione porte aperte e di preavviso di chiusura, conforme alla norma UNI 11174 e UNI EN 14752.

Il veicolo dovrà essere dotato di segnalazione visiva di preavviso chiusura porte conforme alla norma UNI EN 14752.

## 8.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE PORTE

L'altezza del vano porte sarà non inferiore a 2000 mm.

A porte aperte, in rettilineo, la sagoma impegnata dalle vetture dovrà risultare congruente con le caratteristiche delle banchine di fermata, tenendo conto di tutte le possibili usure e tolleranze dei materiali; comunque, le ante, in posizione, non sporgeranno oltre 50 mm dal filo esterno del rotabile.

I cristalli delle ante dovranno 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 del veicolo. 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 ridurre l'inerzia.

Una volta chiuse, le ante dovranno 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 via software da parte dell'Appaltatore.

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.



### 8.3 OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN SERVIZIO

L'apertura/abilitazione delle porte dovrà essere possibile, tramite pulsante di banco, solo previa presenza del consenso automatico di presenza del segnale di "Velocità Zero" (o suo forzamento).

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 presenti sull'azionamento porta 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 errore e inibendo la trazione anche con una sola porta aperta.

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.

Dovrà essere previsto in cabina un selettore rotativo piombato, che consenta di aprire le porte anche in assenza del segnale di "Velocità Zero" (forzamento del segnale di "Velocità Zero"), e un selettore rotativo piombato, 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.

La prima porta (lato cabina di guida) dovrà essere dotata di comando di apertura /chiusura azionabile dal conducente sia per uscire che per entrare nel veicolo una volta disabilitato, azionabile tramite chiave di servizio, e funzionante anche in assenza di alimentazione elettrica.

### 8.4 OPERATIVITÀ DELLE PORTE PASSEGGERI IN EMERGENZA

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

Inoltre:

- l'apertura in emergenza della porta sarà possibile solo con velocità  $\leq 3$  km/h;
- l'azionamento del dispositivo di apertura in emergenza dovrà essere segnalato al conducente tramite segnalazione visiva sul banco di manovra ed ai passeggeri tramite segnalazione visiva e acustica localizzata in corrispondenza della porta aperta
- la chiusura di una porta aperta in emergenza dovrà 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 dovrà poter avvenire, a



prescindere da qualsiasi consenso esterno alla porta. Nelle medesime condizioni, una porta che si trovi nella condizione “aperta” dovrà poter essere chiusa muovendo le ante a mano.

## **8.5 INCARROZZAMENTO PASSEGGERI CON DISABILITÀ SU SEDIA A ROTELLE**

Per agevolare la discesa dei viaggiatori diversamente abili in caso di fermata del veicolo fuori banchina le porte poste in corrispondenza delle 2 postazioni atte ad ospitare i passeggeri con disabilità su sedia a rotelle dovranno essere dotate di pedane mobili estraibili o ribaltabili, del tipo manuale e 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.

La pedana dovrà avere larghezza non inferiore a 900 mm e dovrà essere in grado di sopportare un peso pari ad almeno 350 kg.

Dovrà essere presente un sistema che impedisca il movimento del veicolo a pedana fuori posizione.

## **9. EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO**

### **9.1 CARATTERISTICHE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI**

I sottoassiemi degli equipaggiamenti elettrici saranno fissati all'imperiale della cassa, tramite bulloni ed adeguate sospensioni per l'attenuazione delle vibrazioni. I sistemi di fissaggio saranno provvisti di dispositivi anti- svitamento.

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 attiguo 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; qualora ci fossero aree non calpestabili queste dovranno essere adeguatamente segnalate tramite cartelli o apposite targhette fissate ai cassoni stessi.



---

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.

A garanzia del corretto grado di isolamento, il progetto elettrico sarà conforme alla norma CEI EN 50124 per la definizione degli isolamenti.

## 9.2 PROTEZIONI.

Le protezioni dell'impianto elettrico ed elettronico saranno conformi alla UNI 11174 art. 17.3, 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 dovranno essere conformi alla norma CEI UNI EN 45545-5 per veicoli di categoria HL2.

### Protezione contro il rischio elettrico.

L'equipaggiamento elettrico ed elettronico dovrà essere conforme alla norma CEI EN 50153.

Sulle protezioni di accesso a vani contenenti apparati AT e MT saranno applicate targhette monitoriche di rischio di shock elettrico (secondo norma CEI EN 61310-1), con l'indicazione del valore 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 monitorica 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 tramite apposito dispositivo di messa a terra.

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.

### 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 resistenti alla corrosione, 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'internocassa veicolo.

#### Protezione da sovratensioni, sovracorrenti e cortocircuiti.

A valle del pantografo sarà previsto uno scaricatore di sovratensioni.

#### Protezione dall'ossidazione.

L'Appaltatore dovrà costruire il rotabile tenendo in considerazione questo aspetto, in funzione delle caratteristiche ambientali dove il veicolo presterà esercizio.

#### 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.

### **9.3 TENSIONI DI ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE**

#### Tensione di alimentazione AT.



---

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.

In fase di progetto si dovrà quindi tenere conto delle possibili sovratensioni.

#### Limiti di funzionamento delle apparecchiature e degli impianti AT.

In ottemperanza a quanto previsto dalla norma UNI 11174 art. 17.1, le apparecchiature saranno predisposte per l'alimentazione a 750 Vcc, con campo di variabilità secondo norme vigenti.

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.

#### 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.

Dovranno essere previste almeno due prese industriale da 230 Volt, di adeguata potenza, una per ogni cabina di guida, e almeno due nel comparto passeggeri distribuite simmetricamente e ubicate in zone accessibili al solo personale di manutenzione, 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.

Dovranno essere previste almeno due prese industriale da 24 Vcc, di adeguata potenza, una per ogni cabina di guida, e almeno due nel comparto passeggeri distribuite simmetricamente e ubicate in zone accessibili al solo personale di manutenzione, conformi alla norma UIC 550 OR.

## **9.4 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA**

Le apparecchiature elettriche ed elettroniche e la vettura nella sua interezza



dovranno 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 irradiazione, conduzione, accoppiamento capacitivo o induttivo sarà contenuto al massimo e comunque inferiore alla soglia di immunità delle apparecchiature e delle retisensibili ai disturbi elettromagnetici (telefonia, ia 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.

E' comunque da evitare la posa dei cavi degli impianti di comunicazione terra/bordo con quelli di AT e MT.

## 9.5 RIGIDITÀ DIELETTICA E IMPEDENZA DI ISOLAMENTO

La rigidità dielettrica di tutte le apparecchiature e degli impianti, se non diversamente indicata dalle relative specifiche, dovrà 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.

La resistenza di isolamento di ciascuna apparecchiatura e dell'impianto, ove non diversamente specificato, sarà comunque non minore di 10 Mohm.

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.

## 9.6 CABLAGGIO DEI CAVI NEGATIVI E RITORNI DI CORRENTI

I cavi negativi degli impianti AT, BT e il neutro degli impianti MT dovranno 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 un unico punto di massa.



---

## 9.7 APPARECCHIATURE E COMPONENTI ELETTRONICI

Le apparecchiature elettroniche di bordo e “a corredo dei rotabili” dovranno essere conformi alle norme CEI EN 50155 e 61287.

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 anti-sbaglio nella connessione al relativo rack.

## 9.8 SOFTWARE

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

## 9.9 COMPONENTI ELETTRICI

Per tutti i componenti elettrici, fare riferimento alla norma CEI EN 60947.

I componenti elettromeccanici dovranno essere dimensionati in conformità alla norma CEI EN 60077.

## 9.10 CABLAGGI

### 9.10.1 POSA DEI CAVI

L’installazione dei cablaggi sul veicolo e all’interno degli armadi elettrici dovrà essere conforme alla norma CEI EN 50343

Dovranno 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. 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 e 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.

### 9.10.2 CAVI ELETTRICI

Dovranno essere impiegati cavi idonei all'impiego su rotabili ferroviari e conformi alle rispettive norme di sicurezza.

I cavi elettrici di potenza e di segnale dovranno avere le caratteristiche indicate dalle norme CEI EN 50264-1, -2 -3, -4

Cavi sottoposti ad alte temperature (fino a 120 °C) dovranno 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.

Dovranno 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 dovranno essere di tipo ferroviario o idonei all'uso secondo la specifica applicazione.

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 anti- sbaglio.

#### Protezione dei cavi.



---

I cavi AT saranno contenuti entro apposite canaline o 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 etrecce 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.

## **9.11 CAPTAZIONE CORRENTE**

### **9.11.1 PANTOGRAFO**

La vettura dovrà essere equipaggiata con un pantografo conforme alla norma CEI EN50206-2 e alle indicazioni della presente Specifica.

Il pantografo dovrà essere costruito in tutte le loro parti in acciaio rivestito per resistere all'ossidazione.

Il pantografo dovrà 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; dovrà essere presente un dispositivo di innalzamento/abbassamento manuale di emergenza azionabile dall'interno della vettura.



Il pantografo dovrà essere munito di dispositivo di abbassamento rapido.

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.

Le tempistiche per l'innalzamento e l'abbassamento del pantografo dovranno essere coerenti con le prestazioni previste della linea in termini di tempistiche di percorrenza.

### 9.11.2 SCARICATORE

L'equipaggiamento elettrico dovrà essere corredato di scaricatore, conforme alla norma CEI EN 60077

## 10. EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO DI TRAZIONE E FRENATURA

### 10.1 GENERALITÀ

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

- 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 distinguere 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.



---

## 10.2 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.

## 10.3 INTERRUTTORE EXTRARAPIDO

Sul veicolo dovrà essere installato un interruttore extrarapido, di tipo bidirezionale, con soglia d'intervento di massima corrente tarabile, munito di dispositivi di soffio dell'arco per l'interruzione delle correnti di bassa intensità, conforme alla norma CEI EN 60077, racchiuso in un cassone di contenimento in materiale isolante resistente all'arco. Dovrà essere predisposto un impianto per il rilevamento di un incendio .

## 10.4 AZIONAMENTI DI TRAZIONE

La vettura dovrà essere equipaggiata con almeno due azionamenti di trazione uguali e totalmente indipendenti. Essi dovranno essere ad inverter a IGBT.

Circa le caratteristiche dell'azionamento, saranno soddisfatti i seguenti criteri :

- 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.

Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati tramite connettori.

L'equipaggiamento di trazione dovrà essere sottoposto alle prove di "combined test" per la verifica delle prestazioni e delle protezioni, secondo la norma CEI EN 61377



---

## 10.5 CONVERTITORE

Il convertitore di trazione dovrà essere conforme alle norme richiamate nella UNI 11174 per gli equipaggiamenti elettrici ed in particolare alla CEI EN 61287-1.

Il convertitore di trazione dovrà funzionare correttamente alla tensione nominale di 750 Vdc secondo quanto definito dalla norma CEI EN 50163/A2 e dovrà essere in grado di funzionare alle condizioni ambientali definite dalla CEI EN 50125-1 classe T3.

Il convertitore e tutte le apparecchiature ad esso collegate dovranno essere sottoposti alle prove di tipo e di serie.

## 10.6 FILTRO DI LINEA

Il filtro di linea dovrà essere dimensionato in maniera tale da non creare disturbi elettromagnetici sugli impianti di linea.

## 10.7 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.

## 10.8 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.



---

## 10.9 MOTORI DI TRAZIONE

I motori di trazione dovranno essere di tipo trifase.

Dovranno avere buone caratteristiche di ermeticità e scambio termico. Il motore di trazione dovrà 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.

## 10.10 REOSTATI DI FRENATURA

I reostati dovranno essere conformi alle norme CEI EN 60322.

Saranno previsti opportuni schermi termici per evitare il raggiungimento di temperature eccessive sulle apparecchiature e sulle condotte cavi eventualmente presenti nelle zone attigue.

## 10.11 MANIPOLATORE DI TRAZIONE E FRENATURA

Ogni 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 dovrà essere conforme alle norme CEI EN 60077 e CEI EN 50155.

Saranno fornite minimo 2 chiavi per vettura, a corredo del rotabile.

Il gruppo sarà preferibilmente posizionato sulla sinistra del posto di guida

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 marcaposizioni e avvertibili dalla mano del conducente. L'uscita dalla massima frenatura di servizio verso l'emergenza sarà contrassegnata con marcaposizioni più marcate 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 dovrà 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 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.

Il movimento e la posizione del manipolatore di trazione/frenatura, dovrà essere registrata dal registratore statico di eventi.

## 11. EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO ED ELETTRONICO AUSILIARIO

### 11.1 CONVERTITORI AUSILIARI

Dovranno essere previsti due convertitori caricabatterie, ciascuno dei quali dovrà fornire il 100% del fabbisogno energetico dei carichi in bassa tensione. Il caricabatteria dovrà essere conforme alla norma CEI EN 61287-1:2014 ed alle norme per le apparecchiature elettriche richiamate nella UNI EN 11174.

Il caricabatteria dovrà funzionare alla tensione nominale di 750 Vdc e rispondere a quanto definito dalla CEI EN 50163/A2 alle condizioni ambientali definite dalla CEI EN 50125-1 classe T3.

In caso di guasto ad uno dei due convertitori, la generazione di energia dovrà continuare ad avvenire senza alcun degrado, essendovi una completa ridondanza (sarà generata una segnalazione diagnostica).

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.

## 11.2 MARCIA AUTONOMA

Essendo presenti sulla Linea T2 del sistema tram della città di Brescia tratti di linea *catenary-free*, cioè privi di catenaria, dovranno essere installati sui veicoli idonei sistemi in grado di immagazzinare l'energia derivata dalla linea di contatto, ove presente, o prodotta dalla frenatura.

Il dimensionamento del sistema dovrà rispondere ai requisiti riportati nel documento IMPIANTI ELETTRICI FERROVIARI - ALIMENTAZIONE ELETTRICA - RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO BST2-PD-LG00-LIN-LFM-R003-A1

La ricarica degli accumulatori dovrà essere fatta esclusivamente durante la marcia nei tratti alimentati da linea aerea e nel progetto non sono previsti punti di ricarica lungo la linea o la necessità di ricaricare durante le soste alle fermate intermedie o al capolinea.

Il sistema di marcia autonoma dovrà essere in grado di funzionare correttamente alla tensione nominale di 750 Vdc e nell'intero campo definito dalla norma CEI EN 50163/A2 con i livelli di tensione di isolamento in accordo alla 50124-1, alle condizioni ambientali definite dalla CEI EN 50125-1:2014 classe T3.

Per evitare danneggiamenti al pantografo la commutazione da marcia sotto la catenaria a marcia in batteria e viceversa sarà attuata dal personale e dovrà essere supportata da apposite segnalazioni acustiche e a monitor.

**In considerazione della assoluta novità del sistema, l'Appaltatore, al momento dell'offerta, dovrà fornire le specifiche tecniche e dovrà indicare tutte le caratteristiche principali di:**

- **Piano di manutenzione primo e secondo livello;**
- **Manutenibilità con particolare riguardo a tempi e costi;**
- **Affidabilità dei sistemi con particolare riguardo al tasso di guasto;**
- **Durata delle batterie che non dovrà essere inferiore agli 8 (otto) anni;**
- **Costi e modalità relativi allo smaltimento delle batterie a fine vita;**



### 11.3 IMPIANTO PNEUMATICO

Non presente.

### 11.4 BATTERIE

Le batterie ausiliarie in bassa tensione 24 Vcc dovranno essere in grado di alimentare tutti i carichi alla massima tensione in presenza dei tratti neutri.

**Si lascia all'Appaltatore la scelta della tipologia di batterie, ma tutte le caratteristiche tecniche e la rispondenza alle norme dovranno essere dichiarate in fase di offerta.**

Non dovranno essere usate batterie al piombo.

Il dimensionamento delle batterie dovrà essere tale che, in assenza di tensione di linea e sosta delle vetture in linea con passeggeri a bordo, possano alimentare per almeno 30 minuti

- illuminazione esterna
- illuminazione interna di emergenza nel rispetto della norma.
- ventilazione interna
- diffusione sonora
- logica del veicolo
- impianto porte

Le batterie dovranno essere installate in un cassone con cestello in acciaio inox, completamente estraibile dal profilo del veicolo, dotato degli opportuni sfiati di eventuali gas e di drenaggi sul fondo del contenitore.

Il cestello dovrà essere dotato di opportuni agganci per la rimozione con mezzi di sollevamento.

La batteria sarà dotata di sensori di temperatura per la regolazione del carica-batterie in funzione della temperatura.

Sul monitor di servizio dovranno essere predisposti strumenti di misura dedicati.

### 11.5 CASSONI APPARECCHI ELETTRICI

Tutti i componenti elettrici ed elettromeccanici di potenza dovranno essere raccolti in appositi cassoni di contenimento, separando quelli in AT da quelli in BT eMT.



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.

Tutti i cassoni di contenimento dovranno garantire un grado di protezione non inferiore a IP65 secondo la norma CEI EN 60529.

## 11.6 CONTEGGIO ENERGIA

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

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

La funzione può essere realizzata tramite appositi contatori o dalla logica di veicolo.

I valori saranno leggibili su monitor di banco, e saranno memorizzati e scaricabili 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 dovranno essere persi anche in mancanza di alimentazione per lunghi periodi.

## 11.7 IMPIANTO DI RILEVAMENTO FUMI

I gruppi di condizionamento dovranno essere dotati di sistemi di rilevazione fumi e di funzione di arresto automatico.

I cassoni contenenti apparecchiature elettriche saranno dotati di sistemi di rilevazione di fumi e di temperatura. Le protezioni al fuoco passive e attive dovranno essere concepite nel rispetto della norma UNI CEI EN 45545 HL2.

Tutti i dispositivi attivi di rilevazione incendi provocheranno l'attivazione di una segnalazione di intervento su banco, tramite spia.

## 11.8 ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA

Illuminazione interna.

L'impianto di illuminazione interna dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13272 e alle precisazioni di cui alla norma UNI 11174, art. 5.5.



Dovrà essere prevista l'illuminazione separata per il comparto passeggeri e per la cabina di guida, tutte comandabili dal conducente.

L'illuminazione dovrà essere interamente a LED.

Illuminazione e segnalazione visiva esterna.

L'illuminazione esterna dovrà essere a led e a tenuta stagna.

La tipologia, le caratteristiche e il posizionamento dei dispositivi di illuminazione e segnalazione visiva esterni e dei proiettori frontali abbaglianti e anabbaglianti dovranno essere conformi alle corrispondenti disposizioni prescritte dal Codice della Strada per i veicoli stradali e prevedere i dispositivi indicati dalla norma UNI 11174 art.16.

## 11.9 DISPOSITIVO VIGILANTE

Il tram dovrà 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. 10.4

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.

Il sistema nel suo complesso e il suo software dovranno 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

## 11.10 DISPOSITIVO VELOCITÀ ZERO

A bordo di ciascun veicolo dovrà essere installato un dispositivo per il consenso all'apertura delle porte soloquando il veicolo ha raggiunto una velocità < 3km/h.

Il segnale di veicolo in movimento dovrà essere prelevato da due rivelatori di velocità montati su due ruote fra loro indipendenti, condivisi con il dispositivo «uomo morto» ed il registratore statico d'eventi. Il dispositivo sarà costruito in tecnica "fail-safe", con due canali identici, galvanicamente separati fra loro.

Il dispositivo "Velocità zero" (hardware e software) dovrà 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.

All'atto dell'abilitazione del veicolo dovrà essere previsto un ciclo di autotest del dispositivo.



## 11.11 REGISTRATORE DI EVENTI.

Il rotabile dovrà essere dotato di impianto “Registratore di Eventi” (“RSE”) atto a registrare informazioni e segnali relativi al servizio, in conformità alle norme UNI 11174 par. 17.7, UNI 11624:2016 e CEI EN 62625-1.

Il RSE avrà integrata la funzione di totalizzatore chilometrico con la memorizzazione di almeno 6 (sei) 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 proposto dall’Appaltatore e concordato in fase di progetto esecutivo.

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.

Il dispositivo sarà particolarmente resistente agli urti e la sua collocazione a bordo sarà tale da preservarne l’integrità anche in caso di collisione.

## 11.12 TACHIMETRO

Sul banco di manovra dovrà essere presente un tachimetro per la visualizzazione al conducente del segnale di velocità proveniente da due generatori tachimetrici, montati su 2 (due) ruote non dello stesso asse.

La velocità visualizzata a tachimetro sarà riletta e diagnosticata.



### 11.13 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, ecc.

A tal fine, un impianto svolgerà il ruolo di “master” nella sincronizzazione.

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 dovrà essere regolato automaticamente con il cambio dell’ora legale-solare.

### 11.14 RETE MVB

È prevista una rete di veicolo MVB (Multifunctional Vehicle Bus) atta ad interconnettere tutti i dispositivi elettronici all’interno del singolo tram.

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 MVB dovrà essere conforme allo standard CEI EN 61375.

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

### 11.15 DIAGNOSTICA

La vettura dovrà essere provvista di un sistema diagnostico di bordo, conforme alla norma UNI 11174, art.17.6, 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.

Ogni evento diagnostico dovrà 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 articolerà su 3 livelli:



- 1° livello:

Ad uso del conducente e dell'assistenza di linea, il 1° livello fornirà informazioni atte a risolvere i problemi con vettura in linea. Visualizzerà sui monitor della cabina di guida tutti gli stati e i guasti della vettura.

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 portatilee/o altro tool dedicato, al fine di poter essere analizzate a terra.

- 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.

Il sistema diagnostico garantirà la massima copertura delle LRU presenti sulla vettura, comprendendo tutti indistintamente gli impianti.

## 11.16 COMANDO SCAMBI

Per il comando di azionamento degli scambi è necessario fare riferimento allo specifico documento presente nel progetto del Sistema Tram Città di Brescia – Linea T2.

## 11.17 DISPOSITIVO ATTIVO ANTI-COLLISIONE

L'Appaltatore dovrà dotare il veicolo di un dispositivo che realizzi la funzione attiva di anti-collisione nei confronti di:

- ostacoli
- pedoni
- veicoli

incontrati durante il percorso. Il sistema dovrà essere funzionante durante la marcia del veicolo.

Il sistema dovrà essere funzionante anche quando il veicolo si muove in retromarcia, e nel caso di:

- scarsa visibilità
- notte



- con nebbia
- pioggia
- neve.

Inoltre dovrà funzionare lungo tutto il percorso sia sui tratti rettilinei, sia in in curva che sui deviatoi.

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni tecniche per consentire all'Esercente di comprendere la tecnologia adottata. Dovrà inoltre essere fornita l'elenco dei progetti che utilizzano questa tecnologia.

L'intervento del dispositivo sarà notificato al conducente tramite avvisatore (ottico/acustico).

Sarà data la possibilità al manovratore di inibire temporaneamente e volontariamente il dispositivo funzione mediante pulsante posto sul banco di manovra. Il dispositivo sarà escludibile in modo permanente tramite selettore piombato posto sul banco di manovra; 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.

## **12. IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE, ALLARME, VIDEOSORVEGLIANZA E INFORMAZIONE PASSEGGERI**

### **12.1 RETE CABLATA DI BORDO (ETHERNET)**

L'Appaltatore dovrà fornire il veicolo completo di rete Ethernet di bordo, conforme allo standard IEC 61375, comprendente un mobile router LTE/WIFI

Ogni cabina dovrà avere almeno una porta ethernet per consentire il collegamento con pc portatili da utilizzare sia per la manutenzione che per la configurazione di tutti i sottosistemi collegati alla rete presente sul veicolo. un pc collegato in locale oppure dalla sala operativa.

### **12.2 PUNTI DI RICARICA USB**

In cabina di guida dovranno essere presenti punti di ricarica di tipo USB.

### **12.3 TELECAMERE INTERNE**

Il veicolo dovrà essere equipaggiato di telecamere che non lascino angoli morti nella visualizzazione dell'interno del veicolo. Le telecamere dovranno essere posizionate in modo visibile e dotate di



protezione antivandalo. Dovranno inoltre essere previste telecamere per consentire al personale di verificare salita e discesa dei passeggeri.

## 12.4 TELECAMERE ESTERNE

Il veicolo dovrà essere equipaggiato con due telecamere esterne per cabina di guida in aggiunta agli specchi retrovisori.

Le immagini di queste telecamere saranno riportate su appositi monitor dedicati all'interno della cabina di guida.

Dovrà essere presente una telecamera frontale per ciascuna cabina di guida.

Lungo la fiancata del veicolo dovranno essere presenti un congruo numero di telecamere per verificare sia l'incarozzamento dei passeggeri sia la libertà di fiancata.

## 12.5 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA A BORDO TRENO (LIVE/REGISTRAZIONE)

Il veicolo dovrà essere fornito di un sistema di videosorveglianza che consenta la visione in tempo reale dello spazio interno del veicolo. Questa visione dovrà avvenire dal posto centrale.

L'impianto fornito dovrà avere la capacità di registrazione in continuo per un minimo di 5 (cinque) giorni.

Tutte le telecamere installate dovranno avere un indirizzo IP e dovranno essere collegate alla rete Ethernet presente a bordo del veicolo per il trasferimento delle immagini.

Dovrà essere possibile visualizzare in tempo reale le immagini sui monitor posti sul banco di manovra.

Il personale potrà gestire la presentazione delle immagini in modalità manuale; se questa non è attiva, il sistema presenterà le immagini in modo automatico. Con il veicolo in movimento i monitor saranno oscurati; la modalità di presentazione manuale dovrà essere possibile solo a veicolo fermo.

Quando il veicolo ha condizione di  $v=0$  i monitor riprenderanno dalla impostazione precedente.

I monitor si attiveranno in modalità automatica tramite segnale ottico luminoso in presenza di:

- Attivazione di un allarme passeggeri
- Attivazione di richiesta di assistenza dalla postazione HK
- Attivazione maniglia di apertura di emergenza di una porta

L'evento dovrà essere opportunamente segnalato sul monitor e, su consenso del conducente, saranno visualizzate le immagini della telecamera che inquadra la zona da cui è provenuta la segnalazione.



Sarà possibile scaricare le immagini memorizzate o tramite l'estrazione del disco di archiviazione (ma, in assenza del disco di memoria, non dovrà risultare possibile la richiusura dello sportello e il conseguente utilizzo del veicolo) o tramite cavetto su pc esterno.

Su qualunque immagine dovrà essere sovrainpressa la data e l'ora e la telecamera alla quale si riferisce.

Le immagini dovranno essere crittografate e dovranno richiedere una "password" per la loro visualizzazione.

Dovrà essere rispettata dall'Appaltatore la normativa di riferimento sulla "Privacy" a partire dalla data di partecipazione alla gara.

L'Appaltatore dovrà fornire gratuitamente il "software" da installare sul PC per la decodifica, la visualizzazione, la ricerca e l'esportazione delle immagini.

## **12.6 ALLARME PASSEGGERI**

Il veicolo dovrà essere dotato di un sistema di allarme passeggeri rispondente alla norma UNI EN 16334-2 con un interfono per ogni porta passeggeri.

La maniglia di attivazione 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.

## **12.7 DIFFUSIONE SONORA**

Dovrà essere presente un impianto di diffusione sonora che assicuri:

- comunicazione bidirezionale tra le due cabine di guida;
- comunicazione tra due veicoli in caso di traino in emergenza;
- comunicazione bidirezionale tra conducente e passeggeri tramite gli interfoni presenti del sistema di allarme passeggeri;
- comunicazione bidirezionale tra il conducente e la sala di controllo;
- comunicazione monodirezionale tra la sala di controllo e i passeggeri tramite gli altoparlanti;
- comunicazione a uno o più veicoli di messaggi audio registrati o in diretta tra la sala di controllo e il veicolo o i veicoli.



Nella cabina di guida dovrà essere presente:

- microtelefono con la possibilità di chiamare la sala di controllo e/o fare annunci ai passeggeri;
- altoparlante amplificato;
- pedale allarme aggressione regolabile. Il tempo di pressione per l'attivazione dovrà essere di tipo regolabile in tempo. A seguito della attivazione della chiamata di emergenza dovrà essere attivato in automatico il microfono ambientale per consentire all'operatore della sala di controllo di monitorare ciò che accade nella cabina di guida.

Tutti i dispositivi per la gestione degli annunci dovranno essere in entrambe le cabine di guida posti in posizione ergonomica per garantirne la funzionalità.

Il Sistema dovrà essere in grado di fornire informazioni che arrivano dalla sala operativa e, in caso di necessità, dal personale di condotta. Gli altoparlanti dovranno essere presenti sia all'esterno del veicolo che all'interno. L'intelligibilità dei messaggi dovrà essere verificata in tutte le condizioni.

## **12.8 SISTEMA DI CONTEGGIO PASSEGGERI**

Dovrà essere installato un sistema di conteggio passeggeri in ingresso e uscita dal veicolo con una precisione minima accettabile del 98%

Le caratteristiche dettagliate del sistema installato dovranno essere inserite nel progetto tecnico.

Il sistema dovrà 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.

Il conteggio dovrà avvenire solo in condizione di porte aperte.

Da una postazione remota dovrà essere possibile interrogare ogni singolo veicolo per indagare il numero dei viaggiatori saliti/discesi ad ogni fermata, per orario, ecc.

## **12.9 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE CON IL POSTO CENTRALE (AVM)**

I veicoli dovranno essere conformi alle indicazioni del documento BST2-PD-LG00-LIN-TLC-R001-A1-D Telecomunicazioni – Relazione Tecnica Specialistica.

## **12.10 SISTEMA DI BIGLIETTAZIONE**

L'Appaltatore dovrà provvedere alla installazione completa sui veicoli dell'impianto relativo al sistema di Bigliettazione che sarà fornito in conto lavorazione dal Committente.



## 13. PRESTAZIONI RAMS

### 13.1 DOCUMENTAZIONE RAMS

In fase di Offerta dovrà essere presentata l'“Analisi RAMS” del rotabile e dei suoi assiemi e componenti. I valori dichiarati dovranno essere congruenti con i requisiti della presente Specifica e dovranno fare riferimento al periodo dalla messa in servizio del rotabile alla prima scadenza di revisione generale. I valori dichiarati dovranno essere corredati da tutta la documentazione necessaria alla comprensione dei criteri utilizzati per i calcoli e all'eventuale controllo dei calcoli stessi e da specifiche indicazioni sull'origine dei dati, con la valutazione della relativa attendibilità nel caso specifico in argomento. I dati dovranno essere:

1. calcolati sulla base di normative di riferimento (CEI EN 50126 o altre, da indicare) o dedotti da veicoli analoghi;
2. calcolati sulla base del valore degli indici RAM dei componenti (desunti dall'esperienza pratica o stimati teoricamente).

Ai fini del calcolo degli indici RAM dovranno esser presi a riferimento i valori convenzionali di cui al Profilo di missione indicati al precedente art. 2.2 e un costo orario della manodopera di 50,00€/h

In caso di mancato rispetto dei valori RAMS previsti, l'Appaltatore apporterà a propria cura e spese su tutti i rotabili (consegnati e non) e i ricambi ordinati dal Committente (consegnati e non) le modifiche necessarie al raggiungimento dei valori richiesti, avendole preventivamente concordate con il Committente.

I parametri RAMS, le analisi RAMS e il rilievo RAM si riferiscono al tram completo di tutti i suoi componenti, esclusi gli eventuali impianti speciali di fornitura del Committente; sono tuttavia da includere nell'analisi le parti di interfaccia di tali impianti con il rotabile.

La progettazione del rotabile e dei suoi componenti sarà condotta, pertanto, 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 RAMS”;
- “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 al committente, per approvazione, entro l'Accettazione del primo tram in accordo con quanto riportato al Cronoprogramma generale.

È compito dell'Appaltatore aggiornarli, per l'intera durata della garanzia, qualora intervengano modifiche di configurazione del rotabile o di gestione della manutenzione.



Inoltre, il Concorrente in fase di Offerta 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.

Durante il periodo di osservazione RAM, l'Appaltatore è tenuta a redigere trimestralmente report atti ad informare il committente dell'andamento dei parametri RAM, individuando, in caso di scostamenti, le azioni correttive progettuali e/o gestionali per porvi rimedio.

Il Committente procederà al rilievo dei parametri di cui sopra che verranno inviati all'Appaltatore con cadenza trimestrale.

## 13.2 PERIODO DI RILEVAMENTO

Il periodo di osservazione per gli indici di Affidabilità, Disponibilità e Manutenibilità decorre dall'immissione in esercizio commerciale del secondo tram della flotta al termine della garanzia del primo tram in servizio commerciale. I parametri RAMS, le analisi RAMS e il rilievo RAM si riferiscono al tram completo di tutti i suoi componenti.

A garanzia di quanto sopra l'Appaltatore dovrà pertanto attivare specifica polizza fidejussoria.

## 13.3 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:

### 13.3.1 AFFIDABILITÀ GLOBALE DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI

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

- AG è l'indice di affidabilità globale del tram;
- N 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.



### 13.3.2 AFFIDABILITÀ DI ESERCIZIO DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI

L'affidabilità di esercizio del tram è così definita:  $AE = (N / KM) * 100000$  dove:

- AE è l'indice di affidabilità di esercizio del tram;
- N 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.

Rientrano nei casi impattanti l'affidabilità di esercizio le seguenti avarie:

- Riduzione del 50% della trazione, compresa la parte di linea in marcia a batteria;
- 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 di diagnostica del veicolo;
- 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.

### 13.3.3 OBIETTIVO

Il parametro AG offerto dall'Appaltatore dovrà essere il più basso possibile e comunque non superiore a 75 guasti/100000 km.

Il parametro AE offerto dall'Appaltatore dovrà essere il più basso possibile e comunque non superiore a 8 guasti/100000 km.

### 13.3.4 MANCATO SODDISFACIMENTO DEL VALORE OFFERTO

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

Introdurre le migliori 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 il committente proseguirà il monitoraggio e il calcolo dei due indicatori.

### 13.3.5 PENALE

Se anche al termine dell'estensione della garanzia gli indici di affidabilità non verranno raggiunti, il committente applicherà le seguenti penali per uno solo o tutti e due i parametri che fossero eventualmente non soddisfatti, pari a:

$$\text{Prez} \times [(AG_{\text{misurata}} / AG_{\text{offerta}}) - 1]$$

$$\text{Prez} \times [(AE_{\text{misurata}} / AE_{\text{offerta}}) - 1]$$

Dove "Prez" è il prezzo di fornitura offerto per il singolo veicolo.

### 13.3.6 AFFIDABILITÀ DEI PRINCIPALI EQUIPAGGIAMENTI E COMPLESSIVI

L'affidabilità dei principali equipaggiamenti e complessivi sarà calcolata considerando come parametri di riferimento la percorrenza media tra due guasti successivi (MDBF: Mean Distance Between Failures), considerando il complesso di veicoli messi in servizio.

### 13.3.7 OBIETTIVO

**I parametri MDBF del sottoassiemi di seguito elencati dovranno essere offerti in fase di procedura di gara.**

I parametri dovranno essere i più elevati possibile e comunque non inferiori a quelli indicati a fianco di ciascuno di essi.

Rif.	Sottosistema o complessivo	MDBF minimo km
1	Carrello (motore o portante) completo di collegamenti alla cassa (singolo)	250.000



2	Motore di trazione (singolo)	1.000.000
3	Riduttore (singolo)	1.000.000
4	Impianto di trazione (inclusi: manipolatore di trazione/frenatura, pantografo, IR, induttanze, convertitori di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti - esclusi: motori) (tram)	100.000
5	Interruttore extrarapido completo (singolo)	1.000.000
6	Inverter di potenza completo (elettronica di potenza, elettronica di comando e controllo, trasduttori, relativi cablaggi, ventilazione, ecc.) (singolo)	300.000
7	Impianto di marcia mediante accumulo di energia completo (batterie di trazione ed equipaggiamento elettronico) (tram)	300.000
8	Porta passeggeri, completa di ante, guide, meccanismi, elettronica, ecc.: (singolo)	50.000
9	Impianto di climatizzazione cabina completo (esclusi convertitori) (singolo)	100.000
10	Impianto di climatizzazione comparto passeggeri completo (esclusi convertitori) (singolo)	100.000
11	Convertitore statico servizi ausiliari a media tensione AT / MT completo (singolo)	500.000
12	Convertitore statico servizi ausiliari a tensione di batteria AT o MT / BT completo (singolo)	500.000
13	Batteria di accumulatori (singolo) 1.000.000	1.000.000
14	Rete informatica di tram (cablaggi, connettori e unità decentrate), centraline della logica di veicolo, centraline diagnostiche, trasduttori per diagnostica, ecc., escluso monitor di banco (tram)	500.000
15	Registratore di eventi completo di trasduttori, sonde e relativi cablaggi (tram)	500.000
16	Impianto di videosorveglianza completo di videocamere, registratore, monitor di banco (tram)	100.000

- **Modalità di rilievo**

Al fine della verifica della rispondenza dei veicoli ai parametri "MDBF" dichiarati, si considererà il numero totale di guasti riscontrati per ciascun equipaggiamento e complessivo durante il periodo di rilevamento. La stessa procedura sarà utilizzata nelle eventuali successive ripetizioni della verifica.



- **Mancato soddisfacimento dei valori offerti**

Nel caso in cui, al termine del periodo di rilevamento definito i valori di MDBF risultassero inferiori a quelli offerti, l'Appaltatore dovrà;

- a) Introdurre integralmente ed a propria cura e spese, le migliorie tecniche tali da riportare gli indici ai valori contrattuali.  
Le modifiche dovranno essere preventivamente e formalmente accettate dal Committente, senza che tale accettazione valga a ridurre o escludere le responsabilità dell'Appaltatore. Tali modifiche potranno essere apportate, sempre con le modalità di cui sopra, anche prima della scadenza del periodo di rilevamento, sulla base dei valori MDBF stimati già nel corso del periodo di rilevamento stesso.
- b) Estendere la garanzia sui singoli complessivi o equipaggiamenti che non rispetteranno i valori MDBF contrattuali per un periodo pari a 12 (dodici) mesi. In questo caso, lo stesso calcolo si effettuerà ogni 2 (due) mesi sugli ultimi 12 (dodici) mesi, fino al raggiungimento del valore richiesto.

- **Penale**

Se anche al termine dell'estensione della garanzia gli indici MDBF per ciascun tipo di equipaggiamento e/o complessivo di cui alla precedente tabella non verrà raggiunto, il Committente applicherà una penale calcolata con l'applicazione dalla seguente formula:

$$\frac{\text{MDBF offerto} - \text{MDBF riscontrato}}{\text{MDBF offerto}} \times P \times N$$

in cui "P" è il prezzo del relativo equipaggiamento e/o complessivo risultante dall'Elenco Prezzi del documento "Scomposizione ad Albero del Rotabile", che l'Appaltatore dovrà consegnare secondo i modi e le tempistiche previste nel successivo capitolo 13.5, ed "N" è il numero dei relativi equipaggiamenti e/o complessivi facenti parte della fornitura (si considerano sia gli equipaggiamenti ed i complessivi installati sui veicoli sia quelli di scorta).

## 13.4 DISPONIBILITÀ (A)

### 13.4.1 DISPONIBILITÀ DEL TRAM: DEFINIZIONE E REQUISITI

Nel periodo di osservazione anzidetto, il calcolo della disponibilità viene misurato giornalmente secondo la seguente formula:

$$\delta = 100 \times [\Sigma (\text{tram\_disponibili}) / (\text{consistenza\_flotta})] / 3$$



**Numero rilevazioni giornaliere:** 3 (tre), 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
- 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, il Committente si riserva di richiedere una prova funzionale del veicolo in contraddittorio, ma questi tempi non sono imputabili all'Appaltatore).

#### 13.4.2 OBIETTIVO

**Il consuntivo del monitoraggio avverrà trimestralmente ed i valori da rispettare sono quelli indicati in sede di Offerta da parte del Concorrente che comunque non potranno essere inferiore a quanto sotto riportato.**

**Disponibilità della flotta > 94%**

#### 13.4.3 MANCATO SODDISFACIMENTO DEL VALORE OFFERTO

Qualora trimestralmente, e per almeno due trimestri consecutivi, l'indice di disponibilità fosse al di sotto dei valori dichiarati, l'Appaltatore dovrà attuare tutti quegli interventi necessari per riportare i valori di disponibilità contrattuali.

Se al termine del periodo di monitoraggio l'indice medio risulta al disotto di quanto offerto, il periodo di garanzia viene esteso sino a quando, per due trimestri consecutivi non siano rispettati i valori di disponibilità contrattuali. L'estensione di garanzia non potrà essere superiore ad ulteriori 12 (dodici) mesi.



#### 13.4.4 Penale

Per tutto il periodo di monitoraggio dei parametri RAM, trimestralmente, fin dal primo trimestre di monitoraggio, se l'indice di disponibilità  $\delta$  misurato risultasse inferiore a quello contrattuale, il Committente applicherà una penale pari a 5.000,00 € per ogni decimo percentuale di scostamento dell'indice misurato da quello offerto, con arrotondamento al decimale più prossimo.

#### 13.4.5 Tempi medi di riparazione

**Il Concorrente dovrà dichiarare in fase di offerta tecnica il tempo medio di riparazione (MTTR) per i sottosistemi e componenti elencati all'articolo 13.3.7.**

I tempi medi di riparazione sono intesi come somma dei tempi di individuazione del guasto, di stacco e sostituzione della parte guasta, di attività organizzative e logistiche, di attese non dovute a cause estranee, di verifica della perfetta riparazione.

I tempi medi di riparazione dovranno essere i più bassi possibile. Nel periodo di garanzia estesa l'Appaltatore dovrà a tal fine gestire ed utilizzare con la massima efficienza gli strumenti e le attrezzature di diagnostica e manutenzione previste (art. 15.3), nonché le scorte di assiemi, il magazzino ricambi (art. 15.1.3) e i materiali di consumo. Dovrà inoltre disporre in loco di personale di elevata competenza e nel numero necessario.

### 13.5 MANUTENIBILITÀ (M)

La progettazione dei tram, pur garantendo un elevato standard di sicurezza, dovrà essere volta a minimizzare i costi di manutenzione, garantendo allo stesso tempo un'elevata disponibilità.

L'Appaltatore dovrà fornire, prima della fornitura del primo tram, la scomposizione ad albero del rotabile fino alla LRU per consentire al Gestore di eseguire la manutenzione o in alternativa, in caso di "service", di controllare il rispetto del piano di manutenzione consegnato ed approvato dall'ente di controllo.

Il documento "Scomposizione ad Albero del Rotabile" rappresenta interamente il tram, con il massimo livello di dettaglio possibile. Dovrà 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.

La scomposizione ad albero del veicolo dovrà essere completa dei prezzi unitari dei singoli complessivi e/o componenti che lo costituiscono in modo che la somma di tali prezzi unitari sia l'importo unitario del veicolo. Il documento dovrà contenere anche la valutazione economica del canone del full-service.



L'Appaltatore dovrà altresì fornire il piano di manutenzione di primo e di secondo livello con riepilogo dei costi necessari per mantenere in efficienza il veicolo per la vita utile del rotabile, nonché le schede di manutenzione a cui farà riferimento il piano di manutenzione stesso.

Sia il piano che le schede di manutenzione dovranno essere consegnati al Committente sia in copia cartacea che in copia digitale, formato excel.

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 ore 16,00, onde massimizzare la disponibilità dei tram stessi nelle ore di punta mattinali e serali;
- assicurare la disponibilità di un numero di treni sufficienti per il regolare servizio come previsto nella Relazione Generale (Documento BST2-PD-LG00-COM-GEN-R002-A1-D) e nella Relazione di Esercizio (Documento BST2-PD-LG00-COM-TRA-R001-A1-E) del Progetto Definitivo;
- 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;

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 nel documento "Scomposizione ad Albero del Rotabile";
- 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 dal committente. Nel conteggio dei tempi di lavoro dovranno 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 dovrà essere calcolata dall'Appaltatore considerando come parametro di riferimento l'indice "M" espresso in €/km.

**Nell'offerta tecnica dovranno essere dichiarati i valori previsti dell'indice di Manutenibilità globale M e delle sue componenti Mp (Manutenibilità preventiva) e Mc (Manutenibilità correttiva), fornendo evidenza dei calcoli eseguiti ( $M = M_p + M_c$ ).**



Ciascuna componente va calcolata in €/1000 km, come:

$$M = \frac{\sum(C_{mdo} \times T_i) + \sum C_{mat,i}}{P} \times 1000$$

Dove:

- M: manutenibilità preventiva o correttiva nel periodo di rilevamento (dall'immissione in servizio del secondo tram della flotta al termine della garanzia del primo tram in servizio).
- C<sub>mdo</sub>: costo orario della manodopera, convenzionalmente stabilito in 50 €/h
- T<sub>i</sub>: totale delle ore di manodopera impiegate nell'i-esimo intervento di manutenzione
- C<sub>mat</sub>: costo totale dei materiali impiegati nell'i-esimo intervento di manutenzione
- I: indice progressivo degli interventi di manutenzione eseguiti
- P percorrenza dei tram, in km, nel periodo di osservazione

Il costo totale dei materiali di ciascun intervento dovrà corrispondere al Listino ricambi di cui all'Art. 15.5).

Nel calcolo della Manutenibilità correttiva non vanno considerati gli interventi causati da eventi non riconducibili a responsabilità dell'Appaltatore.

Dovranno essere esplicitati i tempi e i costi degli interventi sui sottosistemi e componenti elencati nell'articolo 13.3.7).

Al termine del periodo di osservazione RAM, se l'indicatore di manutenibilità misurato è superiore al valore contrattuale di almeno il 10%, in funzione della percorrenza complessiva della flotta nel periodo suddetto, sarà applicata una penale pari al 5% del maggiore onere complessivo (per mano d'opera e materiali), che il Committente dovrà sostenere per ogni veicolo nel periodo di tempo relativo alla vita utile dei rotabili (35 anni) e per la relativa percorrenza (70.000 km/anno), calcolato in base alla differenza tra l'indice di manutenibilità offerto e quello misurato nel periodo di monitoraggio, al netto dei due anni di manutenzione contrattuale, per cui il valore della penale da applicare, in euro, risulta:

$$0,05 \times 18 \times 33 \times 70.000 \times (\text{manut\_misurata} - \text{manut\_contrattuale}) \times \text{Km\_flotta}$$

In caso di offerta di un ulteriore periodo di garanzia e manutenzione contrattuale rispetto ai due anni, o di estensione del periodo di garanzia e manutenzione per mancato rispetto degli indici RAM, nella precedente formula il numero 33 andrà conseguentemente ridotto.

### 13.5.1 MANUTENZIONE PREVENTIVA E CORRETTIVA

Tutte le attività di manutenzione preventiva previste sul rotabile completo dovranno essere indicate nel documento "Analisi di Manutenzione Preventiva". Il documento sarà redatto in forma tabellare, secondo la disaggregazione del rotabile definita nella distinta ad albero e fornito sia in copia cartacea che digitale in formato excel.

Per ciascuna attività di manutenzione 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
- 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;
- 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 fermo del tram per lo svolgimento dell'attività

### **Manutenzione preventiva "leggera"**

Sono ricomprese tutte le attività di manutenzione svolte presso il Deposito di assegnazione del rotabile e si riferiscono essenzialmente a controlli, verifiche funzionali, registrazioni, pulizie, a sostituzione di elementi di usura (guarnizioni freno, oli, grassi, filtri, ecc) a sostituzione di componenti che non richiedono complesse attrezzature o fermi tram prolungati.

### **Manutenzione preventiva "pesante"**

Sono ricomprese tutte le attività di revisione del tram e dei suoi equipaggiamenti.

Dovranno essere indicate dalla stazione appaltante le scorte tecniche necessarie volte a minimizzare da un lato i costi di investimento e dall'altro i tempi di immobilizzo dei rotabili, nonché i limiti minimi per la revisione dei componenti interessati alla revisione.

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 riassetto e le prove finali; al termine dell'intervento, l'unità dovrà rispondere alle specifiche tecniche di serie previste per il materiale "a nuovo".



Sulla base del suddetto elenco delle parti per le quali è prevista a sostituzione o revisione, dovranno 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: a) 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), b) 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.

### **Manutenzione correttiva**

Le attività di manutenzione correttiva dei rotabili, fino alla scadenza dei due anni di garanzia o del maggior periodo offerto, e durante gli eventuali periodi di proroga per mancato soddisfacimento degli indici RAM, saranno a totale carico dell'Appaltatore ed effettuate dal proprio personale.

## **13.6 SICUREZZA**

Il progetto esecutivo dovrà 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:

- a) "Fault Tree Analysis di Sicurezza"
- b) "Preventive Hazard Analysis"
- c) "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, 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.



---

## 14. COSTO DEL CICLO DI VITA DEL ROTABILE (LCC LIFE CYCLE COST)

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) del rotabile, che dovrà essere, in funzione del profilo di missione descritto dall'Art. 2.2, il più contenuto possibile.

È richiesto che venga sviluppata un'analisi del Life Cycle Cost (LCC) del rotabile, che dovrà essere consegnata contestualmente al completamento dell'Analisi RAMS, ovvero entro l'accettazione del 1° tram.

## 15. GARANZIA E MANUTENZIONE CONTRATTUALE

L'Appaltatore dovrà fornire:

- Manutenzione full service a tutti i veicoli consegnati per tutto il periodo di garanzia integrato delle attività di ripristino a seguito di incidenti, atti vandalici, uso improprio
- Manutenzione full service delle batterie su tutti i veicoli consegnati per tutto il periodo di durata delle batterie, indicato nei documenti di offerta e per minimo 8 anni, fino alla loro prima sostituzione. La prima sostituzione delle batterie è compresa nella prestazione.
- affiancamento e formazione al personale di manutenzione della committenza, sia durante le fasi di commissioning, sia per tutta la durata del periodo in full service, prevedendo, ove necessario o qualora espressamente richiesto dal Committente, specifici corsi ad hoc (anche non preventivamente programmati) da erogare sul campo e/o in aula con rilascio dei relativi certificati di frequenza e/o abilitazione (ove prevista). Al termine del periodo di formazione ed affiancamento, il personale della committenza dovrà essere in grado di svolgere tutte le operazioni di manutenzione previste in totale autonomia

L'Appaltatore dovrà presentare assieme alla scomposizione ad albero del rotabile di cui al 13.5 un listino completo, a corpo, ed integrato dei relativi tempi, di tutte le attività di ripristino a seguito di incidenti e/o atti vandalici. A titolo semplificativo, ma non esaustivo, si riportano alcune delle attività da includere:

- Sostituzione parabrezza
- Sostituzione finestrino
- Sostituzione sedile
- Sostituzione mancorrente
- Rimozione graffiti (prezzo per metro quadro)
- Sostituzione accoppiatore
- Recupero veicoli in linea

I prezzi proposti avranno una validità di tre anni a partire dalla data di collaudo dell'ultimo veicolo oggetto della fornitura.



## **15.1 GARANZIE**

### **15.1.1 GARANZIA GENERALE**

La garanzia generale sui veicoli forniti decorrerà dalla data di consegna di ciascun veicolo e avrà termine allo scadere del secondo anno a partire dalla data di immissione in servizio di ciascun veicolo, a meno di offerta migliorativa in fase di gara, e fermo restando gli obblighi di proroga disciplinati nel presente Capitolato.

### **15.1.2 FINE GARANZIA E GARANZIE PARTICOLARI**

Il periodo di garanzia è considerato concluso se il materiale rotabile rispetterà gli obiettivi R.A.M. di cui al precedente art. 13 e se il Committente non avrà effettuato riserva di garanzia, prima della scadenza del termine di validità della garanzia generale.

Fermo restando quanto sopra indicato, sono a carico dell'Appaltatore le seguenti garanzie particolari, escluse le sole parti di consumo, a decorrere dalla data di consegna di ogni singolo treno.

- Struttura: vita intera del veicolo
- Pavimenti 10 anni
- Vernici (resistenza all'esterno, aderenza) 10 anni
- Carrelli completi di motori e riduttori 10 anni
- Impianto freno (escluse parti di consumo) 10 anni

Resta inteso che tutta quanta la componentistica associata alla sicurezza di marcia, dovrà avere una garanzia corrispondente alla vita intera del veicolo (35 anni), nel rispetto delle frequenze di fermo macchina e delle attività indicate dal piano manutentivo.

### **15.1.3 ASSISTENZA POST - VENDITA E APPLICAZIONE DELLE GARANZIE**

L'Appaltatore è responsabile della fornitura e del perfetto funzionamento dei veicoli, rispondendo anche dei malfunzionamenti dipendenti da parti fornite dai subfornitori, a partire dalla data di consegna di ogni singolo veicolo e fino alla data di fine garanzia generale, provvedendo con efficienza e tempestività alle seguenti prestazioni:

- manutenzione totale (preventiva e correttiva) dei veicoli
- riparazione in caso di guasto, successivamente al periodo di garanzia generale per le garanzie particolari
- fornitura e sostituzione dei pezzi che presentano difetti di fabbricazione o che li rendono non idonei al servizio al quale vengono destinati. A tal fine l'Appaltatore è tenuto ad approvvigionarsi di un adeguato quantitativo di parti di ricambio, onde far fronte tempestivamente alle esigenze di intervento in garanzia.



La garanzia:

- copre la fornitura, lo smontaggio, la sostituzione e il rimontaggio delle parti della fornitura che fossero riconosciute difettose
- si estende alla copertura delle spese di spostamento, d'imbballaggio e di trasporto di materiale rese necessarie dalla riparazione o sostituzione.

Gli interventi di riparazione in garanzia dovranno essere ultimati, presso l'impianto del Committente, tempestivamente (e comunque non oltre 2 giorni lavorativi dalla segnalazione, escluse le domeniche e i giorni festivi) e garantendo il rispetto della disponibilità giornaliera di servizio della flotta. Qualora, per guasti o deficienze particolarmente complessi e/o di notevole entità, tali termini non fossero ritenuti sufficienti dall'Appaltatore, il tempo tecnicamente necessario per l'eliminazione delle deficienze e difetti riscontrati nel periodo di garanzia sarà caso per caso preventivamente stabilito di comune accordo tra tecnici del Committente e tecnici dell'Appaltatore

Tutte le attività saranno oggetto di appositi verbali sottoscritti dai rappresentanti del Committente e dall'Appaltatore. Per gli interventi di riparazione l'Appaltatore dovrà garantire un magazzino di materiali di ricambio fornito di tutti i componenti necessari per gli interventi, utilizzando a tal fine anche le scorte tecniche e i ricambi di cui all'art. 15.6 impegnandosi a reintegrarli sollecitamente e comunque non oltre 30 (trenta) giorni dalla data della loro utilizzazione. Resta inteso che il Committente, in caso di mancata effettuazione delle riparazioni da parte dell'Appaltatore nei tempi previsti, potrà provvedere direttamente alle riparazioni nelle proprie officine senza che questo comporti in alcun modo la decadenza delle garanzie contrattuali.

In tal caso il Committente, oltre al rimborso dei costi sostenuti, potrà pretendere la sostituzione, senza alcun onere, dei componenti utilizzati nelle riparazioni, se essi si rilevassero non idonei allo scopo per difetti progettuali o di realizzazione.

La garanzia, per tutto quanto realizzato su progetto dell'Appaltatore, è espressamente estesa, oltre che alla qualità dei materiali e ai procedimenti costruttivi, anche alle deficienze conseguenti a carenza di natura progettuale del rotabile o di qualsiasi apparato fornito.

Pertanto, nel caso in cui si rendessero necessarie modifiche di progetto per far fronte a tali deficienze, lo studio la realizzazione di esse, integrato del processo di validazione e/o ricertificazione, saranno a totale carico dell'Appaltatore che sarà obbligato ad attuarle con la massima tempestività ed efficienza. Resta inteso che la garanzia sul singolo componente inizia a decorrere nuovamente dalla data di sostituzione del medesimo.

#### **15.1.4 PENALITÀ PER INATTIVITÀ DEI VEICOLI NEL PERIODO DI GARANZIA**

Nel caso di ritardo nell'esecuzione dei lavori in garanzia rispetto ai termini disciplinati dall'art. 13.7, sarà applicata una penale per ogni giorno naturale e consecutivo pari a 1.000,00 €.



## **15.2 ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE CONTRATTUALE A CARICO DELL'APPALTATORE (FULL SERVICE)**

Durante tutto il periodo di garanzia generale di cui all'art. 15.1.1, compresi gli eventuali periodi di proroga disciplinati nel presente Capitolato, l'Appaltatore dovrà fornire attività di manutenzione full service.

L'Appaltatore dovrà eseguire tutte le attività tecniche e amministrative, inclusa quella di supervisione, volte alla riparazione e al mantenimento delle caratteristiche dei veicoli alle funzioni richieste e definite dal presente capitolato, dalla documentazione di offerta e da tutti gli allegati ai predetti documenti, garantendo il mantenimento degli indici di disponibilità e di affidabilità dichiarati in fase di offerta.

La puntuale individuazione delle attività di manutenzione e la loro periodicità dovranno risultare dai seguenti documenti:

- piano di manutenzione
- dichiarazioni per la valutazione dell'indice di manutenibilità, da presentare in sede di offerta
- manuali tecnici da presentare in corso di fornitura.
- procedure operative (es. lavaggio, traino, etc.)

Le attività di manutenzione comprendono, pertanto, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- ogni attività - intesa a mantenere il veicolo nelle condizioni previste (trattasi di attività da eseguire secondo predeterminati intervalli e procedure, senza una preliminare ispezione dei veicoli. Sono incluse le attività di sostituzione dei materiali di consumo, l'ingrassaggio, i rabbocchi, etc.);
- l'ispezione, intesa come attività rivolta a determinare e valutare lo stato dei veicoli e degli equipaggiamenti;
- le attività di ricerca guasti;
- la riparazione, intesa come attività rivolta a ripristinare lo stato dei veicoli a seguito di un guasto, di atti vandalici o incidenti;
- Manutenzione e gestione dei ricambi;

### **15.2.1 LOCALITÀ IN CUI AVVIENE LA MANUTENZIONE**

L'attività di manutenzione dovrà essere svolta all'interno del nuovo deposito tranviario di Fiera, o eccezionalmente al deposito di Pendolina. Sarà onere dell'Appaltatore definire di concerto con il Committente il dettaglio delle attività manutentive da svolgere in ciascuna officina sulla base del manuale di manutenzione.

### **15.2.2 LOCALI, AMBIENTI, ATTREZZATURE E MATERIALI**

L'elenco dei binari, dei magazzini e dei fabbricati necessari per l'Appaltatore per poter svolgere le attività di manutenzione sarà definito di concerto con il Committente. Il Committente concederà in



comodato all'Appaltatore i binari e i fabbricati suddetti, fornendo anche la forza motrice, l'illuminazione, l'acqua, il gas, l'aria compressa e gli altri servomezzi, consentendo l'uso delle attrezzature standard installate in corrispondenza di detti binari e fabbricati. Il Committente concederà altresì in comodato all'Appaltatore, un locale per uffici (non ad uso esclusivo ma condiviso con gli operatori del Committente), consentendo l'allacciamento di linee telefoniche, fax, trasmissione dati, etc. che l'Appaltatore considererà opportuno o necessario installare, fermo restando che le spese delle linee telefoniche, fax e trasmissione dati saranno a carico dell'Appaltatore. Inoltre, consentirà l'utilizzazione delle docce e degli altri servizi per il personale, in promiscuità ed alle stesse condizioni e norme praticate per il personale del Committente o di altre Ditte esterne. Resterà a carico dell'Appaltatore l'eventuale installazione di proprie strutture prefabbricate, in zone concordate con il Committente e all'interno delle aree di deposito, per il magazzinaggio dei materiali di consumo o di ricambi, di attrezzature minute, e degli altri materiali o mezzi d'opera di cui avesse necessità per espletare le prestazioni di manutenzione stesse.

Inoltre, resterà a carico dell'Appaltatore l'eventuale acquisto ed installazione di macchinari ed apparecchiature e strumentazioni non previste in fase di offerta per lo svolgimento delle attività manutentive

### 15.2.3 ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

Sono a carico dell'Appaltatore i seguenti oneri:

- le attività di manutenzione corrente, preventiva e correttiva in linea ai requisiti del piano di manutenzione del veicolo, nonché del piano di gestione della qualità che dovrà essere consegnato almeno 90 (novanta) giorni prima dall'avvio delle attività di manutenzione;
- il personale occorrente per le attività di cui sopra, di livello idoneo, adeguato, competente e specializzato nelle attività, anche parziali, da svolgere;
- i materiali occorrenti per le attività di cui sopra comprese le scorte e i materiali di consumo (incluso gli stick per l'impianto ungebordino);
- i materiali ausiliari minuti, standard o comuni;
- le dotazioni personali dei dipendenti dell'Appaltatore;
- le pulizie "tecniche" (cioè sulle parti non correlate al decoro esterno ed interno del rotabile e all'ambiente dei passeggeri);
- la disponibilità, su richiesta del Committente, ad intervento con operai specializzati, per assistenza al recupero in linea dei veicoli durante l'orario di servizio o anche di notte. Le ore di manodopera impiegata dall'Appaltatore per l'esecuzione di ciascun intervento saranno concordate preventivamente a consuntivo, dopo validazione del Committente;
- In caso di avarie determinate da atti vandalici o da incidenti, non di responsabilità dell'Appaltatore e non incluse nel preventivo di offerta, verranno congiuntamente constatati e valutati i danni, e l'Appaltatore effettuerà, su richiesta del Committente, gli interventi di ripristino;
- Affiancamento con personale qualificate e specializzato a personale della Committenza.



#### **15.2.4 SUPERVISIONE DEL COMMITTENTE E REGISTRAZIONE DEI LAVORI**

L'attività dell'Appaltatore, per quanto attiene all'espletamento delle prestazioni di manutenzione, si svolgerà sotto la vigilanza ed il controllo del Committente che avrà facoltà di impartire, senza che ciò possa in alcun modo far venir meno le responsabilità dell'Appaltatore, tutte le disposizioni ritenute opportune e/o necessarie per assicurare la corretta esecuzione dei programmi di manutenzione e la regolarità dell'esercizio.

L'attività di sorveglianza e controllo esercitata dal Committente assumerà particolare rilevanza per le attività eventualmente interferenti con l'esercizio tramviario; il Committente si riserva, pertanto, ogni e qualsiasi intervento a tutela dello stesso esercizio, senza che ciò possa costituire motivo per richieste di riconoscimento di oneri o altro da parte dell'Appaltatore.

Per l'effettuazione delle predette attività di vigilanza e controllo il Committente si avvarrà di uno o più uffici, che verranno designati al momento opportuno. L'Appaltatore dovrà registrare, per ciascun veicolo, tutte le attività manutentive eseguite attraverso i processi e le piattaforme concordate con il Committente durante la fase di progettazione del veicolo; la relativa documentazione sarà consegnata mensilmente al Committente sia su supporto informatico (con firme digitali) sia, ove richiesto dal Committente, su supporto cartaceo con firme olografiche o un suo estratto adeguato alle necessità di questo ultimo. In caso di inadempienza dell'Appaltatore, per insufficiente o inidonea gestione della manutenzione, il Committente avrà facoltà di provvedere direttamente, recuperando le spese sostenute mediante trattenuta del corrispondente importo del full-service, di cui al documento del 13.5, eventualmente maggiorato, sulle somme a qualsiasi titolo dovute all'Appaltatore.

#### **15.2.5 ATTIVITÀ NON INCLUSE NEL FULL SERVICE**

Fermo restando i doveri dell'Appaltatore in termini di manutenzioni, sono escluse dalle attività di manutenzione incluse nel servizio di manutenzione full service tutte le attività riguardanti:

- riparazione di danni dovuti ad atti di vandalismo;
- errato utilizzo del veicolo o dei suoi sottosistemi/impianti da parte del personale di condotta del Committente;
- cause di forza maggiore;
- cause riconducibili al Committente;
- anomalie di funzionamento di apparecchiature dovute a cause esterne al veicolo;
- perturbazioni del servizio causate da passeggeri e da persone e/o veicoli non interessati al servizio.

#### **15.2.6 PENALI**

Nel corso dell'intera durata del periodo di full service, le penalità riferite alle perturbazioni dell'esercizio relative alla mancata effettuazione o effettuazione in funzionalità ridotta dei tram\*km previsti nel turno assegnato al mezzo, nella giornata in cui si verifica il guasto, verranno calcolate secondo i seguenti criteri.



### **Penali per Tram\*km soppressi:**

- assegnati al turno e non effettuati: a tale categoria appartengono le non conformità che impediscono sia l'immissione in servizio dei tram come di seguito elencate (compresa la mancata uscita dal deposito nel caso in cui non sia disponibile un tram di scorta) sia il proseguimento del turno giornaliero di servizio (compresa la mancata sostituzione con tram di scorta)
- assegnati al turno e non effettuati per motivi legati a ritardi, rispetto a quanto programmato, nella riconsegna all'esercizio di un tram.

### **Penali per Tram\*km in marcia degradata:**

- assegnato al turno ed effettuato con tram nello stato di efficienza sotto riportato

Alle penali sopra descritte (quantificate come di seguito elencato, in base al disservizio causato) si sommeranno le eventuali spese aggiuntive, direttamente conseguenti al guasto del mezzo (esempio: le spese per modifiche alla viabilità se il mezzo fermo occupa un incrocio etc.).

DISSERVIZIO <sup>(1)</sup>	Importo penale soppressioni per tram *Km (euro)	Importo penale marcia degradata per tram*Km (euro)
D ≤ 150 km	7	1
150 km < D ≤ 300 km	12	5
300 km < D ≤ 1000 km	24	12
D > 1.000	45	25

<sup>(1)</sup> Km indicati in tabella come disservizio (D) si riferiscono alla somma dei tram\*km soppressi per guasto e dei tram\*km in marcia degradata su base mensile.

## **15.2.7 NON CONFORMITA' CHE NON IMPEDISCONO L'IMMISSIONE IN SERVIZIO O LA PROSECUZIONE DEL SERVIZIO DEL TRAM**

### **A. CLIMATIZZAZIONE**

- Guasto all'impianto di condizionamento della cabina di guida e/o del comparto viaggiatori (o di una sua parte) con temperatura esterna inferiore ai 24 °C;
- Guasto all'impianto di riscaldamento della cabina di guida e/o del comparto viaggiatori (o di una sua parte) con temperatura esterna superiore ai 16 °C-



## **B. PORTE DI ACCESSO VIAGGIATORI**

- Guasto ad una porta per fiancata, sempre che sia possibile chiuderla ed isolarla.

## **C. POSTAZIONI HK**

- Impossibilità di raggiungere una sola postazione per disabili attraverso la porta doppia antistante;
- Impossibilità di utilizzare una sola postazione per disabili a causa di guasto.

## **D. CARROZZERIA, STRUTTURA ED ALLESTIMENTI**

- Distacco di parti di carrozzeria nel caso non costituiscano pericolo per le persone o per le cose;
- Distacco di pannelli interni nel caso non costituiscano pericolo o provochino disagio al personale di servizio e/o ai viaggiatori;
- Infiltrazioni d'acqua o trafilamento di altri liquidi nel caso non costituiscano pericolo o disagio per i viaggiatori o per il personale di servizio;
- rigatura di vetri, provocata da pietre o altri corpi abrasivi;
- rottura vetri, sino ad un massimo di due, se possibile la loro sostituzione/riparazione al primo rientro in deposito;
- rottura mancorrenti e sostegni che non pregiudichino la sicurezza ai passeggeri;
- rottura sedili, se non costituiscono pericolo o possano causare danni alle persone o alle cose;
- distacco di parti, rigonfiamenti o formazione anomala di gradini del pavimento, se non costituiscono pericolo per i viaggiatori e il personale di servizio;
- guasto alle luci d'illuminazione del comparto viaggiatori nel caso in cui la mancata illuminazione non risulti pericolosa.

## **E. DEGRADI CHE DETERMINANO RITARDI AL PROGRAMMA DI ESERCIZIO**

- Degradi prestazionali che impongono limitazioni di velocità tali da generare un ritardo a fine corsa  $\geq 7$  min.

### **15.2.8 NON CONFORMITÀ CHE IMPEDISCONO L'IMMISSIONE IN SERVIZIO E/O LA PROSECUZIONE DEL SERVIZIO DEL TRAM**

In riferimento alle funzionalità che degradano la gestione in sicurezza del veicolo e dei passeggeri in tutti gli scenari di esercizio.

Guasti e/o Non Conformità ai seguenti impianti/funzionalità:

## **A. COMPONENTI GENERALI**



- uomo morto
- registratore statico di eventi
- interfaccia veicolo con sistema di segnalamento di bordo
- sistema di telecomunicazione e/o trasmissione dati
- sabbiera
- dispositivo antipattinamento
- dispositivo anti collisione
- monitor e/o comandi principali sulla consolle del macchinista
- specchietti retrovisori
- tergicristalli (compresi i casi di mancanza di liquido o di rottura dell'impianto di lancio dello stesso) e/o riscaldatori del parabrezza
- avvisatori acustici
- illuminazione esterna (compresi gli indicatori di direzione)
- sistema di rilevamento fuoco/fumi
- funzione monitoraggio blocco porte
- caricabatteria e/o basso livello di carica delle batterie
- allarme passeggeri e/o maniglie di emergenza porte
- sedile macchinista
- guasto ad una o più' videocamere
- guasti al sistema frenante

#### **B. CLIMATIZZAZIONE**

- Guasto all'impianto di condizionamento della cabina di guida e/o del comparto viaggiatori (o di una sua parte) quando la temperatura esterna supera il 24°C
- Guasto all'impianto di riscaldamento della cabina di guida e/o del comparto viaggiatori (o di una sua parte) quando la temperatura esterna è inferiore ai 16°C

#### **C. PORTE DI ACCESSO VIAGGIATORI**

- Guasto ad una porta per fiancata qualora non sia possibile chiuderla ed isolarla.
- Guasto a più di una porta per fiancata

#### **D. POSTAZIONE HK**

- Impossibilità di raggiungere entrambe le postazioni per disabili attraverso le porte doppie antistanti
- Impossibilità di utilizzare entrambe le postazioni per disabili a causa di guasto, incluso di dispositivi di sicurezza e di gestione (es.: cintura di sicurezza, pulsante di prenotazione fermata)

#### **E. CARROZZERIA, STRUTTURA ED ALLESTIMENTI**



- Distacco di parti di carrozzeria, se costituiscono pericolo, anche potenziale, per le persone o per le cose
- Distacco di pannelli interni nel caso costituiscano pericolo, anche potenziale, o provochino disagio al personale di servizio e/o ai viaggiatori
- Infiltrazioni d'acqua o trafileamento di altri liquidi qualora costituiscano pericolo o disagio anche potenziale per i viaggiatori o per il personale di servizio
- Lesioni di qualsiasi tipo ed entità dei vetri frontali
- Rottura dei finestrini
- Rottura mancorrenti e sostegni nel caso in cui la loro mancanza possa costituire pericolo anche potenziale
- Distacco di parti, rigonfiamenti o formazione anomala di gradini del pavimento nel caso da tali inconvenienti possa derivare anche solo potenzialmente un pericolo per i viaggiatori o per il personale di servizio.

#### **F. ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA**

- Guasto alle luci d'illuminazione del comparto viaggiatori per potenziale pericolosità (ad esempio mancanza di illuminazione sufficiente di un vano porta).

### **15.3 STRUMENTI DEDICATI PER LA MANUTENZIONE ED ALTRI MATERIALI A CORREDO**

Per la fornitura in oggetto l'Appaltatore dovrà 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 il Committente 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, ecc.) dovranno essere consegnate entro e non oltre la messa in servizio del 1° rotabile e comunque dovranno essere disponibili in occasione dei corsi di formazione.

L'Appaltatore inoltre dovrà 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 il Committente dovrà poter disporre liberamente.

I software si intendono dotati di licenza d'uso.

Saranno a carico dell'Appaltatore anche i successivi aggiornamenti di tutti i software diagnostici durante tutta la vita utile del rotabile.



Resterà in capo all'Appaltatore l'onere di fornitura di ulteriori strumenti dedicati per la manutenzione di cui si evidenziasse la necessità durante il periodo di full service e garanzia.

## 15.4 AFFIANCAMENTO E FORMAZIONE PERSONALE DELLA MANUTENZIONE

L'Appaltatore è tenuto alla formazione tecnica del personale del Committente con particolare riguardo all'addestramento teorico e pratico, in tempo utile, sia del personale addetto alla guida dei veicoli che del personale di manutenzione fin dal momento della consegna del primo veicolo. L'Appaltatore dovrà presentare, in sede di progetto esecutivo/costruttivo, una descrizione del programma di addestramento proposto compatibile con le attività indicate nel cronoprogramma generale del progetto definitivo (Documento: CRONOPROGRAMMA BST2-PD-LG-00-COM-CRO-K-001-A1-A) e copia del materiale di supporto ai corsi, il tutto idoneo a individuare e quantificare il proprio impegno per la fase addestrativa. La formazione dovrà in ogni caso essere erogata sia durante le fasi di commissioning sia per tutta la durata del periodo in full service prevedendo, ove necessario o qualora espressamente richiesto dal Committente, specifici corsi ad hoc (anche non preventivamente programmati) da erogare sul campo e/o in aula Tale descrizione dovrà essere erogata al seguente personale:

- **Conducenti**, la cui formazione sarà svolta dall'Appaltatore in tempi rapidi e compatibili con la messa a punto del primo veicolo e sarà prevista una fase di aggiornamento e approfondimento preliminarmente all'immissione in servizio;
- **Tecnici di manutenzione.**

L'Appaltatore istruirà almeno 5 (cinque) conducenti al ruolo di istruttori del Committente, a partire dalla consegna del primo tram, con più sessioni di incontro da concordarsi, i quali dovranno essere in grado di istruire completamente e autonomamente a loro volta tutti i futuri conducenti del Gestore.

Sarà a carico del personale dell'Appaltatore la conduzione dei veicoli durante le fasi di commissioning e di prova dei veicoli.

L'Appaltatore è tenuto altresì a definire i contenuti e le modalità dei corsi che gli istruttori del gestore impartiranno a loro volta ai conducenti e a redigere tutto il materiale didattico occorrente.

I corsi, che riguarderanno tutti gli aspetti di conduzione del veicolo, descrizione generale del veicolo e delle sue funzionalità di abilitazione e controlli di guida (con particolare attenzione sulle procedure di risoluzione guasti). comprenderanno una parte teorica in aula, una parte sul tram fermo in deposito, e una parte di istruzione alla guida in linea.

Alla fine di ciascun corso saranno eseguiti test di verifica.

La formazione ai tecnici di manutenzione sarà effettuata entro i termini di conclusione del periodo di manutenzione full service fornito. Il programma dei corsi destinati al personale di manutenzione dovrà prevedere espressamente l'effettuazione delle prestazioni di "tutoraggio", sviluppate organicamente per tutto il periodo di durata della Manutenzione Contrattuale, al personale del Committente. Tali prestazioni consisteranno nell'esecuzione, da parte del personale del Committente, in maniera affiancata ad istruttori dell'Appaltatore, di tutte le principali operazioni di manutenzioni preventiva e correttiva, come previste dai manuali.



Tutti i corsi di formazione saranno erogati in lingua italiana.

## 15.5 CATALOGO RICAMBI

L'Appaltatore dovrà fornire un catalogo dei materiali di ricambio prima della consegna del primo veicolo.

I Cataloghi Ricambi saranno consegnati informato cartaceo ed elettronico, la copia elettronica dovrà essere in formato “.xls” .

Analogamente al Manuale di Manutenzione, il Catalogo Ricambi va articolato in volumi; il criterio di disaggregazione dovrà 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.

## 15.6 RICAMBI E COMPLESSIVI DI SCORTA

**In fase di offerta, l'Appaltatore dovrà proporre un set minimo di scorte tecniche e di ricambi, compresi nella fornitura.**

La composizione di tale set dovrà essere determinata in fase di offerta ma dovrà contenere al minimo:

Descrizione ricambio	Quantità
Carrelli (1 muta completa)	3
Frontali completi (carenature, parabrezza vetri laterali, etc.)	3
Riduttori	2
Motori di trazione	8
Centraline freno	per 2 tram completi
Attuatori freno	per 2 tram completi
Centraline elettroniche di gestione freno	per 2 tram completi
Pantografi	2
Convertitori di trazione assemblati e completi dell'elettronica di gestione degli impianti AT, MT e BT	per 2 tram completi
Interruttori extrarapidi	2
Mantici di intercomunicazione	per 1 tram completo
Pedane di intercomunicazione	per 1 tram completo
Assorbitori d'urto	8
Paraurti	4



Impianti climatizzazione per le cabine e i comparti passeggeri	per 1 tram completo
Porte di accesso alla cabina complete	4
Porte esterne, complete di meccanismi di azionamento	per 1 tram completo
Centraline elettroniche di comando e controllo porte	2
Finestrini	per 1 tram completo
Sedili del conducente	2
Sedili passeggeri, per tipologia	2
Elementi di arredo (corrimano, cielo vettura, pannelli di finizione interni, pavimento in gomma, canali aria, canali luce, ecc.)	per 1 tram completo
Banchi di guida completi	2
Elementi di arredo cabina di guida	per 1 tram completo
Sistemi di aggancio con mezzo di soccorso completi	4
Pattini elettromagnetici	2
Telecamere videosorveglianza	per 1 tram completo
Equipaggiamenti sabbie	per 1 tram completo
Centralina di comando e controllo logica di veicolo	2
Centralina di comando e controllo dispositivo vigilante	2

La scorta dovrà essere prontamente ricostituita dopo ogni utilizzo e, al termine del periodo di manutenzione contrattuale consegnata al Committente.

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

Detti materiali dovranno essere resi disponibili, presso il magazzino del Gestore, prima della messa in servizio del primo tram.

L'Appaltatore dovrà fornire, 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 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 (due) anni dalla consegna; materiali acquistati dal committente 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 al committente.

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 al gestore materiali equivalenti, auspicabilmente entro il termine di 6 (sei) 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", dovrà essere consegnata la relativa documentazione, atta a consentire la progettazione e la realizzazione di componenti nuovi perfettamente intercambiabili con gli obsoleti. L'Appaltatore indicherà 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 come rivenditore esclusivo dei materiali prodotti da terzi, né stipulare con questi ultimi accordi commerciali che vincolino il committente riguardo gli acquisti, né trarre vantaggi economici al riguardo. 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 al committente, senza oneri a carico e senza limitazioni di sorta

## 15.7 MATERIALI DI CONSUMO

L'Appaltatore dovrà predisporre e presentare al Committente, congiuntamente alla consegna del manuale di manutenzione, un elenco dei materiali di consumo che ritenga debbano costituire la scorta necessaria per assicurare l'efficienza e la disponibilità dei veicoli per i primi 2 (due) anni dalla conclusione della manutenzione contrattuale.

Tale elenco dovrà riportare:

- la denominazione ed il codice del materiale di consumo
- i Produttori;
- il quantitativo proposto, considerando usure, manutenzione periodica ed accidentale;
- i lotti minimi di fornitura, che in ogni caso dovranno essere congruenti con la fornitura in corso.

## 16. PIANO DI GESTIONE DELLA FORNITURA

L'Appaltatore, sulla base dell'elaborato del progetto definitivo "CRONOPROGRAMMA" BST2-PD-LG-00-COM-CRO-K-001-A1-A dovrà elaborare un "Piano di Gestione della Fornitura" che comprenda tutte le fasi della stessa, dalla stipula del contratto, 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, del Committente o di terzi (approvazioni incluse),



necessarie allo sviluppo della fornitura, in funzione degli obiettivi di qualità del prodotto e di tempi di consegna contrattuali-

Il Piano di Gestione della Fornitura dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore al Committente entro 60 giorni dalla stipula del contratto, e dovrà contenere l'indicazione degli elementi di carattere organizzativo e funzionale dell'Appaltatore stesso, il programma di tutte le attività, nessuna esclusa, che si intendono mettere in atto per garantire il rispetto dei tempi di consegna, dei costi della fornitura e dei livelli prestazionali contrattuali, nonché le istruzioni in base alle quali dette attività dovranno 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 Piano di Gestione della Fornitura dovrà descrivere l'organizzazione (organigramma e funzionigramma) che l'Appaltatore intende attuare per lo sviluppo della commessa, al cui interno dovrà essere previsto almeno:

- in 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 Piano di Gestione della Fornitura dovrà inoltre contenere:

1. tutte le milestone di commessa,
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 della attivazione e messa in servizio,
6. il piano di assistenza tecnica,
7. il piano delle verifiche RAMS.

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 al Committente. Eventuali ritardi rispetto a quanto programmato saranno evidenziati, indicando le relative cause e le misure che si adotteranno per porvi rimedio.



---

## 16.1 CONDIZIONI DI MANUTENZIONE

### 16.1.1 ACCESSIBILITÀ

Ogni apparato, impianto e loro parte installati sul veicolo, dovrà essere progettato e disposto in modo tale da rendere agevole e consentire il corretto intervento del personale addetto, tenuto conto dell'ingombro delle attrezzature occorrenti, dello spazio di lavoro necessario al personale (una o più persone previste), delle norme antinfortunistiche e della necessità di illuminazione localizzata.

### 16.1.2 ESTRAIBILITÀ

In relazione alla costituzione a blocchi o per sottoassiemi dei complessivi in opera sui rotabili, dovrà essere garantita la possibilità di togliere d'opera un equipaggiamento guasto o da sostituire, evitando in ciò interventi di smontaggio o di manipolazione di altri elementi non interessati.

Lo stesso concetto dovrà essere adottato per quei sottoassiemi per i quali non si richiede necessariamente lo smontaggio fuori opera, ma l'estrazione dei vari moduli.

### 16.1.3 MANIPOLABILITÀ

Ogni modulo di apparecchiatura, equipaggiamento ed arredo soggetto a smontaggio per sostituzione in occasione di avarie o di manutenzione programmata dovrà avere un peso non eccedente i 250 N, se da movimentare con mezzi manuali da parte di un solo addetto .

Tale valore massimo può essere raddoppiato se le condizioni di accessibilità consentono di operare contemporaneamente con due addetti.

Le caratteristiche esterne di forma, degli equipaggiamenti in questione, dovranno essere tali da permettere un'agevole movimentazione e non presentare pericoli di infortuni.

Nel caso di oggetti da movimentare con mezzi meccanici di sollevamento e/o trasporto, dovranno essere previsti - nella disposizione e costruzione - accorgimenti adeguati a permettere operazioni di aggancio, ancoraggio e inforamento.

I mezzi di aggancio, sollevamento e trasporto non di tipo commerciale, dovranno essere studiati, realizzati e forniti a cura e spese dell'Appaltatore e conformi alle norme antinfortunistiche vigenti.

Le apparecchiature dovranno montare, per quanto possibile, i particolari di interfacciamento ai sistemi di movimentazione (ganci, golfari, ecc.).

I collegamenti esistenti tra il modulo ed i moduli interfacciati con esso, non dovranno essere soggetti a fenomeni di ossidazione e di corrosione in relazione all'ambiente in cui si trovano. In fase di esercizio dei veicoli, così come indicato agli articoli seguenti, si procederà al monitoraggio e alle verifiche necessarie per valutare il raggiungimento degli obiettivi dichiarati e, in caso di mancato



raggiungimento degli indici offerti dall'Appaltatore, si applicheranno specifiche penali, secondo quanto di seguito stabilito.

## 16.2 GESTIONE DELLA PROGETTAZIONE

L'Appaltatore è responsabile di tutte le fasi di redazione del progetto del materiale rotabile, degli approvvigionamenti, della fabbricazione e del coordinamento dei compiti con i subfornitori. di tutti i disegni e documenti relativi alla fornitura, sia di quelli elaborati direttamente che quelli elaborati dai subfornitori.

In particolare, dovrà preventivamente informare i subfornitori di tutti i loro obblighi relativi alle particolari specifiche, le garanzie, l'assicurazione di qualità, la manutenzione, i controlli dei progetti effettuati dal Committente e le disposizioni relative all'utilizzazione dei progetti.

Dovranno essere predisposti i seguenti progetti:

- a) progetto ai sensi della C.M. 201 del 16/09/1983
- b) progetto costruttivo/esecutivo
- c) progetto "as built"

### 16.2.1 Progetto ai sensi della C.M. 201 del 16/09/1983

Dovrà essere idoneo, per contenuti e approfondimenti, a richiedere ed ottenere l'approvazione del Committente e degli organi di controllo. L'Appaltatore dovrà comunque provvedere ad aggiungere ogni elemento progettuale, richiesto dal Committente o dagli altri Enti chiamati all'approvazione.

### 16.2.2 Progetto costruttivo/esecutivo

Con le modalità espresse nel presente capitolato, per tutte le lavorazioni, dovranno essere redatti idonei elaborati costruttivi, che dovranno essere approvati dal Committente e, per quelli necessari, da eventuali altri Organi di controllo, ed in particolare il Ministero dei Trasporti.

Il progetto costruttivo dovrà comprendere anche un approfondimento dello studio dell'estetica.

L'Appaltatore dovrà concordare con il Committente un programma per la presentazione del progetto, che dovrà comunque precedere l'avvio delle lavorazioni inerenti la parte da esaminare; il tempo a disposizione per le relative approvazioni è orientativamente di 30 giorni.

Nel caso in cui l'Appaltatore intenda fare riferimento ad elaborati già presentati nelle precedenti fasi di progettazione, ciò dovrà essere esplicitamente indicato nel programma di cui sopra.



---

### **16.2.3 PROGETTO AS BUILT - 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 tutti 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 tutti i disegni delle strutture casse e carrelli, di allestimento e montaggio dei componenti, degli elementi di fissaggio (staffe, ecc.), di tutti i cablaggi elettrici, nonché gli schemi elettrici (comprensivi di funzionali, topografici e tabelle cavi) e fluidici

In particolare, l'Appaltatore, al termine del primo periodo di esercizio, dopo l'esecuzione degli eventuali, interventi di modifica ed adeguamento del materiale rotabile e comunque entro un anno dall'immissione in servizio del primo tram dovrà consegnare al Committente N. 4 copie su carta, e n. 2 copie su supporto informatico di tutto il progetto costruttivo, come realizzato, compresi i documenti (disegni, specifiche, tabelle, etc.) necessari per l'acquisto di complessivi, componenti, particolari e materiali, e per le lavorazioni di revisione generale e/o grande riparazione.

In caso di ritardata consegna da parte dell'Appaltatore il Committente applicherà, per ogni giorno di ritardo, una penale pari a 1.000,00 € (mille,00 euro).

### **16.2.4 Utilizzazione dei progetti**

Il Committente avrà piena disponibilità di utilizzare liberamente, senza alcun vincolo e senza che nulla sia dovuto a qualunque titolo all'Appaltatore o ai suoi subfornitori, i progetti di cui ai precedenti articoli, sia relativi al veicolo completo che ai suoi componenti, per qualsiasi necessità relativa ad esigenze di manutenzione, revisione, riparazione, modifica ed aggiornamento dei convogli, nonché all'acquisizione di complessivi e ricambi.

## **16.3 PROVE E COLLAUDI**

L'Appaltatore dovrà consegnare il Piano di Fabbricazione e Controllo per le fasi di costruzione del tram e per le componenti più importanti.

Dovrà, in particolare, essere consegnato un "Piano delle prove", sia per le prove di tipo che di serie, nel rispetto della norma UNI 11750.

Sono a totale carico dell'Appaltatore tutti i costi e gli oneri da sostenere per il personale del Committente e degli Enti preposti per eseguire le prove sui rotabili e/o sulle loro parti, comprese le spese di viaggio (taxi, aerei, treni ecc), vitto, alloggio e, per i funzionari tecnici del Ministero dei Trasporti, anche l'eventuale indennità di trasferta. Le spese sopra indicate saranno di norma sostenute direttamente dall'Appaltatore senza necessità di anticipo da parte degli incaricati del Committente e del personale degli Enti preposti.



---

## 16.4 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, la Normativa di riferimento, la specifica di prova, l'indicazione se trattasi di prova di tipo o di serie, l'indicazione del luogo di effettuazione della prova (sub-Fornitore, Committente), l'indicazione delle fasi vincolanti, per l'eventuale partecipazione del Committente e/o di USTIF/ANSFISA alla prova.

Il Piano delle Prove sarà consegnato al Committente, per approvazione contestualmente agli Elaborati di Progetto

## 16.5 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 come previste dal Piano delle Prove.

La documentazione probatoria dovrà essere fornita per ciascun tram e sarà una condizione necessaria per l'approvazione del tram da parte del Committente.

## 16.6 PROVE DI TIPO E DI SERIE SUI COMPONENTI

I componenti del rotabile saranno sottoposti alle prove di tipo e di serie previste dal Piano delle Prove, per verificarne la conformità alle norme vigenti, ai requisiti di progetto di buona tecnica e di manutenibilità.

Sarà compito dell'Appaltatore redigere le procedure di prova e trasmetterle al Committente congiuntamente alla convocazione alla prova.

La convocazione alla prova dovrà essere trasmessa con anticipo minimo di 30 (trenta) giorni al Committente.

Tutte le procedure e le specifiche di prova relative ai punti vincolanti dovranno essere in lingua italiana, e dovranno essere presentate dall'Appaltatore al Committente con un anticipo di almeno 30 giorni rispetto alla data prevista per l'esecuzione del relativo collaudo, al fine di consentirne l'eventuale partecipazione dei rappresentanti di USTIF/ANSFISA e del Committente stesso.



L'Appaltatore sarà responsabile dello svolgimento e del coordinamento delle prove.

Lo svolgimento ed i risultati di ogni prova dovranno essere documentati da appositi certificati e/o verbali, anch'essi, redatti in lingua italiana.

Per ogni prova sarà cura dell'Appaltatore redigere e consegnare le certificazioni di qualità dei componenti e le conformità dei materiali nel rispetto delle vigenti normative relative al comportamento al fuoco.

I componenti 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) dovranno essere 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 prova sarà eseguita sulle prime casse prodotte; sarà 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. Sarà 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).

Tutti i carrelli finiti saranno inoltre sottoposti a controllo generale dell'allestimento, verifica del cablaggio, prova di tenuta impianto idraulico, 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 e UNI EN 13262

Oltre alle prove indicate nel Piano delle prove, il Committente, se lo riterrà opportuno, potrà richiedere e partecipare ad ulteriori visite e prove in corso di costruzione del rotabile.



## 16.7 PROVE DI TIPO SUL ROTABILE COMPLETO

Le definizioni delle prove sul rotabile completo terrà conto delle indicazioni di cui alla norma CEI EN 50215, fatta salva la facoltà di USTIF/ANSFISA di inserirne ulteriori.

A titolo indicativo e non esaustivo, il primo, il nono e il diciottesimo tram finiti, saranno sottoposti, come minimo, alle seguenti prove di tipo:

- a) 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;
- b) rotazione e beccheggio cassa rispetto ai carrelli;
- c) sghembo;
- d) prova di attitudine al sollevamento, da tutti i punti di sollevamento previsti;
- e) pesatura e carico per asse;
- f) prove di tenuta (principalmente all'acqua);
- g) prove dell'impianto di frenatura;
- h) prove del sistema di alimentazione ausiliaria e del carica batteria;
- i) prove degli impianti di conversione energia per gli ausiliari e di autonomia delle batterie;
- j) prove dell'impianto porte, comprese sicurezze relative alla situazione di tram in movimento;
- k) prove dell'impianto di climatizzazione di cabina e comparto;
- l) prove dell'impianto di illuminazione interna di cabina e comparto;
- m) prove della Logica di Veicolo, della Diagnostica di Veicolo e della Rete Informatica di Veicolo;
- n) accoppiamento, manovre di traino e spinta

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 UNI11174:2014,
- carico utile eccezionale, come definito dal par. 7.2 della UNI11174:2014
- prestazioni di trazione (accelerazione massima, jerk massimo, velocità massima, 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 70, 50 e 300 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: rigidità 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 incendi, allarme passeggeri, circuito consenso trazione, circuito "laccio delle sicurezze", circuiti di sicurezza in altri sottosistemi quali porte e freno, segnalazione visive ed acustiche esterne);
- prove di rumorosità interna, che dimostrino la conformità del veicolo ai requisiti richiesti dalla presente specifica
- prove di rumorosità che mostrino il comportamento del tram fermo, e in marcia a 40 km/h

## 16.8 PROVE DI SERIE SUL ROTABILE COMPLETO

### 16.8.1 IN FABBRICA

Tutti i tram, finiti di montaggio e allestimento, saranno sottoposti presso lo stabilimento dell'Appaltatore 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 dovrà svolgere per intero le prove e verifiche di cui sopra, redigendo i relativi report, indipendentemente dalla presenza o meno del Committente o rappresentanti USTIF/ANSFISA.

A titolo indicativo e non esaustivo, le prove di serie da eseguire sono:

- a) battitura cavi;
- b) verifica di completezza dei montaggi, dei cablaggi, degli allestimenti e delle finiture;
- c) verifica di corretta esecuzione dei montaggi nel sottocassa, in cassa (interno ed esterno), sull'imperiale;
- d) verifica dell'assenza di difetti negli allestimenti;
- e) verifica della rispondenza del tram rispetto agli aggiornamenti di configurazione e del fatto che sono state considerate le osservazioni espresse dal Committente durante i precedenti collaudi, fasi di sviluppo del progetto e valutazione delle campionature;
- f) livellamento;
- g) prova di tenuta all'acqua;
- h) prove dell'impedenza di isolamento e di tenuta alla tensione;
- i) prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti;
- j) prova di funzionalità statica dell'impianto freno;
- k) prova di spinta manuale pantografo;
- l) prova di abilitazione con tensione di linea, disabilitazione;
- m) prova funzionale statica di tutti gli impianti ausiliari, con tensione dilinea al pantografo;
- n) prova di funzionalità dell'impianto porte;
- o) prova di funzionalità di comandi e spie di banco;
- p) prova di spunto in trazione;



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.

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”.

### 16.8.2 PRESSO ESERCENTE

Tutti i tram consegnati saranno sottoposti alle prove di serie presso il Deposito Fiera, propedeutiche alle prove di messa in servizio del rotabile.

A titolo indicativo e non esaustivo, le prove di serie da eseguire sono:

- a) prove di impianti e circuiti concernenti la sicurezza (frenatura di sicurezza, uomo morto, tachimetro, registratore di eventi, rilevamento incendi, allarme passeggeri, circuito consenso trazione, circuito “laccio delle sicurezze”, circuiti di sicurezza in altri sottosistemi quali porte e freno, segnalazione visive ed acustiche esterne);
- b) prove di trazione e frenatura;
- c) prova di funzionalità degli impianti terra-bordo;
- d) prova di funzionalità dell’impianto di videoregistrazione;
- e) prova di funzionalità dell’impianto di informazione passeggeri;
- f) prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti, qualora il veicolo sia sottoposto a significativo smontaggio in sede di trasporto;
- g) altre prove che il Committente e/o USTIF/ANSFISA, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle sopra elencate.

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

Prima dell’entrata in servizio commerciale verrà effettuato un periodo di mesi 2 (salvo diverse indicazioni da USTIF/ANSFISA) di “marcia in Bianco” dove verrà simulato il programma di esercizio in assenza dei passeggeri, e verranno verificate tutte le funzionalità del tram.

## 16.9 MANUALI

L’Appaltatore consegnerà assieme ai Manuali, prima della consegna del primo treno, 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.



La manualistica nel suo complesso sarà composta dai seguenti elementi:

- a) **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 risoluzioni delle situazioni di guasto
- b) **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
- c) **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
- d) **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 termoacustico, 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 MVB (Multifunction vehicle bus, 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.
- e) **Manuale di Intervento in caso di Deragliamenti e Collisione**, che ha lo scopo di illustrare le modalità di separazione delle casse, di sollevamento cassa, di rimessa a binario dopo deragliamenti, 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.

I predetti manuali dovranno essere consegnati sia in copia cartacea che sia in modalità interattiva e dovranno essere completi di un numero di figure, fotografie e filmati esplicativi tali da renderli del tutto idonei e sufficienti agli scopi per i quali i medesimi sono previsti.

A tal fine, i manuali interattivi dei ricambi e di manutenzione dovranno essere preferibilmente interfacciati e collegati agli elaborati ed ai disegni di progetto.

In fase di progettazione dovrà essere presentata una demo di ognuno dei predetti manuali, o, in alternativa, una copia, su carta o su supporto informatico, di manuali relativi ad altri veicoli simili.

## 16.10 LIBRETTI MINISTERIALI

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

Copia del libretto ministeriale sarà consegnato alla Committente entro 30 (trenta) giorni dalla messa in esercizio della tranvia.