
	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 1/129
---	---	------------------------------------


<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>			
<b>Redattori</b>	<b>Visto</b>	<b>Visto Responsabile Superficie</b>	
DATA	14/12/2022	PAGINE	129
ALLEGATI	Linea Termini - Vaticano – Aurelio N° 9 Tavole planimetria di progetto N° 3 Tavole profilo longitudinale N° 10 Tavole planimetria Rete Aerea		
NOTE	-		

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 2/129
---	---	------------------------------------


1. Oggetto.....	6
1.1. Premessa.....	6
1.2. Materiale rotabile.....	6
1.3. Normativa di riferimento.....	6
2. Rete tramviaria e impianti.....	8
2.1. Rete.....	8
2.2. Armamento.....	9
2.3. Alimentazione elettrica.....	10
2.4. Condizioni ambientali.....	11
2.5. Strutture di manutenzione.....	11
2.6. Profilo di missione.....	11
2.7. Impianti speciali.....	12
3. Caratteristiche generali del rotabile.....	12
3.1. Architettura generale del tram.....	12
3.2. Masse e carico utile.....	14
3.3. Caratteristiche strutturali.....	14
3.4. Dispositivi di illuminazione e segnalazione visiva.....	14
3.5. Caratteristiche degli equipaggiamenti elettrici.....	14
3.6. Energy Storage System.....	15
3.7. Comfort.....	17
3.8. Impatto sull'ambiente.....	18
3.9. Rumorosità esterna.....	18
3.10. Sicurezza.....	19
3.11. Protezione dal fuoco.....	19
3.12. Sistema retrovisivo.....	19
3.13. Prestazioni.....	20
3.14. RAMS.....	23
3.15. Ciclo di vita del rotabile.....	29
4. Cassa.....	30
4.1. Caratteristiche geometriche delle vetture.....	30
4.2. Struttura della cassa e del telaio.....	30
4.3. Organi di accoppiamento e barre di traino.....	33
4.4. Protezione da urti.....	33
4.5. Arredi.....	34
4.6. Postazioni persone su sedia a rotelle.....	37
4.7. Climatizzazione comparto passeggeri.....	37
4.8. Cabina di guida.....	39
4.9. Porte passeggeri e incarozzamento persone a mobilità ridotta.....	43
5. Carrelli.....	50
5.1. Telaio.....	50
5.2. Trave oscillante.....	51
5.3. Procedimenti di saldatura.....	51
5.4. Sala montata.....	51
5.5. Riduttore e trasmissione.....	51

5.6. Boccole.....	52
5.7. Apparecchiature sulle sale.....	52
5.8. Sospensione primaria .....	53
5.9. Sospensione secondaria .....	53
5.10. Elementi elastici.....	53
5.11. Impianto freno meccanico (ad attrito) .....	54
5.12. Freno a pattini elettromagnetici.....	55
5.13. Sabbiere o sistema equivalente.....	55
5.14. Ungibordo .....	56
5.15. Ungitavola.....	56
5.16. Calibri a corredo .....	56
6. Equipaggiamento elettrico ed elettronico .....	56
6.1. Premessa.....	56
6.2. Protezioni.....	56
6.3. Criteri costruttivi delle apparecchiature.....	59
6.4. Criteri di manutenzione e manutenibilità .....	59
6.5. Tensioni di alimentazione delle apparecchiature.....	60
6.6. Compatibilità elettromagnetica.....	60
6.7. Rigidità dielettrica e Impedenza di isolamento .....	61
6.8. Cablaggio dei cavi negativi.....	61
6.9. Apparecchiature e componenti elettronici .....	62
6.10. Software.....	62
6.11. Componenti elettrici.....	62
6.12. Cablaggi.....	63
7. Captazione corrente.....	65
7.1. Generalità .....	65
7.2. Pantografo .....	66
7.3. Scaricatore .....	67
8. Equipaggiamento elettrico ed elettronico di trazione e frenatura .....	67
8.1. Generalità .....	67
8.2. Composizione dell'equipaggiamento .....	67
8.3. Interruttore extrarapido .....	67
8.4. Azionamenti di trazione.....	68
8.5. Filtro di linea .....	68
8.6. Logica di veicolo.....	69
8.7. Logica di azionamento (TCU) .....	69
8.8. Motori di trazione.....	69
8.9. Reostati di frenatura.....	69
8.10. Manipolatore banco di manovra .....	69
8.11. Procedura di cambio banco .....	72
9. Equipaggiamento elettrico ed elettronico ausiliario.....	73
9.1. Convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari.....	73
9.2. Batterie dei servizi ausiliari 24V.....	74
9.3. Cassoni apparecchi elettrici.....	75

9.4. Antislittamento e antipattinaggio .....	75
9.5. Conteggio energia.....	75
9.6. Segnalazioni acustiche.....	76
9.7. Prova lampade, strumenti e suonerie .....	76
9.8. Illuminazione interna ed esterna.....	76
9.9. Dispositivo Vigilante .....	77
9.10. Dispositivo Velocità Zero .....	78
9.11. Registratore di Eventi .....	78
9.12. Tachimetro.....	80
9.13. Orologio di sistema.....	80
9.14. Batterie tampone.....	80
9.15. Rete di veicolo .....	80
9.16. Diagnostica .....	81
10. Impianti speciali .....	82
10.1. Comando scambi .....	82
10.2. Impianto Riconoscimento Lato Banchina .....	83
10.3. Dispositivo avviso anti-collisione.....	83
10.4. Dispositivo allarme svio.....	83
10.5. Rete cablata di bordo (Ethernet).....	83
10.6. Sistema di videosorveglianza.....	84
10.7. Cartelli indicatori di linea/percorso.....	87
10.8. Dispositivo di comunicazione tra passeggeri e conducente.....	88
10.9. Conteggio passeggeri.....	88
10.10. Sistema Automatic Vehicle Monitoring (AVM) .....	88
10.11. Diffusione sonora.....	89
10.12. Sistemi di informazione ai passeggeri e infomobilità.....	89
11. Sviluppo della fornitura.....	89
11.1. Programma di gestione della fornitura .....	89
11.2. Programma di sviluppo della progettazione .....	91
11.3. Gestione delle sub-forniture .....	93
11.4. Piani di produzione .....	94
11.5. Piano della Qualità.....	94
11.6. Piani di Fabbricazione e Controllo .....	95
11.7. Serial numbers.....	95
11.8. Piano delle Prove .....	96
11.9. Documentazione probatoria.....	96
11.10. Dichiarazione di conformità del rotabile .....	96
11.11. Prove e collaudi .....	96
11.12. Strumenti dedicati per la manutenzione.....	104
11.13. Costituzione scorta tecnica.....	106
12. Manutenzione .....	106
12.1. Scomposizione ad Albero del Rotabile .....	107
12.2. Analisi di Manutenzione Preventiva.....	107
12.3. Analisi di Manutenzione Correttiva .....	108

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 5/129
---	---	------------------------------------

12.4. Piano di Manutenzione Preventiva .....	109
12.5. Materiali di ricambio .....	109
13. Garanzia e Assistenza Post-Vendita .....	110
13.1. Garanzia Estesa.....	110
13.2. Garanzia Base .....	114
14. Documentazione e Software.....	115
14.1. Generalità .....	115
14.2. Lingua.....	117
14.3. Formato .....	117
14.4. Specifiche tecniche, descrizioni tecniche e calcoli di progetto .....	121
14.5. Disegni d'assieme e costruttivi di componenti, schemi elettrici e pneumatici .....	121
14.6. Disegni strutture casse e carrelli e disegni di allestimento e montaggio .....	121
14.7. Schemi elettrici e pneumatici .....	121
14.8. Documentazione delle parti elettroniche.....	121
14.9. Documentazione comprovante i provvedimenti adottati per contenere il rumore .....	122
14.10. Software eseguibili delle parti elettroniche .....	122
14.11. Elaborati di Progetto.....	123
14.12. Libretti Ministeriali .....	123
14.13. Piani di Fabbricazione e Controllo, specifiche di prova, report di prova, certificazioni ..	123
14.14. Scomposizione ad Albero del Rotabile, Documentazione RAMS, Piano di Manutenzione Preventiva.....	124
14.15. Documentazione relativa ai materiali a corredo .....	125
14.16. Documentazione relativa ai materiali di consumo .....	125
14.17. Manuali.....	125
14.18. Cataloghi Ricambi .....	127
14.19. Processo di verifica, approvazione e aggiornamento dei manuali e dei cataloghi .....	127
15. Formazione.....	128

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 6/129
---	---	------------------------------------

## 1. Oggetto

### 1.1. Premessa

La presente Specifica Tecnica regola la fornitura delle seguenti prestazioni a favore di ATAC S.p.A.:

- progettazione, produzione, consegna e messa in servizio di tram bidirezionali di lunghezza non inferiore a 30,0 m e non superiore a 33,5 m, misurata tra i punti di massima sporgenza, da adibire al servizio pubblico sulla rete tranviaria di Roma;
- i veicoli potranno essere dotati di Energy Storage System (di seguito ESS) per la marcia autonoma (assenza di rete aerea) oppure solo predisposti per l'installazione di tale sistema;
- garanzia e assistenza post-vendita come specificato nel capitolato di gara e all'art. 13 della presente Specifica Tecnica;
- per i tram con garanzia estesa (art. 13.1), fornitura di materiali sufficienti all'effettuazione della manutenzione ordinaria di ciascun veicolo per un periodo di 6 mesi (a titolo esemplificativo e non esaustivo: pastiglie freno, filtri aria, filtri olio, lubrificanti, ecc.), al termine della garanzia di ciascun mezzo;
- per tutti i tram, garanzia su cedimenti strutturali e corrosione di parti strutturali di casse e carrelli per 15 anni (180 mesi), a decorrere dalla Messa in Servizio di ciascun tram;
- fornitura di una scorta tecnica dei principali complessivi dei veicoli, da consegnare presso il magazzino centrale ATAC di Grottarossa;
- redazione e consegna degli Elaborati di Progetto, della documentazione tecnica di progetto e della manualistica relativa all'oggetto di fornitura;
- consegna degli eseguibili software di tutti gli apparati di bordo;
- conduzione dei corsi di istruzione per il personale ATAC;
- consegna degli accessori a corredo dei rotabili e degli strumenti di manutenzione speciali necessari all'uso e alla manutenzione del rotabile in tutte le sue parti;
- prove, certificazioni e documentazione probatoria;
- prestazioni a corredo dettagliate nel seguito.

### 1.2. Materiale rotabile

I tram oggetto della fornitura saranno del tutto identici tra loro (a meno della eventuale presenza di ESS), dovranno poter effettuare servizio nell'attuale rete tranviaria di Roma e su eventuali linee in progettazione e poter essere ricoverati e mantenuti nelle attuali strutture di deposito e di officina dell'ATAC (siti di Porta Maggiore e Prenestina). Eventuali differenze del primo veicolo consegnato rispetto alle soluzioni adottate nella produzione di serie dovranno essere integralmente sanate dal fornitore senza onere alcuno per ATAC.

### 1.3. Normativa di riferimento

Nel seguito sono riportate, a titolo indicativo e non esaustivo, alcune delle norme di riferimento per la fornitura:

- 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;


- leggi vigenti in materia antinfortunistica, sicurezza e igiene del lavoro e di tutela dell'ambiente;
- leggi e direttive italiane ed europee vigenti in materia di circolazione stradale e di trasporto pubblico locale;
- norma quadro per il materiale rotabile tranviario UNI 11174;
- norma su documentazione di progetto e prove di rotabili di nuova costruzione o modificati UNI 11750;
- norma su distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile UNI 7156;
- norme relative ai carrelli e loro principali componenti UNI EN 13749, UNI EN 13261, UNI EN 13103, UNI EN 13104;
- norma relativa all'impianto freno UNI EN 13452;
- norma relative alle strutture delle casse UNI EN 12663;
- norme relative agli equipaggiamenti elettrici ed elettronici CEI EN 61287, CEI EN 50155, CEI EN 50121;
- norme relative agli impianti di climatizzazione UNI EN 14750 e UNI EN 14813;
- norma relativa alle porte passeggeri UNI EN 14752;
- norma relativa al pantografo CEI EN 50206;
- norma relativa alla resistenza all'urto UNI EN 15227;
- norma relativa al comportamento al fuoco UNI CEI EN 45545 e relativi richiami;
- norme relative alla sicurezza elettrica CEI EN 50153, CEI EN 50124 e CEI EN 60077;
- norma relativa a resistenza a vibrazioni ed urti degli apparati CEI EN 61373;
- norma relativa alle RAMS CEI EN 50126;
- norma relativa al registratore statico di eventi di bordo CEI EN 62625;
- norma relativa alle prove sul rotabile CEI EN 50215;
- norma relativa al confort di marcia UNI EN 12299;
- norma relativa alle prove caratteristiche di marcia UNI EN 14363;
- norma relativa alla comunicazione tra passeggeri e conducente UNI EN 17355;
- altre norme europee EN, CEN, CENELEC applicabili;
- altre norme italiane UNI e CEI-UNEL applicabili;
- altre norme internazionali ISO, IEC, UIC applicabili;
- altri progetti di norme europee e/o italiane secondo accordi da prendersi con ATAC applicabili;
- altre prescrizioni del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti/ANSFISA applicabili.

Di ciascuna norma si considera l'ultimo aggiornamento emesso.

Qualora il Concorrente riscontrasse incoerenze fra le norme vigenti e le prescrizioni del presente documento e dei suoi allegati, nonché fra le stesse norme, lo segnalerà ad ATAC per concordare il riferimento da considerare.

Essendo la normativa tecnica in continua evoluzione, il Fornitore si atterrà ai più recenti progetti di norme nazionali ed europee e leggi, emessi fino alla data di trasmissione degli Elaborati di Progetto al Ministero (quindi anche successivamente alla stipula dell'Accordo Quadro).

Il Fornitore si impegna a garantire, senza alcun compenso aggiuntivo, l'esecuzione di modifiche al progetto richieste dagli enti di sorveglianza esterni (Ministero dei Trasporti, ANSFISA etc.) per

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 8/129
---	---	------------------------------------

assicurare la conformità del progetto a norme e/o leggi, inclusi gli eventuali aggiornamenti delle stesse nel corso della fornitura, secondo l'interpretazione delle stesse data dai suddetti enti.

## **2. Rete tramviaria e impianti**

### **2.1. Rete**

#### **2.1.1. Circolabilità e guida**

Il Fornitore si impegna a progettare e realizzare i veicoli in modo che essi siano totalmente conformi alla piena circolabilità sulla rete urbana di Roma ed integralmente compatibili con le caratteristiche della rete descritte nei successivi paragrafi.

Le linee della rete tranviaria attualmente in servizio sono poste in superficie a livello di terra. Sulle linee a doppia via la circolazione è a destra.

#### **2.1.2. Sede**

Il tracciato delle linee prevede attualmente le seguenti sedi:

- Sede promiscua con traffico stradale automobilistico e pedonale;
- Sede protetta;
- Sede propria.

#### **2.1.3. Sagoma limite**

Il rotabile deve poter circolare su curve di 15 m asse binario (presenti nei depositi) e su curve di 18 m asse binario (presenti anche in linea).

#### **2.1.4. Tracciati**

Lo sviluppo del tracciato della rete urbana in esercizio si articola nel seguente modo:

- sviluppo in rettilineo: 52.921,11 m (80,3 %);
- sviluppo in curva (raggio 18 ÷ 25 m): 3.531,25 m (5,30 %);
- sviluppo in curva (raggio 26 ÷ 50 m): 4.594,85 m (6,82 %);
- sviluppo in curva (raggio 51 ÷ 200 m): 5.249,23 m (7,58%);
- totale sviluppo: 66.296,44 m;
- pendenza massima: 81‰ (ottantuno per mille).


Le capilinee sono sia del tipo con anello di ritorno, che di tipo con doppia comunicazione per l'inversione di marcia con veicoli bidirezionali. I tram oggetto della fornitura saranno impiegati su linee con capilinea di entrambe le tipologie e pertanto devono essere di tipo bidirezionale con doppia cabina di guida e porte passeggeri su entrambe le fiancate.

#### **2.1.5. Banchine di fermata**

I nuovi rotabili oggetto della presente fornitura dovranno essere conformi alla norma UNI 11174 e compatibili con banchine di fermata rispondenti alla norma UNI 7156.

Le attuali banchine di fermata della rete di Roma possono presentare le seguenti caratteristiche:



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 9/129
---	---	------------------------------------

- Altezza 290 mm sul p.d.f., distanza 700 mm dal bordo del binario adiacente (punto di misura scartamento);
- Altezza 300 mm sul p.d.f., distanza 550 mm dal bordo del binario adiacente (punto di misura scartamento).

## 2.2. Armamento

### 2.2.1. Scartamento

Lo scartamento nominale è pari a 1.445 mm in rettilineo, in curva e sugli incroci, come da norma UNI 3648.

### 2.2.2. Interbinario

I valori dell'interbinario sulla rete tramviaria esistente sono tali da consentire un franco minimo di 300 mm tra le vetture attualmente in esercizio che si incrociano. La norma di riferimento è la UNI 7156.

### 2.2.3. Rotaie

Le rotaie sono di tipo NP4, NP4a, NP4am (62R1) e li1 (incroci) (norma di riferimento UNI 3142 o UNI EN 14811).

Le curve sono monocentriche e/o policentriche costruite con rotaie piegate a freddo.

I raggi delle curve presenti sulla rete tranviaria in servizio sono in gran parte superiori ai 25 m. In alcuni punti in linea sono comunque presenti curve con raggi di 18 m. All'interno dei depositi sono presenti curve con raggio di 15 m.

Gli incroci sono realizzati con rotaie li UNI 3142 (gola piena) assemblate su piastroni e saldate. Il transito sui cuori avviene con appoggio del bordino del cerchione sul fondo della gola della rotaia anziché sulla fascia di rotolamento.

I deviatori sono di tipo a cerniera in ingresso e ad ago elastico in uscita. Ai capolinea e nei depositi tranviari sono presenti scambi aventi curvature con raggio 18 m e 15 m.


La sopraelevazione in curva è massimo 40 mm. I raccordi verticali hanno raggio minimo di 200 m.

Con riferimento allo sghembo, vale quanto indicato nella norma UNI 11174.

### 2.2.4. Particolarità della rete tranviaria ai fini del calcolo strutturale del tram

La rete tranviaria di Roma, con riferimento ai binari ed alla piattaforma sulla quale essi sono collocati, presenta alcune caratteristiche peculiari di seguito indicate:

- gran parte dei passaggi da rettilineo a curva (e viceversa) sono privi di raccordi di transizione (es.: clotoidi). Questa circostanza comporta che il valore di accelerazione centrifuga passi da zero ad un valore finito diverso da zero a gradino;
- negli incroci e sugli scambi la gola della rotaia in corrispondenza del cuore è a quota più elevata rispetto alla gola dell'altra rotaia, facendo in modo che in tali punti singolari il

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 10/129
---	---	-------------------------------------

contatto della ruota con la rotaia passi dalla fascia di rotolamento del cerchione alla sommità del bordino.

#### **2.2.5. Condizioni di aderenza**

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

- in condizioni ottimali: 0,2;
- in condizioni degradate: 0,1.

#### **2.2.6. Carico per asse**

Il carico massimo ammesso per asse, nelle condizioni di carico utile eccezionale definite dalla norma UNI 11174 è il seguente:

1. carico massimo per asse:  $\leq 100$  kN per i veicoli predisposti per il sistema ESS;
2. carico massimo per asse:  $\leq 110$  kN per i veicoli con sistema ESS;

Offerte che prevedano un carico massimo per asse superiore ai valori sopra indicati, anche per un solo asse del rotabile, saranno escluse dalla gara d'appalto.

Sarà oggetto di valutazione il contenimento del carico massimo per asse, secondo il criterio indicato negli atti di gara (per mezzi con ESS).

Qualora il carico massimo per asse del rotabile finito eccedesse i valori sopra indicati, anche per un solo asse del mezzo, ciò costituirà motivo di immediata risoluzione del contratto di fornitura, con ristoro dei danni causati ad ATAC da parte del Fornitore.

#### **2.2.7. Posa**

L'armamento attuale è di tipo tradizionale su traverse in legno o cemento armato precompresso su ballast di pietrisco. Sono stati realizzati tratti in piattaforme in cemento armato sia prefabbricate che gettate in opera. Gli attacchi possono essere, nei tratti più recenti, di tipo elastico e, nei tratti più vetusti, di tipo diretto o indiretto non elastico. Per le nuove linee, oltre alle soluzioni sopra indicate, potranno essere adottati sistemi innovativi come, ad esempio, del tipo embedded rail.

### **2.3. Alimentazione elettrica**

#### **2.3.1. Tensione di alimentazione**


La tensione di alimentazione delle linee attuali è di 600 V cc, +20%, -33%.

#### **2.3.2. Linea di contatto**

La linea di contatto è costituita da filo di rame sospeso con sezione 100÷120 mm.

La sospensione della linea di contatto è di tipo trasversale.

L'altezza della linea di contatto rispetto al piano del ferro è:

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 11/129
---	---	-------------------------------------

- nominale: 5,30 m;
- minima: 4,60 m;
- massima: 5,60 m.

La poligonazione della linea di contatto è di  $\pm 350$  mm.

#### **2.4. Condizioni ambientali**

I rotabili devono essere idonei alla marcia all'aperto e ad essere utilizzati immediatamente dopo il rimessamento di più giorni, anche all'aperto e in condizioni climatiche avverse e nelle seguenti condizioni:

- temperatura aria:  $-10^{\circ}\text{C} / + 45^{\circ}\text{C}$ ;
- umidità media annua: 75%;
- valore massimo di umidità rilevato in un periodo di 30 giorni consecutivi dell'anno: 100%;
- pioggia, vento, neve;
- comparsa di rugiada;
- penetrazione di acqua e neve per effetto della turbolenza dovuta al movimento e alla ventilazione del rotabile;
- presenza di fogliame e polline a seguito del transito dei veicoli su porzioni di rete poste lungo viali alberati;
- getti d'acqua in pressione generati negli impianti di lavaggio automatico o manuale.

#### **2.5. Strutture di manutenzione**

Il rimessamento notturno e le manutenzioni avvengono nei depositi tranviari di ATAC citati al punto 1.2.

Entro la consegna del primo tram, ATAC comunicherà quale sarà il deposito di riferimento per i tram oggetto della fornitura.


I depositi hanno caratteristiche eterogenee, comunque sono dotati dei seguenti impianti:

- binari attrezzati con fosse di ispezione e/o su pilastri su terrapieno ribassato a circa 1,6 m dal p.d.f.;
- linee vita e/o passerelle per accesso all'imperiale (queste ultime poste a 2800 o 2900 mm dal pdf);
- trabattelli per l'accesso all'imperiale, con delimitazione dell'area di lavoro in quota;
- sollevatori a colonna per effettuare rialzi;
- carri ponte e/o gru per la movimentazione dei carrelli e grossi complessivi;
- tornio in fossa per la riprofilatura delle ruote e il rilievo dei profili.

#### **2.6. Profilo di missione**

Il profilo di missione atteso è il seguente:

- vita tecnica utile: 35 anni;
- utilizzo giornaliero: massimo 18 ore più tempi accessori di preparazione all'uscita;
- utilizzo annuo: massimo 330 giorni;
- percorrenza annua obiettivo: 60.000 km;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 12/129
---	---	-------------------------------------

- velocità massima in servizio: 50 km/h.

## 2.7. Impianti speciali

Per poter circolare sulla rete tranviaria di Roma, i nuovi rotabili oggetto della presente fornitura saranno equipaggiati/predisposti con gli impianti speciali descritti nel capitolo 10.


## 3. Caratteristiche generali del rotabile

### 3.1. Architettura generale del tram

#### 3.1.1. Requisiti generali

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


- pienamente conforme alla norma quadro italiana per le tranvie UNI 11174 o eventuali successivi aggiornamenti, nonché a quanto indicato nella Specifica Tecnica;
- vettura bidirezionale;
- lunghezza complessiva del tram non inferiore a 30,0 m e non superiore a 33,5 m misurata tra i punti di massima sporgenza;
- larghezza 2.400 mm;
- altezza max.: 3.500 mm senza pantografo;
- scartamento: 1.445 mm;
- diametro minimo delle ruote a max. usura:  $\geq 520$  mm;
- diametro a nuovo delle ruote: almeno 50 mm in più del diametro a massima usura;
- profilo del cerchione tipo UNI3332; larghezza della fascia di rotolamento: 84 mm;
- presenza di un Energy Storage System (di seguito ESS) o predisposizione per lo stesso che consenta al veicolo di effettuare, con un utilizzo giornaliero pari a quello indicato al precedente Art. 2.6, il profilo di missione indicato all'Art. 3.6;
- carico massimo per asse:  $\leq 100$  kN per i veicoli predisposti per il sistema ESS;
- carico massimo per asse:  $\leq 110$  kN per i veicoli con sistema ESS;
- carrelli con ruote non indipendenti, con assili e ruote calettate sugli assili;
- passo dei carrelli:  $\leq 1.800$  mm;
- due livelli di sospensione oltre alle ruote elastiche. E' ammessa l'adozione di ruote superelastiche (rigidezza radiale  $k_{rad} \leq 30$  kN/mm) al posto o in aggiunta alla sospensione primaria. Sono quindi ammesse le seguenti soluzioni:
  - carrelli con ruote superelastiche, sospensione primaria e sospensione secondaria;
  - carrelli con sospensione primaria e sospensione secondaria;
  - carrelli con ruote superelastiche e sospensione secondaria;
- presenza di un numero minimo di 4 porte per ciascun lato del veicolo, a doppia anta, uguali, ad azionamento elettrico, con larghezza  $\geq 1.200$  mm, poste nella sezione di veicolo a pianale ribassato;
- per tutte le porte passeggeri, altezza della soglia di ingresso pari a 350 mm dal p.d.f. (a vuoto e con ruote nuove) in accordo alle norme UNI 11174 e UNI 7156;
- percentuale minima dei posti a sedere sul totale dei passeggeri trasportati, valutato nelle condizioni di carico utile normale definite dalla norma UNI 11174, pari al 20%;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 13/129
---	---	-------------------------------------

- capacità minima di trasporto (somma di passeggeri seduti e in piedi), valutata nelle condizioni di carico utile normale definite dalla norma UNI 11174, pari a 190;
- assenza di gradini nelle aree di transito del comparto passeggeri. Si specifica che non sono considerati gradini eventuali porzioni rialzate poste al disotto dei sedili passeggeri o utilizzabili esclusivamente per accedere alla seduta, che non sono pertanto utilizzabili dai passeggeri stessi come zona di transito lungo l'asse longitudinale del veicolo. Sono ammesse zone a pavimento rialzato (con rampe) ma senza gradini, al fine di lasciare lo spazio necessario agli organi del rodiggio.
- climatizzazione del comparto passeggeri e delle cabine di guida, tramite impianti separati per comparto e cabine;
- fiancate uguali, intendendo con ciò che sui due lati della vettura la disposizione di porte e finestrini lungo la fiancata sarà la medesima, affinché la vettura si presenti ai passeggeri in fermata con le porte nelle medesime posizioni, qualunque delle due cabine di guida si trovi in testa alla vettura;
- la presenza di una porta di accesso alla cabina dall'esterno, riservata al conducente;
- 15 anni di garanzia su cedimenti strutturali e corrosione di parti strutturali di casse e carrelli;
- 15 anni di disponibilità ricambi (ad eccezione delle batterie per i quali sono richiesti 5 anni).

Inoltre, con riferimento all'architettura generale del tram, saranno oggetto di valutazione le seguenti caratteristiche:

- carrelli di estremità in grado di ruotare rispetto alla cassa, intendendo con ciò che essi dispongono di piena possibilità di rotazione (es. tramite ralla o altro dispositivo equivalente) e non dispongano solo di limitata libertà di rotazione (es. dovuta alla deformazione torsionale delle sospensioni secondarie);
- carrello/i intermedio/i in grado di ruotare rispetto alla cassa, intendendo con ciò che essi dispongono di piena possibilità di rotazione (es. tramite ralla o altro dispositivo equivalente) e non dispongano solo di limitata libertà di rotazione (es. dovuta alla deformazione torsionale delle sospensioni secondarie);
- la diminuzione del carico massimo per asse rispetto al limite sopra indicato di 110 kN/asse per veicoli dotati di sistema ESS;
- massimizzazione della capacità di trasporto;
- tipologia dei livelli di sospensione dei carrelli;
- presenza di semitelai articolati su tutti i carrelli del veicolo;
- massimizzazione del peso aderente percentuale a tara;
- presenza di sospensioni secondarie non pneumatiche;
- presenza di un sistema di allarme svio;
- massimizzazione dell'affidabilità in esercizio e della disponibilità;
- massimizzazione della larghezza minima dei corridoi longitudinali;
- riduzione della rumorosità;
- valutazione della tipologia e della qualità delle attrezzature di diagnostica, ricerca guasto e riparazione dei principali complessivi in opera sul mezzo;
- valutazioni sull'ergonomia della cabina di guida e sull'estetica interna ed esterna.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 14/129
---	---	-------------------------------------

Inoltre, come precisato nel seguito del presente documento, le soluzioni tecniche adottate per i telai dei carrelli dovranno essere tali da non rendere necessaria nessuna modifica ai torni in fossa esistenti presso le strutture ATAC per consentire la lavorazione delle ruote dei nuovi tram. Si indicano di seguito i torni attualmente presenti nelle officine ATAC:

- Deposito di Porta Maggiore: Hegenscheidt modello 106 T;
- Deposito di Prenestina: Hegenscheidt modello U2000-150.

Se ciò non fosse possibile, sarà a cura e spese del Fornitore la realizzazione delle opportune interfacce certificate necessarie per garantire la compatibilità dei nuovi tram con i torni in dotazione. Inoltre la tornitura deve poter avvenire senza smontare alcun complessivo del tram, sia a ruote nuove che a ruote a massima usura.

### **3.2. Masse e carico utile**

Il carico massimo per asse, nelle condizioni di carico utile eccezionale definite dalla norma UNI 11174, deve essere:

1.  $\leq 100$  kN per i veicoli predisposti per il sistema ESS;
2.  $\leq 110$  kN per i veicoli con sistema ESS.

I valori di carico massimo per asse sopra indicati sono limiti assoluti non derogabili.

La diminuzione del carico massimo per asse (per mezzi con ESS) rispetto a tale limite sarà oggetto di valutazione.

In offerta, il Concorrente presenterà l'analisi dei pesi del rotabile, con indicazione del peso a tara e a carico massimo per asse e con indicazione del peso delle casse nude, di ciascun carrello completo e dei 10 principali complessivi (es.: climatizzatore, azionamento di trazione, pantografo, etc.). Offerte che dichiarino un carico massimo per asse superiore al limite indicato nella presente Specifica saranno escluse dalla Gara.

A rotabile finito, il peso del rotabile sarà oggetto di prova di tipo. In caso di supero del limite indicato nella presente Specifica, anche per un solo asse del tram, ATAC risolverà il contratto addebitando al Fornitore tutti i danni che nel frattempo avrà subito.

### **3.3. Caratteristiche strutturali**

Per le caratteristiche strutturali di casse e carrelli valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

### **3.4. Dispositivi di illuminazione e segnalazione visiva**


Per i dispositivi di illuminazione e di segnalazione visiva valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

Tutte le luci (sia interne che esterne) dovranno essere a led.

La retromarcia attiverà, oltre all'accensione delle luci previste, una segnalazione acustica esterna intermittente in testata posteriore.

### **3.5. Caratteristiche degli equipaggiamenti elettrici**

Per le *caratteristiche degli equipaggiamenti elettrici* valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 15/129
---	---	-------------------------------------

La tensione di alimentazione nominale delle linee sulle quali i rotabili saranno eserciti è 600 V. Ciò premesso, considerando il requisito della norma UNI 11174, secondo il quale *“il rotabile deve essere predisposto per l'alimentazione a 750 Vcc”*, l'impianto elettrico di trazione ed ausiliario della vettura sarà in grado di funzionare correttamente sia alla tensione di 600 Vcc, sia alla tensione di 750 Vcc, con i relativi intervalli di variabilità definiti dalla norma CEI EN 50163 (senza necessità di modifiche e/o integrazioni).

### 3.6. Energy Storage System

L'Energy Storage System dovrà garantire la marcia autonoma del mezzo secondo i profili di missione sopra indicati, relativi alla linea tranviaria di prossima realizzazione Termini - Vaticano – Aurelio (di seguito TVA), di cui si forniscono in allegato i profili altimetrici e planimetrici, unitamente agli elementi progettuali della rete aerea, tenendo in debito conto le aleatorietà della marcia in ambito urbano. Tali documenti si intendono parte integrante della presente specifica.

Il dimensionamento del sistema ESS dovrà essere effettuato sia nell'ipotesi di esercizio sull'intera linea TVA, sia in quella di esercizio limitato alla tratta Termini – Piazza Venezia, comprendendo l'intero tratto privo di rete aerea fino a Via di Torre Argentina.

In sede di offerta dovrà essere dettagliatamente descritto il sistema di accumulo di energia per la trazione con indicazioni in merito a:


- tipo di batterie utilizzato;
- caratteristiche del/dei pacchi (tensione nominale, energia, potenza, dimensioni, pesi, ecc.);
- composizione del/dei pacchi batteria;
- dislocazione sul veicolo dei pacchi batterie e della relativa elettronica di gestione e di interfaccia con il mezzo;
- numero minimo di cicli garantiti;
- vita attesa;
- sistemi di ventilazione/condizionamento dei pacchi batteria;
- prestazioni minime garantite in marcia autonoma;
- modalità e tempi di ricarica;
- gestione dei carichi ausiliari in marcia autonoma.

Dovrà inoltre essere fornito il bilancio energetico dell'Energy Storage System per i profili di missione sopra riportati (esercizio su intera linea ed esercizio nella tratta Termini – Piazza Venezia).

I pacchi batterie dovranno essere realizzati (alloggiamento, connessioni elettriche, ecc.) in maniera da rendere semplici e rapide le eventuali operazioni di manutenzione/sostituzione.

Dovranno essere previsti impianti di ventilazione/climatizzazione che ne garantiscano le ottimali condizioni di funzionamento al fine di ottimizzarne il numero di cicli vita, evitando l'ingresso di acqua e polvere.

Dovranno essere previsti sistemi di rilevazione fumo e incendi, con appositi segnali di allarme nelle cabine, fornendo opportuna relazione su tale tema; in ogni caso dovrà essere indicata la procedura d'intervento in caso d'incendio a carico del sistema di accumulo dell'energia. Dovranno inoltre essere indicate le corrette modalità di smaltimento dei sistemi di accumulo dell'energia.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 16/129
---	---	-------------------------------------

Tutti i veicoli forniti con ESS dovranno avere la medesima architettura del pacco batteria, stessa energia e dimensioni, numero moduli, disposizione, assemblaggio dei pacchi, release dei software di gestione, componentistica e architettura generale e di dettaglio.

I mezzi predisposti per il sistema di marcia autonoma dovranno essere completi di tutti gli equipaggiamenti di trazione, frenatura e ausiliari identici a quelli forniti già in origine di ESS. L'eventuale successiva installazione dei sistemi di accumulo dell'energia necessari per la marcia autonoma deve poter essere effettuata senza apportare modifiche di alcun genere (hardware e software) al veicolo. Analogamente, l'eventuale rimozione dei sistemi di accumulo di energia deve garantire senza alcuna modifica al mezzo la perfetta funzionalità dello stesso. In sostanza, il sistema di marcia autonoma deve essere concepito come un elemento "plug&play".

In offerta dovranno essere indicate la durata garantita (anni e numero di cicli) e il costo per singolo veicolo del sistema di accumulo dell'energia, considerando la batteria a fine vita quando ha raggiunto una capacità residua pari all' 80% del valore nominale (IEC 62660). In ogni caso, il sistema di accumulo dovrà avere una durata minima garantita pari a 5 anni.

Dovrà essere inoltre fornita curva attesa di decadimento temporale dell'autonomia delle batterie installate a bordo veicolo.

Si evidenziano inoltre i seguenti aspetti relativi alla marcia autonoma:


1. non sono ammessi decadimenti delle prestazioni frenanti;
2. è ammesso un decadimento massimo delle accelerazioni di avviamento, rispetto a quanto indicato dalla UNI 11174, pari al 30%, quindi con accelerazione minima garantita pari a 0,7 m/s<sup>2</sup>;
3. la velocità massima garantita in marcia autonoma non dovrà essere minore di 30 km/h.

Dovrà essere previsto un sistema che, raggiunta una soglia limite per lo stato di carica delle batterie, segnali tale condizione al conducente e riduca progressivamente i carichi ausiliari al fine di consentire il rientro del veicolo in deposito o il raggiungimento di una tratta provvista di rete aerea, al fine di scongiurare eccessi di scarica.

Il software di gestione delle batterie deve includere, tra l'altro, il contatore dei cicli "rated", cioè di scarica nominale: le scariche parziali si sommano fino al valore della capacità totale utile della batteria, al fine di utilizzare tale dato per la valutazione dei cicli cui è stata sottoposta la batteria. Il dato indicativo dei cicli "rated" sarà utilizzato per determinare il residuo di vita della batteria stessa.

Deve essere previsto un sistema di monitoraggio e gestione dello stato delle batterie (BMS) al fine di mantenere ogni cella entro i valori di tensione previsti dal costruttore, bilanciare le celle che compongono la batteria, dialogare con l'elettronica di trazione del mezzo che trasmette tutte le informazioni necessarie per il corretto funzionamento. Si richiede di memorizzare il maggior numero possibile di dati di funzionamento: stato di carica, massima corrente di recupero in frenatura, tensione, amperaggio, temperatura, configurazione, log errori, memorizzazione eventi, ecc. I dati dovranno essere accessibili tramite il can-bus veicolare e scaricabili tramite PC senza software proprietario; nel caso di software proprietario, dovrà essere fornita, a cura e spese del Fornitore, idonea strumentazione per le operazioni di diagnostica sul BMS veicolare.



	<p align="center"><b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b></p>	<p align="right">Ediz. 14/12/2022</p> <p align="right">pag. 17/129</p>
---	---	--

In sede di offerta dovranno essere dettagliatamente descritte le modalità di passaggio da marcia sotto rete aerea a marcia autonoma e viceversa, con l'indicazione dei tempi di esecuzione di riconfigurazione del veicolo.

### 3.7. Comfort

Per l'**accessibilità** valgono le indicazioni della UNI 11174.

Le porte passeggeri saranno tutte uguali e con larghezza libera di passaggio non inferiore a 1.200 mm, come da norma UNI 11174.

Per quanto riguarda l'accessibilità di persone a mobilità ridotta, con riferimento alla norma UNI 11174, i veicoli dovranno soddisfare entrambi i requisiti (punti *a* e *b* del paragrafo Comfort - Accessibilità) indicati dalla norma stessa. I veicoli dovranno pertanto essere dotati di almeno 2 pedane mobili per lato, manuali a ribalta, poste simmetricamente rispetto alla mezzeria del veicolo, e sulla porta più vicina alla corrispondente postazione, per l'accesso sul mezzo da banchine con altezza dal piano del ferro minore di 300 mm e distanza tra soglia porte e bordo banchina maggiore di 70 mm. Le pedane mobili dovranno avere dimensioni tali da avere una pendenza massima pari al 5%. Nel caso di accesso da banchina con altezza dal p.d.f. di 300 mm e distanza tra soglia porta e banchina minore di 70 mm, dovranno essere sempre garantite le quote indicate dal punto b) della norma 11174.


Per l'**abitabilità** valgono le indicazioni della norma UNI 11174, con le precisazioni che seguono:

- altezza libera del cielo all'interno dei rotabili, lungo la mezzeria longitudinale, non minore di 2.100 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);
- larghezza minima dei corridoi non inferiore a 500 mm per l'intera altezza della vettura; la larghezza va intesa come "libera" e pertanto non deve comprendere lo spazio dei piedi dei passeggeri seduti su eventuali sedili trasversali; al riguardo si consideri che i piedi dei passeggeri occupano 300 mm (rif. norma UNI EN 15663 cap. 5). Tale grandezza è oggetto di valutazione;
- non è ammesso l'uso di strapuntini.

Per il **comfort acustico (rumorosità interna)** valgono le indicazioni della norma UNI 11174, con le seguenti precisazioni:

- da fermo, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 64 dB(A) in cabina di guida e a 66 dB(A) in tutte le zone del comparto passeggeri, con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza;
- alla velocità costante di 40 km/h, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 70 dB(A) in cabina di guida e a 75 dB(A) in tutte le zone del comparto passeggeri, con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza.

I suddetti parametri vanno assunti quali requisiti di progettazione; in fase di progettazione il Fornitore produrrà un'accurata "Analisi della rumorosità interna", in cabina e in comparto, per rotabile fermo e in marcia a 40 km/h, a dimostrazione del soddisfacimento di tali requisiti.

	<p align="center"><b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b></p>	<p align="right">Ediz. 14/12/2022</p> <p align="right">pag. 18/129</p>
---	---	--

Oltre ai requisiti sopra menzionati, il rotabile sarà esente da rumori di intensità elevata, tali da essere percepiti come fastidiosi, in tutte le condizioni di marcia (avviamento, accelerazione, velocità massima, frenatura, inserzione e disinserzione impianti, percorrenza di curve, apertura e chiusura porte, etc.). Sarà a carico del Fornitore rimuovere le cause di rumorosità anomala, per quanto attribuibili al materiale rotabile.

Per l'**illuminazione interna** valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

Per il **comfort termico** valgono le indicazioni della norma UNI 11174, con le precisazioni che:

- devono esservi impianti di climatizzazione per le cabine di guida e per il comparto passeggeri;
- gli impianti di climatizzazione per le cabine di guida e per il comparto passeggeri devono essere separati.

Per i **sistemi informativi di bordo**, valgono le indicazioni della norma UNI 11174, con le ulteriori indicazioni fornite al paragrafo 10.12.

### **3.8. Impatto sull'ambiente**

Per le vibrazioni, la compatibilità elettromagnetica e i prodotti e materiali inquinanti valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

Per i consumi energetici si richiede che il rotabile sia dotato di un sistema per la misura dell'energia consumata durante il servizio.

### **3.9. Rumorosità esterna**

#### **3.9.1. Generalità**


Per la **rumorosità esterna** valgono le indicazioni della norma UNI 11174, con le seguenti precisazioni:

- da fermo, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 68 dB(A), con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza;
- alla velocità costante di 40 km/h, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a 75 dB(A), con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza.

I suddetti parametri vanno assunti quali requisiti di progettazione.

#### **3.9.2. Rumorosità in curva**

Oltre alle indicazioni di carattere generale di cui al punto precedente, si considera di seguito un aspetto particolare, ma di rilevante importanza: il rumore dovuto agli stridii in curva ("Squeal Noise"). Come noto questo tipo di rumore è causato principalmente da elevate forze di contatto sia fra la faccia esterna del bordino e le rotaie (angolo di attacco), sia fra la faccia interna del bordino e le controrotaie, sia dal contatto del cerchione con il piano di rotolamento. Per tale ragione l'architettura generale del carrello e la scelta dei suoi componenti (segnatamente quelli che hanno un impatto con il rumore, per esempio ruote, sospensioni, ammortizzatori, ecc.) devono essere determinati in modo da minimizzare le suddette forze di contatto.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 19/129
---	---	-------------------------------------

Al fine di caratterizzare il tipo di rumore in questione il Fornitore dovrà eseguire la prova di verifica dell'entità del rumore emesso di seguito descritta.

Il primo tram della fornitura dovrà percorrere ripetutamente, in condizioni di binario asciutto, la curva della linea 2 tra viale Tiziano e Viale Pinturicchio (circa 23 m di raggio) e quella della linea 8 Via Florida – Largo Arenula (20 m), alle velocità di 10 km/h e 15 km/h. La postazione di misura verrà collocata lato interno curva, ad una distanza di 7,5 m dalla mezzera del binario e ad una altezza di 1,2 m dal piano del ferro. In tali condizioni la strumentazione di misura (almeno di classe 1) deve essere in grado di rilevare il rumore emesso dal transito del tram, utilizzando come descrittori acustici il SEL (dBA) ed il  $L_{MAX}$  (dBA). Deve essere inteso che la fase di misura inizia quando la testa del tram si trova all'inizio della curva e termina quando la coda del tram abbandona la fine della curva.

Il tram deve eseguire 5 passaggi e le misure devono essere mediate sul numero di passaggi in questione.

I valori delle misure, calcolati come sopra indicato, saranno necessariamente inferiori ai seguenti:

- SEL < 95 dBA
- $L_{MAX}$  < 90 dBA

Valori maggiori di quelli su indicati comporteranno l'applicazione di azioni mitigatrici da parte del Fornitore, senza nessun onere per ATAC. In caso di mancato raggiungimento dei valori di rumorosità indicati in sede di offerta, verranno applicate le penali indicate nel Capitolato di Gara.

### 3.10. Sicurezza

Per la **sicurezza**, valgono le indicazioni della norma UNI 11174.

### 3.11. Protezione dal fuoco

La progettazione dei rotabili e la scelta dei materiali saranno 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 e fumi sviluppatasi nel sottocassa.


Il rotabile, in tutte le sue parti, sarà conforme alla UNI CEI EN 45545, con riferimento alla Operation Category 2, Design Category N, Hazard Level 2.

Il progetto del rotabile comprenderà il computo del carico d'incendio.

Oltre al requisito sopra esposto, che rappresenta lo status della normativa al momento della redazione della presente Specifica, considerato che la normativa in materia di comportamento al fuoco è in continua evoluzione, il Fornitore si atterrà alle più recenti pubblicazioni di progetti di norma e norme nazionali ed europee e leggi in materia di fuoco/fumi, emesse fino alla data di trasmissione degli Elaborati di Progetto al Ministero (quindi anche successivamente alla stipula del Contratto).

### 3.12. Sistema retrovisivo

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

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 20/129
---	---	-------------------------------------

Dovranno essere previste una telecamera per ogni porta passeggeri, una telecamera frontale per ciascuna cabina di guida, oltre ad almeno 4 telecamere nel comparto passeggeri.

Ogni cabina di guida deve essere dotata di specchio retrovisivo sul lato destro, chiudibile sia manualmente che elettricamente, e dotato di sistema di chiusura automatica in caso di urto. Lo specchio deve richiudersi automaticamente sulla cabina non abilitata e deve inoltre essere presente un allarme, nella cabina abilitata, che segnali lo specchio in posizione indebitamente aperta nella cabina non utilizzata.

Tutti gli specchi retrovisivi devono essere di tipo orientabile tramite comando su banco di manovra e riscaldati elettricamente.

### **3.13. Prestazioni**

#### **3.13.1. Generalità**

In questa sezione 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 *carico utile eccezionale* (norma UNI 11174), sia a tara (con il termine "a tara" si intendono le condizioni di minimo carico del rotabile, quindi con a bordo il conducente e il personale tecnico addetto alle prove), sia con cerchioni a nuovo, sia con cerchioni alla massima usura, su tratta piana e rettilinea, in assenza di vento, da entrambe le cabine guida.

Le prestazioni di accelerazione e velocità di seguito richieste sono riferite al valore nominale di tensione di linea di 600 V e saranno ottenute per tensioni di linea  $\geq 570$  V.

Il degrado delle prestazioni per tensioni di linea al di sotto di 570 V sarà documentato mediante:


- le caratteristiche di sforzo in trazione e in frenatura e l'andamento della corrente di linea in funzione della velocità, a pieno carico e a vuoto, in corrispondenza di valori della tensione di linea di 600 V, 570 V, 500 V e 400 V;
- gli assorbimenti dei circuiti ausiliari alla tensione di linea di: 600 V, 570 V, 500 V e 400 V;
- il diagramma di tratta di 400 metri per valori della tensione di linea di 600 V e 570 V.

#### **3.13.2. Trazione**

##### *3.13.2.1. Accelerazione*

L'accelerazione media del tram nel passaggio da 0 a 30 km/h sarà superiore a  $1 \text{ m/s}^2$ , con gradiente dell'accelerazione longitudinale (jerk) non superiore in nessun caso a  $1,2 \text{ m/s}^3$ . Tale valore di accelerazione è riferito alla condizione di partenza con manipolatore di trazione in posizione di coasting e con frenatura di trattenuta applicata.

Il manipolatore di trazione comanda, per ciascuna posizione angolare, un valore di riferimento di accelerazione, non di velocità; in corrispondenza di un qualsiasi dato valore di riferimento di accelerazione, una volta raggiunto il valore di accelerazione richiesto, l'accelerazione istantanea viene mantenuta costante, indipendentemente dalla velocità fino ai limiti di potenza dell'azionamento (premesse le condizioni di tensione di linea costante e binario piano e rettilineo).

	<p align="center"><b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b></p>	<p align="right">Ediz. 14/12/2022</p> <p align="right">pag. 21/129</p>
---	---	--

#### 3.13.2.2. *Velocità massima*

Per il dimensionamento del rotabile si prenda a riferimento una velocità massima di 60 km/h, mantenibile indefinitamente in condizioni di massimo carico utile normale, con ruote alla massima usura. Sarà prevista una funzione di autolimitazione della velocità massima a 50 km/h (reimpostabile da parte di ATAC), che deve poter intervenire anche agendo sull'impianto freno del veicolo.

#### 3.13.2.3. *Marcia limitata*

Deve essere prevista la possibilità di impostare una marcia limitata a velocità pari a 5 km/h.

#### 3.13.2.4. *Marcia in condizioni degradate*

Un tram con avaria ad un azionamento di trazione (convertitore e/o relativi motori) sarà in grado di avviarsi da fermo, a pieno carico utile normale, in salita con pendenza del 81‰ (ottantuno per mille) e condizioni di aderenza degradate (coefficiente di aderenza pari a 0,1), con accelerazione media non minore di 0,1 m/s<sup>2</sup>.

La velocità massima in questo caso sarà limitata a 30 km/h.

Deve inoltre essere garantito lo spunto da fermo e una velocità minima di 15 km/h in condizioni di carico utile eccezionale e un azionamento di trazione in avaria, su livelletta del 20 ‰.

#### 3.13.2.5. *Retromarcia*

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

#### 3.13.2.6. *Taglio trazione*

Il taglio trazione, comunque comandato dalla logica di veicolo, deve avere grado di sicurezza "Safety Integrity Level" almeno pari a 2, secondo CEI EN 50128 e 50129.


### 3.13.3. **Frenatura**

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

Le velocità iniziali di riferimento per i calcoli di progetto e per le prove di tipo sono: 50, 40 e 20 km/h.

Tutte le prestazioni di frenatura elettrica saranno garantite anche in assenza di ricettività della linea.

In caso di avaria agli azionamenti di trazione, la prestazione in frenatura non subirà diminuzioni, in virtù del subentro della frenatura meccanica.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 22/129
---	---	-------------------------------------

#### 3.13.3.1. *Frenatura di servizio*

Le prestazioni della frenatura di servizio sono quelle indicate dalle norme UNI 11174 e UNI EN 13452.

#### 3.13.3.2. *Frenatura di sicurezza*

La frenatura di sicurezza (security braking) è comandata manualmente da pulsante a fungo; la prestazione in decelerazione sarà congruente alla norma UNI EN 13452.

La frenatura di sicurezza deve avere grado di sicurezza “Safety Integrity Level” almeno pari a 2, secondo CEI EN 50128 e 50129.

#### 3.13.3.3. *Frenatura di emergenza*

Le prestazioni della frenatura di emergenza saranno congruenti con quelle indicate dalle norme UNI 11174 e UNI EN 13452 (frenature di emergenza 1 e 3).

La frenatura di emergenza 1 deve avere grado di sicurezza “Safety Integrity Level” almeno pari a 2, secondo CEI EN 50128 e 50129.

#### 3.13.3.4. *Frenatura a pattini elettromagnetici*

La frenatura a soli pattini elettromagnetici è comandata manualmente da pulsante a fungo; la prestazione sarà tale da arrestare il tram a pieno carico da 20 km/h con una decelerazione media non inferiore a 1 m/s<sup>2</sup>.

Le prestazioni della frenatura in oggetto saranno congruenti con quelle indicate dalle norme UNI 11174 e UNI EN 13452.

#### 3.13.3.5. *Freno di trattenuta*


Il freno di trattenuta (holding brake), subentrante automaticamente a tram fermo, sarà tale da mantenere il tram in posizione ferma, in condizioni di carico utile eccezionale, per un tempo prestabilito, su una pendenza del 81‰ (ottantuno per mille).

#### 3.13.3.6. *Freno di stazionamento*

Il freno di stazionamento (parking brake), subentrante automaticamente con combinatore di marcia in posizione zero, sarà tale da mantenere in posizione ferma il tram, in condizioni di carico utile eccezionale, per un tempo illimitato, su una pendenza del 81‰ (ottantuno per mille).

#### 3.13.3.7. *Prestazioni in condizioni degradate*

Un tram con avaria ad un azionamento di trazione o con avaria alla frenatura meccanica di un carrello (motore o portante) sarà in grado di svolgere servizio fino al primo capolinea, con limitazione della velocità a 30 km/h e garantendo uno spazio di arresto non più alto di quello ottenuto alla velocità di 50 km/h in condizioni di carico utile eccezionale e in condizioni di piena efficienza.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 23/129
---	---	-------------------------------------

### 3.14. RAMS

#### 3.14.1. Generalità

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

Il Concorrente è tenuto a presentare, in fase di offerta, la “Analisi RAMS” del rotabile e dei suoi assiemi e componenti. I valori dichiarati saranno congruenti con i requisiti della presente Specifica e faranno riferimento al periodo dalla messa in servizio del rotabile alla prima scadenza di revisione generale. I valori dichiarati saranno 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 potranno essere:

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

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

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

#### 3.14.2. Affidabilità

##### 3.14.2.1. Affidabilità di Esercizio del tram: definizione e requisiti

La “Affidabilità di Esercizio” (AE) del tram è definita come:

$$AE = (N_1 / KM) * 100.000$$

dove:


AE è l’indice di affidabilità del tram,

N<sub>1</sub> è il numero dei guasti totali del tram, nel periodo di osservazione,

KM è il numero di chilometri percorsi dal tram, nel periodo di osservazione.

Sono da considerare guasti tutti i problemi, direttamente riconducibili al mezzo, che comportino:

- arresto in linea del mezzo con necessità di intervento del Carro Soccorso per il suo recupero;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 24/129
---	---	-------------------------------------

- arresto in linea del mezzo, per cause imputabili allo stesso, che comportino perdita o limitazione di corse. A tal fine, faranno riferimento i documenti di ATAC comprovanti il disservizio in linea.

È atteso che:  $AE \leq 10$  guasti/100.000 km.

Nella determinazione dei casi di guasto, si tenga presente che il conducente può operare solo su apparati in cabina e comparto, solo con chiave di servizio. La definizione delle condizioni di marcia degradata ammissibili a seguito di guasti in linea sarà effettuata dal Fornitore, in base alle caratteristiche del materiale rotabile ed ai requisiti di sicurezza di marcia, e approvata da ATAC, in funzione delle conseguenze sulla regolarità del servizio.

#### 3.14.2.2. Affidabilità di impianti e componenti: definizione e requisiti

La “Affidabilità di impianti e componenti” (MDBF) è definita come:

$$MDBF = (KM / N_2)$$


dove:

- MDBF è l'indice di affidabilità dell'elemento considerato (Mean Distance Between Failures),
- $N_2$  è il numero dei guasti occorsi a tutti gli elementi del tipo considerato montati sul tram in osservazione, nel periodo di osservazione,
- KM è il numero di chilometri percorsi dal tram, nel periodo di osservazione. Il Fornitore, in sede di analisi RAM, indicherà il valore di MDBF degli impianti costituenti il tram secondo la seguente disaggregazione, arrivando per ciascuno al livello di dettaglio della LRU (Line Replaceable Unit):
  - casse (verniciatura e pellicolatura, isolamento termo-acustico, finestrini, pavimento (tavolato in legno e tappeto in gomma, intercomunicanti, specchi retrovisori);
  - carrello motore completo (inclusi i collegamenti alla cassa);
  - carrello portante completo (inclusi i collegamenti alla cassa);
  - impianto di trazione (inclusi: manipolatore di trazione/frenatura, pantografo, IR, induttanze, convertitori di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti, ecc - esclusi: motori);
  - impianto ESS;
  - impianto freno (inclusi: centraline, ecc. - esclusi: apparati sul carrello);
  - impianto porte e pedane per persone a mobilità ridotta;
  - impianto di condizionamento (cabina e comparto, incluse centraline);
  - impianto elettrico ausiliario;
  - arredi e allestimenti;
  - rete informatica (inclusa logica di veicolo, monitor di banco, diagnostica, rete di veicolo, rete ethernet);
  - impianti tachimetria, vigilante attivo, registratore di eventi;
  - impianto di videosorveglianza e videoregistrazione.

Gli MDBF degli impianti saranno congruenti con i valori di affidabilità del tram completo.

Il Fornitore, in sede di analisi RAM, indicherà inoltre il MDBF di alcuni componenti specifici, che saranno congruenti con i requisiti nella successiva tabella “Elementi del rotabile e requisiti di




	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 25/129
---	---	-------------------------------------


affidabilità". Per ciascuno degli elementi della tabella citata, il Fornitore dovrà presentare in sede di offerta apposito listino, che sarà preso a riferimento per l'applicazione delle penali sull'affidabilità previste nel Capitolato Speciale (vedi anche par. 12.5).

**Tabella – Elementi del rotabile e requisiti di affidabilità**

ELEMENTI	MDBF
Carrello motore completo di collegamenti alla cassa, ad esclusione di motore di trazione e riduttore	≥ 250.000 km
Carrello portante completo di collegamenti alla cassa	≥ 250.000 km
Motore di trazione	≥ 500.000 km
Riduttore	≥ 1.000.000 km
Impianto di trazione (inclusi: manipolatore di trazione/frenatura, pantografo, induttanze, convertitori di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti - esclusi: motori)	≥ 100.000 km

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 26/129
---	---	-------------------------------------

Interruttore extrarapido completo	≥ 1.000.000 km
Inverter di potenza completo: elettronica di potenza, elettronica di comando e controllo, trasduttori, relativi cablaggi, ventilazione, ...	≥ 300.000 km
Batterie di trazione e relativo sistema di gestione (inverter, BMS, ...)	>= 250.000 km
Porta passeggeri, completa di ante, guide, meccanismi, elettronica, ecc...	≥ 50.000 km
Climatizzatore cabina completo (esclusi convertitori)	≥ 100.000 km
Condizionatore comparto completo (esclusi convertitori)	≥ 100.000 km
Convertitore statico servizi ausiliari a media tensione AT / MT completo	≥ 500.000 km
Convertitore statico servizi ausiliari a tensione di batteria AT/BT o MT/BT completo	≥ 500.000 km
Batterie di accumulatori impianto BT	≥ 100.000 km
Rete informatica di veicolo (cablaggi, connettori e unità decentrate), centraline della logica di veicolo, centraline diagnostiche, trasduttori per diagnostica, ecc., escluso monitor di banco	≥ 500.000 km
Registratore di eventi completo di trasduttori, sonde e relativi cablaggi	≥ 500.000 km
Impianto di videosorveglianza completo di videocamere, registratore, monitor di banco	≥ 250.000 km

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 27/129
---	---	-------------------------------------

### 3.14.3. Disponibilità

Il tram è da considerarsi disponibile quando sia completo e funzionante in tutte le sue parti, esente da guasti o degni, con tutte le precedenti riparazioni completate, i relativi controlli post-riparazione effettuati e le relative comunicazioni trasmesse allo staff di deposito di ATAC.

La disponibilità giornaliera sarà calcolata con la seguente formula:

$$D = V_d / (N - X) \times 100$$

Dove  $V_d$  è il numero di veicoli disponibili per l'esercizio alle ore 5 di ogni giorno; N il numero di veicoli che hanno superato l'immissione in servizio; X numero di veicoli non disponibili per:

- ragioni imputabili all' esercente o cause di forza maggiore;
- esecuzione di modifiche richieste da ATAC;
- esecuzione di interventi di manutenzione preventiva stabiliti dai piani di manutenzione approvati da ATAC, secondo programma operativo concordato con l' ATAC.

La disponibilità giornaliera verrà consuntivata quotidianamente alle ore 9:00.

Saranno inoltre considerati indisponibili i tram che, pur dichiarati disponibili, si trovino alle ore 9:00 in una delle seguenti condizioni:

- hanno manifestato problemi in fase di abilitazione e/o di controlli pre-esercizio e/o di manovra in deposito, tali da comportarne il mancato utilizzo per il servizio o ritardi nell' uscita;
- prima del consuntivo della disponibilità giornaliera hanno manifestato un guasto che è la ripetizione di un guasto già occorso e riparato negli ultimi 5 giorni.

La disponibilità dovrà essere  $\geq 92\%$  ed è oggetto di valutazione.

### 3.14.4. Tempo medio di riparazione (MTTR)


Il Concorrente dichiarerà il tempo medio di riparazione (MTTR) per gli assiemi e componenti di cui alla tabella "Elementi del rotabile e requisiti di affidabilità" (par. 3.14.2.2), definito come la somma dei tempi di:

- individuazione del guasto;
- rimozione e sostituzione della LRU guasta;
- organizzazione della attività operative, logistica, attese per eventuali intervalli improduttivi, registrazioni e consuntivazioni;
- verifica che il guasto è stato riparato e l' apparecchiatura funziona a specifica.

### 3.14.5. Manutenibilità Globale ( $M_G$ ), Manutenibilità Preventiva ( $M_P$ ) e Manutenibilità Correttiva ( $M_C$ )

La manutenibilità globale dei rotabili è definita come:

$$M_G = M_P + M_C$$

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 28/129
---	---	-------------------------------------

Dove la manutenibilità preventiva e correttiva sono definite come:

$$M_P = [ (\sum_i C_{manodopera} * T_i + \sum_i MAT_i) / KM ] * 1000$$

$$M_C = [ (\sum_i C_{manodopera} * T_i + \sum_i MAT_i) / KM ] * 1000$$

dove:

$M_P$  e  $M_C$  sono le manutenibilità preventiva e correttiva del tram nel periodo considerato,  $C_{manodopera}$  è il costo orario della mano d'opera (convenzionalmente stabilito pari a 50 €/ora),  $T_i$  è il totale delle ore di manodopera impiegate nel i-esimo intervento di manutenzione preventiva/correttiva,  $MAT_i$  è il costo totale dei materiali impiegati nel i-esimo intervento (*corrispondenti al listino ricambi*),  $KM$  è il numero di chilometri percorsi dal tram, nel periodo di osservazione,  $i$  indica gli interventi (da 1 a  $n$ ) preventivi effettuati sul tram, nel periodo di osservazione.

Nel calcolo della manutenibilità correttiva non saranno considerate le riparazioni a seguito di eventi non riconducibili alla responsabilità del fornitore.

Sia per la  $M_P$  sia per la  $M_C$ , il tempo  $T_i$  rappresenta il tempo reale totale di lavoro da quando il rotabile è a disposizione dei manutentori a quando il rotabile stesso torna disponibile per il servizio.

Il Fornitore dichiarerà i valori di  $M_G$ ,  $M_P$  e  $M_C$  per i tram completi e per gli assiemi e componenti elencati nella tabella: *Elementi del rotabile e requisiti di affidabilità* (par. 3.14.2.2).

I valori di  $M_G$ ,  $M_P$  e  $M_C$  sono relativi al periodo della vita tecnica del rotabile dalla messa in servizio alla prima scadenza di revisione generale del tram esclusa e sono da considerarsi valori “medi” su tale periodo. Pertanto, essi sono da intendersi invariati per l’intera durata della commessa.

Dovranno essere inoltre esplicitati i tempi e i costi di revisione dei componenti elencati nella tabella: *Elementi del rotabile e requisiti di affidabilità* (par. 3.14.2.2).

### 3.14.6. Sicurezza


La progettazione sarà condotta 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, con ridondanze degli impianti e con criteri di “robust design”. Gli allestimenti saranno concepiti per avere fissaggi estremamente resistenti.

Inoltre, il rotabile sarà concepito per limitare quanto più possibile il rischio di procurare lesioni al personale di manutenzione e sarà conforme a tutti i requisiti in materia di anti-infortunistica. Il Fornitore eseguirà una “Analisi di Sicurezza” del rotabile, in conformità alla norma CEI EN 50126 (par. 14.14).

### 3.14.7. Rilievo RAM

I tram in esercizio e tutti gli impianti che li costituiscono (in particolare gli impianti e componenti riportati in tabella “Elementi del rotabile e requisiti di affidabilità” par. 3.14.2.2) saranno sottoposti, da parte del Fornitore, al rilievo delle prestazioni RAM.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 29/129
---	---	-------------------------------------

In caso di scostamenti rispetto ai valori RAM attesi, il Fornitore definirà e implementerà azioni correttive mirate a risolvere i problemi, modificando la configurazione dei tram e/o l'assetto organizzativo dello staff di garanzia e manutenzione, dopo averle discusse con l'ATAC.

Le prestazioni RAM misurate saranno: AE (par. 3.14.2.1), MDBF dei principali impianti (par. 3.14.2.2),  $M_G$  (par. 3.14.5),  $M_P$  (par. 3.14.5),  $M_C$  (par. 3.14.5), disponibilità (par. 3.14.3).

Il periodo di osservazione RAM decorre dal Collaudo Definitivo (vedi par. 11.11.8) del primo tram al termine della garanzia dell'ultimo tram.

Il monitoraggio RAM sarà condotto in continuo durante il periodo di osservazione.

Nel periodo di osservazione, al termine di ogni trimestre sarà redatto un Report RAM, che indichi il valore dei parametri RAM dell'intera flotta, per singolo tram e per singolo impianto, nell'ultimo trimestre, nell'ultimo anno e nell'intero periodo di osservazione RAM.

Nel periodo di osservazione, se i requisiti RAM della presente Specifica non saranno rispettati, saranno applicate le penali previste a contratto.

### **3.15. Ciclo di vita del rotabile**

La progettazione del rotabile sarà condotta considerando gli obiettivi di affidabilità, disponibilità e manutenibilità (RAM) previsti, con riferimento alla norma CEI EN 50126.


E' richiesto che venga sviluppata un'analisi del Life Cycle Cost (LCC) del rotabile. La progettazione sarà orientata alla minimizzazione del LCC del rotabile. Essa sarà consegnata contestualmente al completamento dell'Analisi RAMS, ovvero entro l'accettazione del 1° tram. Nella definizione del LCC il Fornitore tenga presente che a metà della vita tecnica utile del rotabile sarà previsto un intervento di ripristino di eventuali degradi di parti strutturali della cassa, della carrozzeria, degli arredi e degli impianti.

Inoltre, la progettazione sarà condotta affinché i principali sottoassiemi costituenti il rotabile richiedano interventi di Revisione Generale con scadenze uguali o superiori a quelle di seguito indicate, rispettando gli obiettivi RAM contrattuali:

- carrelli: 500.000 km;
- dischi freno: 500.000 km;
- cuscinetti boccola: 1.000.000 km;
- impianto elettrico di trazione: 1.000.000 km;
- convertitori servizi ausiliari: 1.000.000 km;
- sistema di trasmissione: 500.000 km;
- motori di trazione: 1.000.000 km;
- gruppo motocompressore: 250.000 km;
- climatizzatore cabina e comparto: 250.000 km.

Per ciascuno degli interventi sopra elencati, dovranno essere indicate anche eventuali scadenze temporali (opportunamente motivate dal punto di vista tecnico) da considerare in alternativa al raggiungimento delle percorrenze minime sopra indicate.

Dovranno inoltre essere garantite le seguenti condizioni:

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 30/129
---	---	-------------------------------------

- garanzia su cedimenti strutturali e corrosione di parti strutturali di casse e carrelli per 15 anni (180 mesi), con percorrenza obiettivo di 60.000 km/anno, a decorrere dalla Messa in Servizio di ciascun tram. Per cedimento strutturale si intende la perdita dell'integrità originaria di un elemento, dalla presenza di un cretto fino al cedimento completo dello stesso. Gli elementi strutturali cui ci si riferisce sono tutti quelli per i quali il cedimento strutturale può compromettere la sicurezza e/o la regolarità dell'esercizio;
- verniciatura e/o protezione esterna casse: 12 anni.

Per Revisione Generale si intende l'intervento di smontaggio completo dei complessivi sopra elencati, 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 deve rispondere alle specifiche tecniche previste per il materiale "a nuovo".

#### **4. Cassa**

Il tram dovrà avere cabina di guida separata dal comparto passeggeri tramite una parete divisoria, atta a proteggere la cabina dall'intrusione di persone estranee; l'accesso deve essere consentito tramite porta dotata di serratura.

Il tram sarà comprensivo di arredamento interno completo di sedili, mancorrenti, illuminazione, impianto di climatizzazione per ogni cabina di guida e per il comparto passeggeri (con impianti separati per cabine e comparto passeggeri).

Le superfici interne del comparto passeggeri e le fiancate esterne (ivi comprese le testate del tram) dovranno avere caratteristiche antigraffiti e colorate secondo gli schemi di coloritura adottati.

##### **4.1. Caratteristiche geometriche delle vetture**

Il rotabile deve avere dimensioni tali da rispettare la sagoma di ingombro definita al par. 2.1.3.

Le dimensioni devono essere:

- lunghezza: compresa tra 30,0 e 33,5 m;
- larghezza: 2.400 mm;
- altezza pavimento dal p.d.f pari a 350 mm in corrispondenza delle porte (a vuoto e con ruote nuove);
- altezza max. (escluso il pantografo) di 3500 mm.


Le altezze dal piano del ferro si intendono con il rotabile a tara, con ruote e sospensioni a nuovo.

##### **4.2. Struttura della cassa e del telaio**

I materiali utilizzati per la costruzione delle casse possono essere scelti tra i seguenti:

- leghe leggere di alluminio conformi alla norma UNI EN 13981;
- acciai con alta resistenza all'ossidazione, conformi alla norma UNI EN 10020.

Le ralle di articolazione tra le casse dovranno essere in acciaio e facilmente sostituibili, collegate alle strutture delle casse attraverso collegamenti mobili, nonché provviste di sistemi per la lubrificazione accessibile dall'esterno del mezzo.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 31/129
---	---	-------------------------------------

Le casse devono soddisfare i requisiti della norma UNI 11174, compreso quanto indicato in merito ai sistemi di assorbimento d'energia in caso d'urto.

Sui telai saranno inoltre previsti punti di sollevamento delle casse, da utilizzarsi nel rialzo veicolo, tramite sollevatori a colonna posti ai lati del veicolo, senza ricorso a montaggi/smontaggi e/o a speciali attrezzi di interfaccia. Tali punti dovranno essere chiaramente indicati, tramite pittogrammi, sulle fiancate dei veicoli.

Il rialzo sarà eseguibile a tram completo (tutte le casse contemporaneamente), anche con slaccio parziale dei carrelli, senza che ciò comporti nessun rischio per la sicurezza di operatori eventualmente presenti sotto il tram, comprese le zone sottostanti i carrelli appesi.

#### **4.2.1. Resistenza della struttura**

La struttura delle casse (da qui in poi si intende per cassa l'insieme di fiancate + telaio/pianale + imperiale + cabina di guida, ove presente) sarà dimensionata e costruita per poter garantire il servizio del rotabile senza che le sollecitazioni normali ed eccezionali alle quali può essere sottoposta determinino deformazioni permanenti o rotture, tenendo conto anche del fenomeno della fatica e di tutte le condizioni di esercizio previste nella presente Specifica.

La struttura sarà anche in grado di resistere a tutte le sollecitazioni derivanti dal deragliamento e dalle conseguenti azioni per la rimessa a binario con martinetti applicati in tutti i possibili punti utili a tale scopo.

I requisiti strutturali delle casse saranno conformi alla norma UNI EN 12663 (veicolo tipo  $P''V''$ )+, la quale fornisce tra l'altro indicazioni a riguardo delle tipologie, dei valori e delle combinazioni dei carichi operativi, eccezionali ed affaticanti agenti sulla struttura.

Nel caso il Fornitore ritenesse possibile il verificarsi di condizioni di carico più gravose di quelle indicate nella norma UNI EN 12663, tali condizioni saranno tenute in considerazione per il dimensionamento della struttura (si veda al riguardo quanto indicato al punto 2.2.4).

Lo spettro delle frequenze proprie della struttura sarà tale da non presentare rischi di risonanza con le sospensioni e le varie apparecchiature a bordo.


#### **4.2.2. Calcoli della struttura**

Il Fornitore eseguirà il calcolo della struttura della cassa con il metodo degli elementi finiti (FEM) e la conseguente verifica di resistenza sarà conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 12663.

Il calcolo FEM sarà eseguito con l'impiego di software certificati di comprovata affidabilità.

Nel calcolo della struttura, che sarà presentato ad ATAC e ad ANSFISA per approvazione, saranno evidenziate le sollecitazioni derivanti dalle condizioni di carico massime previste, e i rispettivi coefficienti di sicurezza.

Nel caso in cui dal calcolo emergesse il mancato rispetto dei coefficienti di sicurezza richiesti, il Fornitore si farà carico di applicare tutti i necessari provvedimenti per il rinforzo delle casse, rivedendo il progetto, a sue spese.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 32/129
---	---	-------------------------------------

#### **4.2.3. Imperiale**

L'imperiale sarà concepito in modo da evitare ristagni di acqua piovana e sarà dotato di gocciolatoio per convogliare l'acqua piovana sulle estremità delle casse e/o di canali di scolo dell'acqua. In ogni caso la caduta dell'acqua non potrà interessare la zona della cabina di guida e le porte della vettura (eventualmente il Fornitore realizzerà gocciolatoi sopra porte, purché in sagoma).

Il drenaggio della condensa prodotta dagli impianti di climatizzazione avverrà tramite appositi canali di scolo che la trasportino fino al sottocassa, evitando che la condensa scoli sull'imperiale.

Il tetto del tram e tutti i cassoni (compresi gli impianti di condizionamento) saranno calpestabili.

#### **4.2.4. Testate anteriori**

Le testate delle casse di estremità comprendenti la cabina di guida avranno un profilo tale da consentire la massima visibilità al conducente e proteggere la cabina di guida dall'irraggiamento solare quanto più possibile. A tal fine dovrà essere prevista, oltre alla tenda per il parabrezza, una tenda sui finestrini laterali che consenta un parziale oscuramento del finestrino (senza ridurre la visibilità necessaria ai fini della sicurezza).

Sulle testate saranno previsti i vani per l'alloggiamento degli indicatori di percorso. Ciascuno di essi sarà realizzato in maniera tale da essere agevolmente visibile, da un adeguato intorno, dal piano stradale stando in piedi in prossimità di ogni cabina di guida.

Sui frontali delle testate, all'estremità del tetto e da ambo i lati saranno previsti attacchi (in acciaio inossidabile) atti a ricevere le bandierine a disegno ATAC.

#### **4.2.5. Intercomunicante**

Le casse saranno collegate tra loro mediante intercomunicanti.

Da un punto di vista cinematico, 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;
- permettere la iscrizione del rotabile sul raccordo di curva verticale previsto al par. 2.2.3 senza che si manifestino interferenze, anche nelle condizioni di massima usura.

Per consentire un agevole movimento dei passeggeri all'interno del rotabile la larghezza del passaggio attraverso gli intercomunicanti sarà la massima possibile.

In generale è opportuno privilegiare un andamento del pavimento che sia il più possibile esente da variazioni di quota. Il pavimento degli intercomunicanti sarà inoltre strutturalmente dimensionato per sopportare con ampio margine di sicurezza il peso di passeggeri stazionanti su di esso in condizioni di carico utile eccezionale.

Particolare cura sarà dedicata alla progettazione ed alla realizzazione delle tenute, al fine di evitare qualsiasi infiltrazione d'aria, d'acqua o di neve dall'esterno, specialmente fra gli elementi accostati e mobili, in modo da non pregiudicare il comfort dei passeggeri.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 33/129
---	---	-------------------------------------

Inoltre, per quanto possibile, le pareti laterali dell'intercomunicante saranno provviste di copertura in lamiera, o altro materiale, idoneo a contenere gli elementi mobili, a proteggere eventuali guarnizioni di tenuta dagli atti vandalici ed evitare condizioni di disagio o pericolo per i passeggeri.

#### **4.2.6. Procedimenti di saldatura**

Tutte le saldature relative alle casse devono essere progettate ed eseguite secondo la norma UNI EN 15085, sia per l'acciaio, sia per la lega leggera. In conformità alle norme, le saldature devono essere eseguite da tecnici qualificati. Copia delle qualificazioni va consegnata ad ATAC.

#### **4.2.7. Protezione contro la corrosione**

La protezione delle superfici a contatto tra metalli diversi, nei confronti del flusso di correnti galvaniche, sarà realizzata per interposizione di rivestimento laminare di zinco quale materiale di sacrificio, con collante elettroconduttore.

#### **4.2.8. Isolamento termo-acustico**

Tutte le superfici interne delle casse saranno ricoperte da prodotti idonei all'isolamento termo-acustico che devono avere buona aderenza, stabilità all'umidità, al freddo e al calore ed essere inattaccabili dagli olii ed essere conformi ai requisiti fuoco-fumi.

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

### **4.3. Organi di accoppiamento e barre di traino**

Ogni tram deve essere predisposto su entrambe le testate di *organo di accoppiamento di emergenza*, per effettuare il traino/spinta di una vettura fuori servizio, senza passeggeri a bordo, tra il tram in avaria e i veicoli di soccorso di ATAC.


Gli organi di aggancio, in acciaio, dovranno essere dimensionati per un recupero di un veicolo in avaria, senza passeggeri a bordo, anche su livelletta dell'81%. Tali organi dovranno inoltre essere separati dagli elementi assorbitori di energia d'urto indicati al successivo punto 4.4.

Il collegamento con i mezzi di soccorso ATAC deve essere sia meccanico che elettrico, per il comando dei pattini elettromagnetici e per l'alimentazione delle utenze BT (24V) del veicolo. Deve inoltre essere presente una presa d'aria per l'eventuale alimentazione in emergenza del veicolo, nel caso in cui siano previste sospensioni secondarie pneumatiche.

Costituiscono inoltre oggetto della fornitura n° 5 barre di traino opportunamente dimensionate: i dettagli di tali elementi saranno valutati in corso di fornitura congiuntamente ad ATAC. Le barre saranno verniciate in colore bianco e provviste di catarifrangente rosso ai lati.

### **4.4. Protezione da urti**

La resistenza agli urti dovrà essere conforme alla norma UNI EN 15227 (categoria C"IV"). Il Fornitore dovrà inoltre eseguire tutte le modifiche eventualmente richieste dall'Autorità Competente per

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 34/129
---	---	-------------------------------------

garantire la conformità alla norma in questione anche in caso di modifiche alla stessa ufficializzate dall'Ente Normatore dopo la data di firma del contratto.

Fermo restando quanto previsto dalla norma, in caso di urto quanta più energia possibile sarà assorbita e dissipata da elementi elastico-dissipativi, facilmente sostituibili, installati sulle estremità dei rotabili. Tali elementi, che dovranno essere uniti tra di loro da apposita barra trasversale, fino ad avvenuta saturazione della loro capacità energetica, saranno in grado di preservare la struttura della cassa da deformazioni permanenti per urti con qualsiasi tipologia di ostacolo che il rotabile possa incontrare, compatibilmente con la sua tipologia di servizio.

In caso di raggiunta saturazione energetica degli elementi elastico-dissipativi sostituibili, la restante parte di energia sarà assorbita dalla struttura della cassa tramite deformazione plastica degli elementi costituenti o di altri opportunamente predisposti, conformemente alla norma UNI EN 15227, come sopra precisato.

Come da norma, sulle estremità saranno inoltre collocati degli elementi anti-sormonto, facilmente sostituibili, per fronteggiare il caso di urto tra rotabili.

La forma del frontale, oltre ad essere disegnata in modo da essere congruente ai requisiti di cui sopra, sarà altresì concepita onde evitare che un eventuale urto con un pedone lo porti ad essere schiacciato al di sotto del tram.

#### **4.5. Arredi**


L'arredamento interno del rotabile, sia del comparto passeggeri, sia delle cabine di guida, deve essere realizzato con materiali esenti da amianto e suoi derivati o composti. Deve essere evitato anche l'impiego di composti bituminosi, lana di vetro, lana di roccia, materiali a base fibrosa con diametro minimo della fibra inferiore a 6 micron e ogni altro materiale che, alla luce dello stato dell'arte della conoscenza tecnica specialistica al momento dell'inizio della costruzione, venga ritenuto inquinante per l'ambiente, tossico o nocivo per i viaggiatori e per gli operatori addetti alla condotta e manutenzione del rotabile.

Inoltre per tutti gli eventuali materiali non interamente metallici, che comportino o possano comportare rischi per i viaggiatori, per il personale di condotta e di manutenzione e rischi per l'inquinamento ambientale, il Fornitore prima di avviare la produzione deve fornire la "SCHEDA DI SICUREZZA DEI MATERIALI" in ottemperanza al regolamento CE 1907/2006, al successivo 453/2010 ed alle direttive europee e nazionali in materia.

Saranno evitati spigoli vivi, bordi taglienti, vetri all'interno del comparto, elementi di inciampo.

Per tutte le parti verniciate verranno utilizzati colori RAL.

L'arredamento del rotabile, oltre che sedili e mancorrenti, integrerà tutti gli elementi funzionali necessari all'esercizio e alla manutenzione, quali: illuminazione, distribuzione aria climatizzata, maniglie di apertura porta in emergenza, selettori di disalimentazione porte, postazioni di allarme, videocamere, prenotazione fermata, indicatori di percorso, postazione persona a mobilità ridotta e suoi accessori, altoparlanti, predisposizione per obliterate (impianto elettrico di alimentazione, cablaggi, fissaggio meccanico), accessibilità a tutti i vani tecnici (es.: cassonetti meccanismi porte, mantovane con apparecchiature, vano filtri climatizzatore, ecc.), ecc., nonché i sistemi infomobilità (par. 10.12).

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 35/129
---	---	-------------------------------------

Per il dimensionamento degli spazi disponibili per i passeggeri seduti e dei corridoi si faccia riferimento alla norma UNI 11174 e regolamenti ivi richiamati, e ai requisiti della presente Specifica.

#### **4.5.1. Rivestimenti**

I rivestimenti interni delle pareti devono essere completati con l'applicazione di pellicole antigraffiti trasparenti.

Il montaggio dei rivestimenti sarà realizzato in modo semplice, sicuro ed esteticamente piacevole, in maniera tale da non generare rumore o vibrazioni nel corso del servizio. Per quanto possibile, non vi saranno viti a vista.

I vani porte passeggeri saranno inoltre provvisti di guarnizioni perimetrali oltre che per la tenuta a porte chiuse, anche per evitare condizioni di pericolo per i passeggeri.

#### **4.5.2. Pittogrammi**

Targhette e pittogrammi saranno realizzate mediante pellicole adesive garantite dal Fornitore per un periodo non inferiore a 10 anni.

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

Le colorazioni, la posizione delle scritte esterne e dei rispettivi pittogrammi saranno concordate con ATAC.

#### **4.5.3. Spazi per avvisi**

All'interno del comparto passeggeri, saranno previste almeno 4 bacheche apribili per fogli di informazioni, con dimensioni e posizione da concordare con ATAC.


#### **4.5.4. Sedili**

La forma, la costituzione ed i colori saranno definiti dal Fornitore in relazione ad ergonomia, resistenza ai normali sforzi di utilizzo e ai vandalismi. I sedili dovranno rispettare le indicazioni della norma UNI 11174 e di quelle in essa richiamate. Non sono ammessi sedili in legno né sedili con parti in tessuto e/o con imbottitura. Non sono ammessi strapuntini.

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

Il sistema di fissaggio dei sedili sarà tale da facilitare la pulizia del comparto passeggeri nella zona sottostante gli stessi.

Qualora negli eventuali vani sotto-sedile fossero previste prese di aria per il raffreddamento di eventuali apparecchiature elettriche, queste saranno 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. Tali eventuali apparecchiature elettriche dovranno essere installate in

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 36/129
---	---	-------------------------------------

posizione rialzata rispetto al pavimento. Dovranno essere evitati flussi d'aria fastidiosi per i passeggeri.

I sedili saranno sottoposti all'approvazione di ATAC.

#### **4.5.5. Mancorrenti e piantane**

Devono essere previsti mancorrenti e piantane in acciaio inox per l'appiglio in sicurezza dei passeggeri in piedi.

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

L'insieme dei mancorrenti e piantane nella loro configurazione e struttura si inserirà nel complesso estetico del rotabile in modo gradevole e funzionale e sarà concordato con ATAC. Per la disposizione dei mancorrenti e piantane si tenga presente che il passeggero dovrà essere in grado di tenersi ad un appiglio in qualsiasi punto si trovi all'interno del comparto passeggeri.

Tutti i mancorrenti e piantane devono essere dotati di messe a terra secondo la Circolare Ministeriale n° 4/81.

I mancorrenti e le piantane saranno opportunamente ancorati alla struttura delle casse in modo tale da evitare vibrazioni degli stessi.

#### **4.5.6. Finestrini**

I finestrini saranno ancorati alla struttura delle fiancate a mezzo di sigillante di facile applicazione e resistente nel tempo, e conformi alla norma UNI 11174. L'insieme sarà a perfetta tenuta stagna.

I finestrini avranno apertura a vasistas, normalmente bloccati in posizione chiusa, apribili dal conducente mediante chiave di servizio. I finestrini dotati di vasistas dovranno essere in percentuale maggiore o uguale al 50% dei finestrini laterali del veicolo.

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

I cristalli saranno atermici, infrangibili e opportunamente oscurati per attenuare la luminosità solare esterna.


#### **4.5.7. Pavimento**

La struttura del pavimento sarà concepita in modo tale da contenere i livelli di rumorosità.

Il rivestimento superficiale sarà in gomma o PVC, di spessore non inferiore a 2,5 mm, conforme ai requisiti fuoco/fumi ed alle normative vigenti, con particolare riferimento alla norma EN 45545.

Il profilo del tappeto sarà tale da rendere agevole la pulizia anche meccanizzata del comparto passeggeri ed armonizzarsi esteticamente con l'insieme dell'arredamento.

Al fine di evitare possibili infiltrazioni di acqua verso le sottostanti strutture il tappeto sarà conformato a "vasca", ovvero con opportuno bordo arrotondato di risalita di almeno 6 cm, lungo tutte le pareti perimetrali.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 37/129
---	---	-------------------------------------

Gli attacchi di tutti i particolari ancorati al pavimento prevedranno piastre di rinforzo tenendo conto anche dei fenomeni elettrochimici dei materiali a contatto.

La cassa dovrà essere dotata di appositi fori per lo scolo di eventuale acqua infiltrantesi all'interno della cassa.

Il Fornitore minimizzerà e possibilmente annullerà il numero di botole a pavimento, fermo restando l'accessibilità ai carrelli per manutenzione.

Le botole saranno bloccate tramite sistemi atti ad evitare la rimozione da parte di vandali, a tenuta, e provviste di treccie di messa a terra.

In ogni caso la presenza, il numero, la disposizione e le dimensioni delle botole saranno sottoposte all'ATAC per benessere.

#### **4.6. Postazioni persone su sedia a rotelle**

Il rotabile deve essere attrezzato con due postazioni per persone su sedia a rotelle.

La persona su sedia a rotelle viaggerà in posizione opposta al senso di marcia.

Ciascuna postazione consiste in uno schienale fisso, un mancorrente orizzontale a parete, una paratia fissa per delimitare chiaramente l'area (in corrispondenza dei piedi della persona a mobilità ridotta), una pulsantiera (con comandi di consenso all'avviamento, prenotazione fermata, allarme e spie), una targa esplicativa dell'uso della postazione e apposito sistema di ancoraggio, secondo quanto previsto dalla norma 11174.

Le obliterateci prossime alle postazioni saranno ubicate in modo da poter essere facilmente raggiungibili.

Il Fornitore deve rilasciare specifica dichiarazione che il sistema di aggancio resista a forze conseguenti ad accelerazioni di 2 g.

#### **4.7. Climatizzazione comparto passeggeri**

Il comparto passeggeri deve essere dotato di un impianto di climatizzazione (aria fredda, aria calda, ventilazione), distinto da quello delle cabine di guida, atto a mantenere condizioni di benessere in termini di temperatura, umidità relativa e ricambio di aria.


La climatizzazione funzionerà sempre, in tutte le stagioni dell'anno; si avvierà/spegnerà automaticamente alla abilitazione/disabilitazione del tram (al conducente sarà tuttavia possibile escluderla) e si regolerà automaticamente.

Il sistema si disporrà automaticamente in riscaldamento o in raffrescamento o in sola ventilazione, a seconda delle condizioni ambientali (sarà evitato il ricorso alle scaldiglie contemporaneamente al raffrescamento per ottenere la regolazione della temperatura).

I riferimenti di progetto sono le condizioni ambientali specificate nel paragrafo 2.4 della presente Specifica; si assuma un valore di irraggiamento solare nel periodo estivo pari a 800 W/m<sup>2</sup>.

Il sistema sarà conforme alla norma UNI EN 14750.

In particolare, la temperatura, l'umidità e la velocità dell'aria all'interno del comparto passeggeri devono rientrare nei limiti indicati nelle appendici A, B e C della citata norma. In ogni caso, si auspica

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>38/129</b>
---	---	--

che la velocità dell'aria, misurata nei punti previsti dalla norma, si collochi in corrispondenza dei valori minimi indicati nell'appendice B della stessa. Per l'interpretazione della norma si consideri:

climatic zone (Italy - Roma): Winter I, Summer I;

vehicle classification: category B.

Le prestazioni indicate saranno ottenute con porte chiuse e con il rotabile a carico normale (secondo la definizione della norma UNI 11174).

In riscaldamento, l'impianto sarà in grado di riscaldare il comparto, con una temperatura dell'aria interna ed esterna di  $-10^{\circ}\text{C}$ , sino a  $+10^{\circ}\text{C}$  in 40 minuti primi con porte chiuse, rotabile vuoto, luci interne accese, assenza di vento e rotabile non esposto al sole.

In raffrescamento, l'impianto sarà in grado di raffreddare il comparto, con una temperatura dell'aria esterna di  $+40^{\circ}\text{C}$ , sino a  $+28^{\circ}\text{C}$  in 30 minuti e  $+25^{\circ}\text{C}$  in 40 minuti con porte chiuse, nessun passeggero a bordo, luci interne accese, assenza di vento, rotabile esposto al sole e temperatura ambiente di  $28^{\circ}\text{C}\div 30^{\circ}\text{C}$ .

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.

La sostituzione dei filtri, sia dell'aria prelevata dall'esterno, sia di quella di ricircolo, sarà di immediata esecuzione da parte di un solo tecnico. I filtri saranno dimensionati in modo tale che la loro sostituzione avvenga ad intervalli non minori di 10.000 km. I filtri saranno facilmente accessibili per sostituzione dall'interno comparto.

L'impianto di ventilazione assicurerà una uniforme distribuzione dell'aria in tutte le sezioni del comparto.


In fase di abilitazione del rotabile è ammesso che l'impianto di ventilazione, al fine di raggiungere le condizioni climatiche previste per il comparto, funzioni ad una velocità maggiore e con una rumorosità superiore di 3 dB(A) rispetto quello di normale funzionamento.

Il refrigerante utilizzato nell'impianto di condizionamento deve essere di tipo ammesso dalla vigente normativa italiana.

Il sistema di climatizzazione del comparto passeggeri sarà costituito da almeno due impianti uguali (uno per ciascuna metà del tram), ciascuno dei quali costituito a sua volta da 2 sotto-impianti in grado di funzionare separatamente. In caso di guasto ad uno dei due convertitori di alimentazione MT, ciascuno dei due climatizzatori funzionerà con uno solo dei due suoi sotto-impianti attivi, al fine di realizzare condizioni termo-igrometriche uniformi all'interno del comparto passeggeri, per quanto non ottimali. Sarà prevista una logica atta a realizzare tale forma di parziale ridondanza.

Ciascuna cabina di guida dovrà essere dotata di proprio impianto di climatizzazione. In caso di guasto di uno degli impianti di cabina, dovrà essere previsto un sistema (escludibile dal conducente) che consenta di convogliare aria condizionata dagli impianti comparto alla cabina.

I motocompressori saranno asincroni trifase, alimentati a 400 Vca 50 Hz e di tipo rotativo, montati su silent-block o equivalenti sistemi di smorzamento.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>39/129</b>
---	---	--

I motoventilatori saranno asincroni trifase, alimentati in BT (tramite inverter dedicato), affinché la ventilazione sia attiva con continuità, durante gli spegnimenti dei convertitori MT nei passaggi sotto gli isolatori, e con tram alimentato da batterie, in assenza di tensione di linea.

#### **4.8. Cabina di guida**

##### **4.8.1. Caratteristiche generali delle cabine di guida**

Il tram sarà dotato di due cabine di guida uguali.

La progettazione delle cabine di guida sarà concepita in modo tale da assicurare la massima ergonomia, confort e visibilità esterna in conformità alla norma UNI 11174.

Le cabine di guida devono essere separate dal comparto passeggeri a mezzo di pareti divisorie anti-sfondamento, con porta di accesso sia verso l'esterno che verso il comparto passeggeri. È ammesso che le pareti di separazione contengano apparecchiature.

La struttura deve avere resistenza tale da proteggere il conducente in caso di urto specialmente con i rotabili stradali, rendere rapida l'evacuazione del conducente in caso di necessità ed avere un'estetica che si armonizzi con l'insieme del rotabile.

Su entrambi i lati i finestrini saranno apribili, anche solo in parte.

L'abitacolo, il banco di manovra ed il sedile del conducente saranno dimensionati e configurati considerando che il personale di guida ha un'altezza compresa tra 1,52 m e 1,95 m. L'altezza del vano cabina tra pavimento e cielo sarà non inferiore a 2.100 mm.

Il parabrezza frontale deve essere conforme alla norma UNI 11174.

Per il disappannamento di tutti i vetri della cabina di guida sarà previsto un apposito sistema di riscaldamento tramite resistenze da considerarsi carico privilegiato (ossia da mantenere attivo in caso di guasto ad un convertitore MT).


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 conducente 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 conducente.

Il motorino tergicristallo e i particolari di consumo saranno facilmente reperibili sul mercato ed intercambiabili con prodotti standard automotive.

Per agevolare la pulizia del parabrezza occorre prevedere un dispositivo lavavetro a getto di acqua comandabile dal conducente; il serbatoio del liquido sarà caricabile dall'esterno, resistente alla corrosione, considerando le condizioni ambientali ed i prodotti detergenti ed antigelo utilizzati, ed avere una capacità minima di 10 litri.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 40/129
---	---	-------------------------------------

Sul lato destro di ogni testata sarà applicato un specchio retrovisore esterno, di tipo omologato per il settore automotive, che permetta la visibilità del fianco rotabile da parte del conducente. Lo specchio retrovisore sarà riscaldato e regolabile elettricamente dall'interno.

Lo specchio deve essere dotato di un sistema che, in caso di urto contro ostacoli, provveda allo sgancio automatico, salvaguardando lo stesso e la struttura della cabina di guida.

L'arredamento interno della cabina di guida non presenterà asperità, sporgenze, spigoli vivi, ecc. tali da ostacolare i movimenti o causare infortuni al personale.

Tutte le leve, eventuali rubinetti e altri organi di manovra disposti in cabina di guida saranno identificati mediante opportune targhette, per esempio in alluminio rivettate.

La cabina sarà dotata di illuminazione a led, con flusso luminoso medio di 290 lux a 1,2 m dal pavimento.

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

Laddove la cabina sia realizzata con un elemento separato dalla cassa, i collegamenti elettrici tra la cabina e il mezzo dovranno essere tutti realizzati con connettori.

#### Banco di manovra e comandi conducente

Il banco sarà concepito in maniera tale da contenere tutte le apparecchiature di comando e di controllo, posizionate possibilmente in modo simile alle vetture a pianale ribassato già in dotazione all'ATAC. Tale banco sarà studiato ergonomicamente per agevolare la guida della vettura da parte di conducenti di diversa statura. I comandi, le specole, i monitor, ecc., risulteranno visibili con tutte le condizioni di luce esterna.

Saranno previsti uno o più monitor con capacità di elaborazione dati e con funzioni integrate di diagnostica, visualizzazione stati veicolo, videosorveglianza, impostazione dati veicolo.

Sotto il banco sarà prevista una nicchia per consentire al conducente di distendere le gambe; il comando campana sarà 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.

#### Sedile conducente


Sarà oggetto di uno studio ergonomico atto ad assicurare il massimo comfort e posizionato in mezz'aria della cabina di guida.

Il sedile del posto guida sarà ammortizzato, regolabile in avanti-indietro e alto-basso e con schienale sarà reclinabile;

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 dimensionato per resistere a 150.000 manovre.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 41/129
---	---	-------------------------------------

Il rivestimento sarà lavabile, antistatico e traspirante.

Il posto guida deve essere dotato di cintura di sicurezza e braccioli.

Il tipo di sedile che si intende adottare sarà sottoposto all'approvazione di ATAC.

#### Parasole frontale e laterale

Saranno presenti su tutti i vetri della cabina, regolabili da parte del conducente.

#### Accessori

La cabina di guida sarà inoltre dotata dei seguenti accessori (di competenza del Fornitore):

- n.1 appendiabito per il conducente;
- n.1 attrezzo (leva) per il comando manuale degli scambi a disegno ATAC 33539;
- n.1 estintore omologato;
- n.1 tasca rigida formato A4 per i documenti di servizio;
- n.1 asta per movimentazione pedana disabili;
- n.1 gilet alta visibilità;
- n.1 cassetta pronto soccorso;
- n.1 set chiavi di banco e di servizio.

#### **4.8.2. Porte di accesso alla cabina di guida**

La parete divisoria tra la cabina ed il comparto passeggeri sarà dotata di porta per il transito tra cabina e comparto incernierata ed apribile verso l'esterno della cabina.

La porta sarà a tenuta e dotata di cristallo antisfondamento, fissato in maniera tale da essere protetto contro gli atti vandalici; dal lato cabina sarà prevista una tendina.


La porta avrà larghezza non minore di 600 mm e con serratura che si richiude "a scatto", dall'interno sarà apribile tramite maniglia antipanico, senza necessità di alcuna chiave, dall'esterno sarà apribile previo sblocco tramite chiave di servizio, al fine di evitare indebiti accessi alla cabina quando non presidiata.

Sarà previsto un fermo per tenere la porta bloccata aperta.

Ogni cabina, sarà dotata sul proprio lato destro di porta di accesso, riservata al conducente. La porta dovrà essere dotata di apposito sensore atto a segnalare lo stato di "porta aperta": in tal caso, dovrà essere inibita la trazione. Lo stato di porta aperta dovrà inoltre essere segnalato nelle cabine di guida.

Essa avrà larghezza non minore di 600 mm e con serratura che si richiude "a scatto", dall'interno sarà apribile tramite maniglia, senza necessità di alcuna chiave, dall'esterno sarà apribile previo sblocco tramite chiave di servizio.

Maniglie, mancorrenti, soglia della porta esterna saranno entro il filo della sagoma del rotabile.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 42/129
---	---	-------------------------------------

#### **4.8.3. Impianto di climatizzazione/ventilazione della cabina**

Ogni cabina di guida deve essere dotata di un proprio impianto di climatizzazione (aria fredda, aria calda, 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 sulla cabina non abilitata. Dovrà inoltre essere prevista una temporizzazione che consenta lo spegnimento degli impianti di condizionamento dopo un periodo (registrabile) di disabilitazione del veicolo. Una volta impostato il target da parte del conducente, il sistema si autoregolerà.

I riferimenti di progetto sono le condizioni ambientali specificate nel paragrafo 2.4 della presente Specifica; si assuma un valore di irraggiamento solare pari a quello di Roma nel mese di luglio/agosto.

L'impianto sarà conforme alla norma UNI EN 14813.

Per l'interpretazione della norma si consideri:

- climatic zone (Italy): Winter I, Summer I;
- driving cab classification: B;
- 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;
- superficie totale delle bocchette di uscita dell'aria trattata maggiore o uguale a 5 dm<sup>2</sup>;
- bocchette di uscita dell'aria trattata orientabili (per evitare che il conducente sia direttamente investito dall'aria);
- comando di funzionamento forzato in riscaldamento o condizionamento indipendentemente dalla temperatura esterna;
- con -10°C esterni ed interni al veicolo, l'impianto sarà in grado di raggiungere una temperatura in cabina di guida in corrispondenza dei piedi del conducente e del banco di manovra di +15°C in un tempo di 50 minuti;
- con +40°C di temperatura esterna e con pre-assolamento del veicolo fermo dalle ore 11.00 alle 13.00, irraggiamento solare medio pari a quello di Roma nel mese di luglio/agosto, con 1 persona in cabina di guida, l'impianto sarà in grado di raggiungere in corrispondenza del banco di manovra e della testa del conducente una temperatura di 28°C in al massimo 20 minuti.

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.

La sostituzione dei filtri, sia dell'aria prelevata dall'esterno, sia di quella di ricircolo, sarà di immediata esecuzione da parte di un solo tecnico. I filtri saranno dimensionati in modo tale che la loro sostituzione avvenga ad intervalli non minori di 10.000 km. I filtri saranno facilmente accessibili per sostituzione dall'interno della cabina.

L'impianto di ventilazione assicurerà una uniforme distribuzione dell'aria in tutta la cabina.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>43/129</b>
---	---	--

Il refrigerante utilizzato nell'impianto di condizionamento deve essere di tipo ammesso dalla vigente normativa italiana.

In caso di guasto a uno dei due convertitori di alimentazione MT, i climatizzatori di cabina costituiscono carichi "privilegiati".

Inoltre, in caso di guasto di uno degli impianti di cabina, dovrà essere previsto un sistema (escludibile dal conducente) che consenta di convogliare aria condizionata dagli impianti comparto alla cabina.

I motocompressori saranno asincroni trifase, alimentati a 400 Vca 50 Hz e di tipo rotativo, montati su silent-block o equivalenti sistemi di smorzamento. Si tenga presente la necessità in generale di provvedere alla disalimentazione dei convertitori di alimentazione dell'impianto di condizionamento in corrispondenza di isolatori.

I motoventilatori saranno asincroni trifase, alimentati in BT (tramite inverter dedicato), affinché la ventilazione sia attiva con continuità, durante gli spegnimenti dei convertitori MT nei passaggi sotto gli isolatori, e con tram alimentato da batterie, in assenza di tensione di linea.

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

#### **4.9. Porte passeggeri e incarrozzamento persone a mobilità ridotta**

##### **4.9.1. Caratteristiche generali delle porte passeggeri**


Le porte per i passeggeri devono essere conformi alle norme UNI 11174, UNI EN 14752, nonché alle prescrizioni della presente Specifica. I veicoli devono essere predisposti per un sistema di asservimento di lato all'apertura e chiusura delle porte (UNI 11174).

Normalmente l'apertura delle porte avviene, sulla rete di Roma, sul lato destro. L'eventuale apertura delle porte sul lato sinistro deve rispettare quanto previsto dalla norma UNI 11174 (vedi anche successivo punto 4.9.4).

I mezzi dovranno essere dotati di un numero minimo di 4 porte per ciascun lato del veicolo, a doppia anta, uguali, ad azionamento elettrico, con larghezza  $\geq 1.200$  mm, poste nella sezione di veicolo a pianale ribassato.

Le porte dovranno essere ad azionamento elettrico, controllate da una centralina elettronica dedicata per singola porta, costituite da due ante di pari larghezza e in grado di operare sia in regime di "apertura centralizzata" (comandata dal conducente), sia in regime di "apertura singola" (predisposta dal conducente e comandata dai passeggeri). Le ante saranno ad espulsione e scorrimento lungo la fiancata esterna del rotabile, salvo impedimenti legati alla visibilità attraverso lo specchio retrovisivo e interferenze delle ante aperte con le casse adiacenti quando il rotabile è in curva.

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.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 44/129
---	---	-------------------------------------

I comandi di apertura/abilitazione e di chiusura verranno impartiti alle centraline porte via fili treno, non via rete di veicolo. Le centraline di tutte le porte si interfaceranno direttamente sulla rete di veicolo per segnalazioni diagnostiche.

Le porte, rappresentando un elemento estetico primario del rotabile, si armonizzeranno con esso sia esternamente, sia internamente. Le porte, chiuse, formeranno un filo unico con l'esterno cassa e saranno integrate con l'arredo del veicolo per quanto riguarda le dimensioni, le dimensioni dei vetri, le forme e i colori.

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

#### **4.9.2. Caratteristiche costruttive delle porte passeggeri**

Devono essere presenti porte a doppia anta in numero uguale sui due lati del rotabile, posizionate in corrispondenza della porzione ribassata del pavimento (soglia ad altezza nominale dal p.d.f. pari a 350 mm).

Le porte del tram devono essere uguali tra loro, ad azionamento elettrico ed avere larghezza non inferiore a 1.200 mm. L'altezza del vano porte sarà non inferiore a 2.000 mm.

A porte aperte, in rettilineo, la sagoma impegnata dalle vetture deve risultare congruente con le caratteristiche delle banchine di fermata (par. 2.1.5), tenendo conto di tutte le possibili usure e tolleranze dei materiali, sia in verticale che in orizzontale. Le soluzioni adottate per le porte dovranno garantire i franchi indicati dalla norma UNI 11174 in merito alla distanza, sia in verticale che in orizzontale, della soglia delle porte dal bordo banchina.

Nelle fasi di apertura e chiusura le ante saranno guidate superiormente ed inferiormente, utilizzando materiali inossidabili o protetti dall'ossidazione; entrambe le guide saranno facilmente accessibili per ispezione e lubrificazione. Le porte garantiranno la funzionalità senza interventi periodici di regolazione meccanica.

I cristalli delle ante devono essere atermici, infrangibili e temprati e, come prescritto dalla norma UNI 11174, dovranno essere conformi al Codice della Strada. Essi si presenteranno alla vista di identico aspetto rispetto ai vetri dei finestrini.


Le ante, in posizione chiusa, garantiranno tenuta all'aria e all'acqua, in modo particolare durante le operazioni di lavaggio in tunnel. La guarnizione perimetrale dell'anta sarà visibile solo sul bordo di contatto tra le due ante.

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 devono essere bloccate secondo le prescrizioni del par. 5.1.5 della norma UNI EN 14752.

Il tempo di apertura sarà non superiore a 3 s mentre quello di chiusura non superiore a 3.5 s.

Il meccanismo di azionamento porta e gli annessi dispositivi elettrici ed elettronici saranno raccolti su un unico modulo pre-assemblato posto sopra il vano porta, accessibile per manutenzione dall'interno del comparto passeggeri. Nell'integrazione del sistema porta con la cassa e gli

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 45/129
---	---	-------------------------------------

allestimenti interni è richiesta molta cura per quanto riguarda l'accessibilità per manutenzione ai meccanismi porta; in particolare:

- tutte le operazioni di manutenzione ordinaria (controlli, regolazioni, ingrassaggi, ecc.) saranno effettuabili dall'interno comparto previa apertura solo di sportelli incernierati;
- il cassonetto sopra-porta sarà completamente apribile, senza essere ostacolato da mancorrenti, sarà dotato di sistemi di fermo in posizione aperta ed avrà dimensioni tali da consentire lo smontaggio e il rimontaggio del modulo del meccanismo porte senza dover smontare altre parti del tram;
- la sostituzione delle ante delle porte sarà possibile previo smontaggio dei soli montanti di arredo posti ai lati della porta stessa.

Il meccanismo sarà concepito per essere semplice e resistente, e per richiedere ridottissima manutenzione preventiva e correttiva. Esso consentirà la massima scorrevolezza delle ante, anche nel caso di movimentazione a mano delle ante stesse, in emergenza.

Ante, meccanismi e "hardware" del sistema porta dovranno essere identici per tutte le porte della vettura.

A pavimento, in corrispondenza di ciascun vano porta, sarà prevista una soglia in alluminio o in acciaio inox, con lavorazione superficiale antisdrucchiolo e atta a favorire il deflusso dell'acqua all'esterno del comparto. Essa non presenterà alcun incavo per l'alloggiamento di guide delle porte stesse.

Tutti i particolari commerciali utilizzati saranno di tipo unificato secondo le norme UNI o europee, o presenti sui cataloghi standard delle ditte costruttrici.

#### **4.9.3. Accessori delle porte passeggeri**

##### Dispositivi di apertura in emergenza


Ogni porta deve essere dotata di maniglia di apertura in emergenza, della forma indicata nella figura A.4 della norma UNI EN 14752, interamente di colore rosso RAL 3020, predisposta per l'applicazione di piombatura, posta sul montante destro. Una volta azionata, la maniglia deve rimanere nella posizione "tirata", affinché il suo stato sia immediatamente riconoscibile; il riarmo della maniglia deve poter avvenire solo con chiave di servizio, mediante azionamento di un apposito dispositivo (che può essere integrato in quello di apertura), conformemente alle indicazioni della norma UNI 11174.

##### Dispositivi di apertura/chiusura 1<sup>a</sup> porta

La salita e discesa del personale di guida avverranno attraverso la porta della cabina di guida, posta sul lato destro di ciascuna cabina.

Qualora non fosse possibile accedere alla cabina di guida, l'accesso del personale di guida dovrà essere garantito come segue:

- in prossimità della prima porta passeggeri destra sarà presente un comando di apertura/chiusura di quella porta, con grado di protezione IP 67 (EN 60529), funzionante a tram disabilitato e inibito a tram abilitato;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 46/129
---	---	-------------------------------------

- in prossimità della prima porta passeggeri destra sarà presente un comando di apertura in emergenza di quella porta, per accedere al tram in caso di batterie scariche; la funzionalità del dispositivo è subordinata alle medesime condizioni dei dispositivi di apertura di emergenza posti nel comparto passeggeri; il dispositivo darà protetto da sportello apribile con chiave di servizio;
- in cabina di guida sarà presente un comando di apertura/chiusura della prima porta passeggeri destra, funzionante a tram disabilitato e inibito a tram abilitato.

Dispositivi di isolamento meccanico (rif. par. 5.1.6 della norma UNI EN 14752)

Ogni porta deve essere dotata di un dispositivo di isolamento meccanico conforme ai requisiti della norma UNI EN 14752; esso dovrà essere azionabile dal conducente manualmente o tramite chiave di servizio dall'interno del comparto e possibilmente anche dall'esterno del veicolo. Il dispositivo deve essere protetto dall'azionamento indebito da parte dei passeggeri. L'isolamento porta deve essere segnalato ai passeggeri tramite l'accensione dei led rossi posti sul pulsante di apertura locale sull'anta della porta. L'isolamento meccanico non comporta lo spegnimento della centralina elettronica, che comunica alla diagnostica di veicolo l'avvenuto isolamento.

Dispositivi di isolamento elettrico (rif. par. 5.1.7 della norma UNI EN 14752)

Ogni porta deve essere dotata di interruttore elettrico bipolare dedicato, azionabile dal conducente tramite chiave di servizio, ubicato in posizione accessibile senza aprire alcuno sportello, nelle immediate vicinanze del cassonetto sopra porta. L'interruttore taglia l'alimentazione elettrica alla porta e anche alla centralina elettronica della porta.

Pulsanti di apertura locale

Per ogni porta, l'anta destra (vista dall'interno comparto) sarà dotata di pulsante di "apertura locale", conforme alla norma UNI EN 14752 (Annex A), di tipo bifacciale, per poter essere azionato dall'interno e dall'esterno.

Tale pulsante avrà funzionalità secondo UNI EN 14752 par. 4.3.1.7.


I pulsanti non devono assolutamente presentare, sia in posizione di riposo che di lavoro, sporgenze o incavi che pregiudichino la sicurezza degli utenti e devono avere grado di protezione almeno pari a IP67 sul lato esterno e IP65 sul lato interno.

Pulsante di apertura locale e led diagnostici per manutenzione

La centralina porta sarà dotata di pulsante/i di manutenzione per l'apertura e la chiusura della singola porta, comunque subordinatamente alla presenza dei consensi (velocità zero, ecc.). L'accesso a tali pulsanti avverrà previa apertura del cassonetto. La centralina sarà altresì dotata di LED diagnostici, di facile interpretazione, con iscrizioni esplicative e sarà dotata di memoria interna (di durata pari ad almeno 15 giorni) degli eventi di guasto, con data e ora dell'evento (data e ora saranno aggiornate via collegamento diretto o indiretto con il segnale orario di bordo, non vi saranno batterie interne).

Rilevamento ostacoli

Ogni porta sarà dotata, singolarmente, di funzione di rilevamento ostacoli in fase di chiusura e apertura, basata sul rilevamento dell'assorbimento di corrente del motore, non su bordi sensibili

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 47/129
---	---	-------------------------------------

posti sulle ante o altri sistemi. In fase di chiusura, al rilevamento di un ostacolo, la porta si aprirà di 20 cm per poi richiudersi automaticamente. In caso di permanenza dell'ostacolo, la porta ripeterà il ciclo per 5 volte; al termine della quinta volta, le ante rimarranno nella posizione di massima apertura, pronte a recepire un nuovo comando di chiusura impartito dal conducente.

In fase di apertura, al rilevamento di un ostacolo, la porta si chiuderà di 20 cm per poi riaprirsi automaticamente; in caso di permanenza dell'ostacolo la porta ripeterà il ciclo per 3 volte; al termine della terza volta, le ante rimarranno nella posizione di apertura raggiunta, pronte a recepire un nuovo comando impartito dal conducente. La funzione sarà riprogrammabile.

#### Segnalazione acustica di porte aperte/abilitate

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

#### Segnalazione acustica di preavviso chiusura porte

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

#### Segnalazione visiva di preavviso porte chiuse

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

#### Segnalazioni in cabina di guida

Le situazioni di "porta abilitata e/o aperta" e "maniglia di apertura porta in emergenza attivata" devono essere segnalate sul banco di manovra tramite spie luminose, alimentate via fili treno, conformemente a quanto indicato nella norma UNI 11174.

Sul monitor di banco sarà presente un sinottico del tram, indicante lo stato di tutte le porte. Sul monitor di banco adibito alla videosorveglianza, all'apertura delle porte, comparirà automaticamente e contemporaneamente l'immagine di tutte le telecamere porte. Nel caso venisse azionata una maniglia di emergenza, sul monitor comparirà automaticamente l'immagine della relativa telecamera.


Tramite monitor saranno comunicate al conducente le segnalazioni diagnostiche delle porte.

I principali segnali relativi allo stato porte, tutti i comandi porte impartiti da banco di manovra e l'azionamento della maniglia di emergenza di ogni singola porta saranno registrati dal registratore di eventi.

#### Prenotazione fermata

Sarà previsto un impianto di "prenotazione fermata" composto dai seguenti elementi:

- pulsanti di richiesta fermata, posti nel comparto passeggeri;
- pulsante di richiesta fermata in prossimità posto per persona a mobilità ridotta;
- segnalazione luminosa, posta sul banco di manovra;
- segnalazione acustica, posta all'interno della cabina di guida;
- segnalazioni luminose intermittenti, poste nel comparto passeggeri.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 48/129
---	---	-------------------------------------

La pressione di uno dei pulsanti farà accendere le segnalazioni luminose, poste nel comparto e sul banco e attiverà il segnalatore acustico (campana monocolpo). Ulteriori pressioni dei pulsanti non avranno alcun effetto.

L'apertura/abilitazione delle porte genererà automaticamente il ripristino delle condizioni originarie del circuito.

#### Richiesta salita persona a mobilità ridotta

Sull'esterno cassa in corrispondenza delle porte attrezzate con pedana per persona a mobilità ridotta saranno presenti pulsanti blu di richiesta di utilizzo della pedana, che attivano una segnalazione in cabina.

#### **4.9.4. Operatività delle porte passeggeri in servizio**

##### Comandi di apertura e di chiusura

L'apertura/abilitazione delle porte deve essere possibile, tramite pulsante di banco, solo previa presenza del consenso automatico di presenza del segnale di "Velocità Zero" (o suo forzamento). Qualora a porte aperte il segnale di "Velocità Zero" dovesse venir meno, le porte devono immediatamente richiudersi, senza preavviso acustico e senza funzione di riconoscimento ostacolo.


I pulsanti di apertura/chiusura porte saranno doppi e saranno distinti per il lato sinistro e destro della vettura e saranno collocati rispettivamente sul lato sinistro e destro del banco. Saranno previsti anche due selettori di "forzamento del segnale di riconoscimento lato banchina". A tram fermo, in assenza di segnale di riconoscimento lato banchina sinistro, per aprire le porte destre sarà sufficiente la pressione del pulsante di apertura, per aprire le porte sinistre occorrerà la doppia manovra (forzamento del segnale di riconoscimento lato banchina e pressione del pulsante di apertura). A tram fermo, in presenza di segnale di riconoscimento lato banchina sinistro, per aprire le porte sinistre sarà sufficiente la pressione del pulsante di apertura, per aprire le porte destre occorrerà la doppia manovra (forzamento del segnale di riconoscimento lato banchina e pressione del pulsante di apertura). Il pulsante di apertura porte sinistre sarà luminoso, con accensione comandata dal riconoscimento lato banchina sinistra.

Il comando di apertura porte sarà recepito dalle centraline solo se impartito in presenza delle necessarie condizioni, viceversa, sarà ignorato. In altri termini, le centraline devono sentire il "fronte" del cambiamento di stato del segnale sul cavo comandato dal pulsante; le centraline non conserveranno memoria del comando di apertura porte se questo è impartito in assenza dei necessari consensi.

Il circuito "blocco porte" inibisce la trazione per realizzare la seguente sicurezza: con almeno una porta aperta il tram non trazione. Lo stato delle porte (aperte o chiuse) comunicato al conducente sarà quello del circuito "blocco porte".

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.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 49/129
---	---	-------------------------------------

E' previsto in cabina un selettore rotativo piombato, posto sul pannello esclusori alle spalle del conducente, che consenta di aprire le porte anche in assenza del segnale di "Velocità Zero" (forzamento del segnale di "Velocità Zero").

E' previsto in cabina un selettore rotativo piombato, posto sul pannello esclusori alle spalle del conducente, che consenta la trazione anche in assenza del segnale di "porte chiuse" (by-pass del "blocco porte").

Tutti i comandi relativi alle porte sono attivi solo nella cabina di guida abilitata.

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.

#### **4.9.5. Operatività delle porte passeggeri in emergenza**

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

- l'azionamento del dispositivo di apertura in emergenza deve essere segnalato al conducente tramite segnalazione visiva sul banco di manovra ed ai passeggeri tramite segnalazione visiva localizzata in corrispondenza della porta aperta;
- la chiusura di una porta aperta in emergenza deve essere possibile solo al personale di servizio mediante l'azionamento con apposita chiave di servizio dello specifico dispositivo situato in corrispondenza della porta aperta.

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

#### **4.9.6. Incarozzamento persone a mobilità ridotta**

Le 4 porte poste in corrispondenza delle 2 postazioni atte ad ospitare persona a mobilità ridotta devono essere dotate di pedana mobile per consentire il raccordo tra il piano di calpestio della vettura con il piano banchina o marciapiede.


La pedana deve essere conforme alla norma UNI 11174, alla norma UNI EN 14752, e per quanto applicabile al Regolamento 107 UN-ECE del 18/06/2015.

Le pedane devono essere di tipo manuale a ribalta, incernierate dal lato soglia porte.

Le pedane saranno apribili tramite un attrezzo speciale (asta), normalmente riposto in ciascuna cabina di guida.

Le pedane, chiuse, saranno calpestabili e a filo con il pavimento della vettura e sul lato porta presenteranno una soglia di estremità uguale a quella delle altre porte.

Quando aperta, la pedana deve impedire il comando di chiusura alla corrispondente porta, attraverso apposito sensore che rilevi lo stato della pedana stessa.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 50/129
---	---	-------------------------------------

## 5. Carrelli

I carrelli potranno essere di due tipi: motori e portanti. Entrambi saranno progettati in modo tale da garantire:

- la stabilità di marcia senza serpeggio, beccheggio o rollio fino alla velocità massima incrementata del 10%, in condizioni di normale usura della fascia di rotolamento;
- il minimo valore delle masse non sospese;
- la massima silenziosità di marcia per contenere il livello di rumorosità del rotabile entro i valori previsti al relativo paragrafo della presente Specifica;
- la semplicità delle operazioni di smontaggio dei vari elementi componenti il carrello, in modo particolare per quanto attiene gli elementi di rodiggio, l'eventuale riduttore, il motore di trazione, le centraline freno, le pinze e i dischi freno;
- una buona accessibilità per la misurazione in opera, con le attrezzature necessarie, dei parametri caratteristici del rodiggio (dimensioni del bordino, diametro delle ruote e scartamento interno);
- la possibilità, in caso di svio, di sollevare il rotabile per la rimessa a binario del carrello contenendo al minimo le quote di rialzo, e la possibilità di annullare l'escursione della sospensione primaria e secondaria a ruote scariche;
- agevole accessibilità allo sblocco pinze freno da parte del personale, da ambo i lati della vettura;
- il rispetto dei valori di sghembo secondo norma UNI 11174;
- il contenimento al minimo dei costi di manutenzione;
- la loro facile movimentazione tramite carro ponte, quando sono smontati dai rotabili;
- la possibilità, tramite appositi punti di presa, di movimentarli su binario con carrello elevatore tramite apposite barre.

Ai fini della compatibilità con la rete, i carrelli devono avere le caratteristiche indicate al par. 3.1.1.


### 5.1. Telaio

Il dimensionamento e la verifica strutturale del telaio del carrello devono essere eseguiti secondo la norma UNI EN 13749. Sarà cura del costruttore fornire apposita relazione di calcolo, corredata di calcolo FEM nelle condizioni di carico più gravose.

Sarà curata la tenuta stagna delle eventuali strutture scatolate affinché possa eseguirsi il lavaggio del carrello senza particolari precauzioni specifiche.

Sul telaio saranno previsti attacchi, sostegni e ogni altro accessorio che permetta il funzionamento del tipo di rodiggio adottato ed il sollevamento del carrello per la movimentazione in Officina e in Deposito. Tali dispositivi saranno del tipo a "prova di errore", tali cioè da garantire il sollevamento del carrello con la massima sicurezza senza che si debbano prendere provvedimenti particolari.

Sui carrelli di estremità saranno previsti opportuni elementi atti a respingere verso l'esterno eventuali corpi giacenti sulla sede tranviaria, posti il più vicino possibile al piano del ferro e comunque a filo del massimo ingombro verticale degli organi applicati.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 51/129
---	---	-------------------------------------

## 5.2. Trave oscillante

L'eventuale trave oscillante o "elemento di collegamento del carrello alla cassa" sarà dimensionata e verificata strutturalmente secondo la norma EN 13749.

Vigono le stesse indicazioni già fornite sopra per il telaio per quanto riguarda la tenuta stagna.

L'ingrassaggio della ralla per il collegamento della trave oscillante alla struttura della cassa sarà eseguibile anche a carrello montato e dall'esterno del rotabile. Sarà garantito il drenaggio dell'acqua che potrebbe depositarsi all'interno della ralla.

## 5.3. Procedimenti di saldatura

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

## 5.4. Sala montata

L'assile costituente la sala montata deve essere costruito in acciaio secondo la norma UNI EN 13261.

Il dimensionamento e la verifica strutturale devono essere eseguiti secondo le norme UNI EN 13103 (sale motrici) e UNI EN 13104 (sale portanti).

Le ruote saranno di tipo elastico e soddisferanno i requisiti di comfort indicati dalla norma UNI 11174 ed i requisiti strutturali indicati dalle norme UNI EN 12663, UNI EN 13749, UNI EN 13103 e UNI EN 13104.

Inoltre:

- i centri ruota devono essere costruiti in acciaio laminato secondo le norme UIC 812-1 e 5;
- i cerchioni devono essere costruiti in acciaio secondo le norme UIC 810-1,-2,-3;
- tra i cerchioni ed i centri ruota devono essere previste opportune treccie di messa a terra (in numero minimo di 3 per ruota), facilmente applicabili anche in opera, per assicurare la continuità elettrica tra le due parti, su tutte le ruote del veicolo.


Gli elementi elastici delle ruote avranno caratteristiche tali da garantirne la tenuta e l'integrità almeno per tutta la durata del cerchione. E' consentito l'utilizzo di ruote di tipo superelastico, ovvero con rigidità radiale  $\leq 30$  kN/mm (elemento oggetto di valutazione).

Dovrà inoltre essere fornita la procedura di effettuazione dei controlli ultrasonori degli assili, completa di eventuale assile campione.

Il disco freno sarà smontabile senza necessità di scalettamento dal mozzo, dimensionato in modo tale da garantire le prestazioni richieste ed omologato con prove da eseguirsi utilizzando un banco prova idoneo.

## 5.5. Riduttore e trasmissione

Il riduttore sarà opportunamente sovradimensionato rispetto alla coppia da trasmettere e sarà progettato in modo da risultare il più silenzioso possibile. Il calcolo sarà conforme alla norma ISO 6336 oppure DIN 3990.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 52/129
---	---	-------------------------------------

Il tipo di dentatura degli ingranaggi garantirà una trasmissione del moto regolare e silenziosa anche nelle condizioni più gravose di esercizio.

Il riduttore dovrà essere realizzato in maniera tale da impedire l'ingresso d'acqua al suo interno, se sottoposto a lavaggio con lancia a pressione.

Sarà possibile controllare visivamente il livello del lubrificante dei riduttori e le operazioni di rabbocco dell'olio dovranno poter essere eseguite nella maniera più semplice possibile. Sulla carcassa del riduttore sarà previsto un tappo con elementi magnetici per la separazione delle eventuali particelle metalliche dall'olio di lubrificazione.

I cuscinetti saranno del tipo normalizzato, ampiamente sperimentati nel campo ferroviario, tali da garantire una durata non inferiore ad 1 milione di km.

Il sistema di ancoraggio del riduttore sarà dotato di sicurezze contro la caduta per cedimento, per allentamento dei sistemi di fissaggio o per bloccaggio totale degli ingranaggi del riduttore sull'assile, tale da rendere la scatola riduttore solidale con l'assile stesso.

Il riduttore sarà dotato di punti di sollevamento mediante gru e di appoggio in piano.

La trasmissione sarà oggetto di una relazione di calcolo dettagliata. Questa relazione comprenderà inoltre le previsioni di rendimento e di riscaldamento in tutte le possibilità di funzionamento previste.

I collegamenti della sala alla trasmissione consentiranno movimenti angolari della sala in ogni direzione.

## **5.6. Boccole**

I cuscinetti di rotolamento delle boccole saranno del tipo a cartuccia ampiamente sperimentati ed atti a garantire una percorrenza di almeno 1 milione di km e/o 15 anni.

Sarà garantita una tenuta sufficiente per procedere alle operazioni di lubrificazione a percorrenze non inferiori a 100.000 km utilizzando grassi a lunga durata.

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


Le boccole saranno concepite in modo che le operazioni di smontaggio risultino eseguibili nella maniera più semplice possibile. Eventuali attrezzature particolari per queste operazioni saranno indicate in Offerta e fornite a carico del Fornitore.

## **5.7. Apparecchiature sulle sale**

Sulle sale saranno applicate le apparecchiature necessarie per la rilevazione dei segnali di velocità e i dispositivi di ritorno corrente e messa a terra.

Lo smontaggio di queste apparecchiature sarà di facile esecuzione ed eseguibile con attrezzi impiegati usualmente.

Tutte le apparecchiature montate sulle boccole saranno dimensionate per sopportare le sollecitazioni meccaniche derivanti dall'esercizio e garantire il loro corretto funzionamento.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 53/129
---	---	-------------------------------------

Il rotabile sarà dotato di due livelli di sospensione. Ciascun livello avrà caratteristiche elastiche tali da garantire che la frequenza propria sia sensibilmente costante per qualsiasi condizione di carico del rotabile.

Il calcolo delle frequenze nei principali casi di carico sarà oggetto di una relazione da inserire negli Elaborati di Progetto.

Gli allineamenti e le complanarità richieste saranno realizzabili spessorando opportunamente gli elementi della sospensione a carrello scollegato dal rotabile, senza necessità di aggiustamenti dopo il montaggio.

Per limitare gli spostamenti delle sospensioni entro i limiti ammessi, saranno applicati dei fine corsa sicuri, di facile registrazione e lunga durata nel tempo.

### **5.8. Sospensione primaria**

La sospensione primaria, tra sala e telaio del carrello, sarà scelta in funzione della tipologia di rodiggio proposto.

Le caratteristiche della sospensione garantiranno in esercizio ampiezze di spostamenti tollerabili dagli organi della trasmissione ed assicureranno la circolazione del rotabile nelle condizioni di sghembo previste.

Nel caso venissero impiegate sospensioni con molle in gomma, l'assestamento iniziale di queste sarà il più contenuto possibile ed avverrà nei primi mesi di esercizio. Sarà comunque prevista la possibilità di ripristinare le quote in altezza delle molle senza dover separare il rodiggio dalla cassa.

La durata delle sospensioni primarie sarà garantita per almeno un periodo pari alla durata tra una revisione generale del carrello e la successiva.

### **5.9. Sospensione secondaria**

La sospensione secondaria sarà di tipo ampiamente sperimentato nel settore metro-ferrotranviario e garantirà le condizioni di sicurezza e comfort di esercizio richieste.


Le caratteristiche elastiche della sospensione secondaria saranno le più costanti possibile al variare dei cedimenti e garantiranno il rispetto delle condizioni di sghembo previste. Saranno previsti opportuni ammortizzatori verticali e orizzontali.

Sarà oggetto di valutazione l'adozione di sospensioni secondarie di tipo non pneumatico.

### **5.10. Elementi elastici**

Tutti gli elementi elastici del rodiggio, sospensioni comprese, saranno caratterizzati e certificati da prove di fatica ed invecchiamento secondo quanto previsto dalla normativa vigente. Saranno inoltre predisposte apposite specifiche tecniche di omologazione e collaudo tali da consentire successivamente ad ATAC l'acquisto dei materiali in questione senza necessità di ricorrere al fornitore originale.

Limitatamente agli elementi elastici in gomma, il Fornitore fornirà i limiti (superiore ed inferiore) di rigidità compatibili con il comfort e la sicurezza richiesti per il rotabile.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 54/129
---	---	-------------------------------------

La durata minima sarà almeno pari ad alla durata tra una revisione generale del carrello e la successiva.

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.

### **5.11. Impianto freno meccanico (ad attrito)**

Il rotabile deve essere equipaggiato con un impianto freno meccanico (ad attrito) opportunamente dimensionato per ottenere le prestazioni di frenatura richieste. Deve essere presente un azionamento per ogni carrello e ogni assile deve essere dotato di un proprio sistema frenante.

Ciascun azionamento sarà in generale composto dalle seguenti parti:

- una centralina elettronica di comando e controllo;
- una centralina elettroidraulica;
- un complesso di attuatori posti sul carrello (pinze freno e dischi).

Le pinze freno saranno del tipo a recupero automatico del consumo delle guarnizioni frenanti e del disco, di semplice funzionamento e manutenibilità e garantiranno una frequenza di ispezione non inferiore a 20.000 km tenendo conto dei consumi delle guarnizioni.

L'attuatore del freno sarà provvisto di tutte le protezioni atte ad evitare l'ingresso di acqua al proprio interno, al fine di scongiurare il formarsi di ossidazioni all'interno ed all'esterno dello stesso. La protezione dall'acqua dovrà essere garantita anche nel caso di lavaggio con lancia a pressione, e dovrà riguardare anche i sensori presenti sugli stessi.


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.

Lo sforzo frenante sarà regolabile con continuità da zero al valore massimo (non discretizzato). Sarà previsto un numero sufficiente di attuatori freno del tipo ad accumulo di energia (o sistema equivalente), per garantire la frenatura automatica di stazionamento quando il rotabile è disabilitato.

Sarà previsto un comando in cabina per l'inserzione dello stazionamento, a disposizione del conducente.

I sistemi di esclusione del freno elettroidraulico (da utilizzare in caso di guasto) saranno attivi solo dal banco di guida abilitato e inibiti sull'altro banco.

Deve essere previsto un sistema di sblocco delle pinze freno in caso di guasto o mancanza di trazione per poter liberare il binario nel modo più rapido possibile. Inoltre sui carrelli sarà presente un dispositivo di sbloccaggio manuale, accessibile lateralmente alla vettura da ambo i lati e funzionante anche a vettura disabilitata, utilizzabile in caso di mancata sfrenatura di uno dei freni. Lo sblocco sarà realizzabile con uno sforzo manuale  $\leq 80$  N. L'impianto freno sarà dotato di opportuni sensori elettrici che segnalino sul banco di manovra la presenza di un freno indebitamente applicato.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 55/129
---	---	-------------------------------------

### 5.12. Freno a pattini elettromagnetici

Tutti i carrelli devono essere equipaggiati di pattini elettromagnetici.

I pattini saranno dotati di piastre polari a blocchetti indipendenti, per adeguarsi alle asperità del binario; i due pattini di un medesimo carrello saranno alimentati in serie, affinché in caso di interruzione elettrica di uno dei due pattini non vi sia asimmetria di frenatura tra i due lati del carrello.

Il comando manuale avverrà tramite un pulsante a fungo posto sul banco di manovra.

Sia sul telaio del carrello sia sui pattini, nelle zone di scarico delle reazioni della frenatura, saranno previste delle piastre di materiale antiusura facilmente sostituibili. Il sistema di sospensione del pattino sarà tale che l'altezza dal piano del ferro non sia influenzata dai cedimenti delle sospensioni. Sarà inoltre dotato di un'agevole sistema di registrazione che consenta il ripristino di tale quota a seguito delle torniture delle ruote.

Essi saranno progettati in modo tale da poter essere montati, smontati e regolati agevolmente, senza necessità di intervento su altri componenti e/o rimozione del carrello.

### 5.13. Sabbiere o sistema equivalente


Il mezzo dovrà essere dotato, su ciascun carrello, di un dispositivo di sabbatura o sistema equivalente (UNI 11174) agente su almeno due ruote dello stesso asse di ciascun carrello. Le sabbiere, dovranno essere concepite in modo tale da poter eseguire il caricamento (dall'esterno del veicolo) a mezzo sia di sistema meccanizzato che manuale in caso di avaria. Le sabbiere dovranno essere dotate di apposito sistema che impedisca l'introduzione di corpi estranei all'interno delle stesse (che potrebbero comportare l'ostruzione degli eiettori), senza determinare eccessivi tempi di riempimento. Dovranno inoltre essere realizzate in modo tale da impedire l'ingresso di acqua. La capacità delle sabbiere deve essere tale da consentire una giornata di esercizio nelle condizioni ambientali di minima aderenza.

È da prevedere un sistema che eietti la sabbia (tramite aria compressa) nel punto di contatto ruota-rotaia.

L'eiezione sarà azionata, con opportuno meccanismo a comando elettrico, dal conducente su sua richiesta, o dal dispositivo antipattinamento (dovrà pertanto intervenire automaticamente in caso di perdita di aderenza in frenatura).

La posizione dei punti di rabbocco sabbia, nonché la tipologia degli stessi, saranno sottoposti all'ATAC per benessere.

La sabbia utilizzata da ATAC è di tipo siliceo, tipo FO20 (di cui si fornisce in allegato la scheda tecnica) o altra con medesime caratteristiche granulometriche, di cui dovranno essere preventivamente presentata ad Atac scheda tecnica e di sicurezza. Le tubazioni di adduzione della sabbia, dal contenitore all'eiettore, saranno tali da evitare ostruzioni o intasamenti che pregiudichino il libero scorrimento della sabbia. In ogni caso, il sistema sarà progettato in modo tale da rendere semplici le eventuali operazioni di manutenzione.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 56/129
---	---	-------------------------------------

#### **5.14. Ungibordo**

La prima coppia di ruote, per ogni senso di marcia, sarà equipaggiata con un opportuno dispositivo ungitavola che utilizzi per la lubrificazione del profilo del bordino (sia faccia interna sia esterna) lubrificanti liquidi con erogazioni tramite elettropompa (non sono ammesse erogazioni di tipo pneumatico). Il comando di erogazione dovrà essere fornito da apposito sensore che rilevi l'ingresso in curva del rotabile.

#### **5.15. Ungitavola**

La prima coppia di ruote, per ogni senso di marcia, sarà equipaggiata con un opportuno dispositivo ungitavola che utilizzi per la lubrificazione del cerchione lubrificanti liquidi con erogazioni tramite elettropompa (non sono ammesse erogazioni di tipo pneumatico). Il comando di erogazione dovrà essere fornito da apposito sensore che rilevi l'ingresso in curva del rotabile.

#### **5.16. Calibri a corredo**

Nella fornitura saranno compresi una serie di calibri per il controllo della quadratura del telaio (misure diagonali e altre grandezze previste dai manuali di manutenzione), degli elementi boccola, del sistema di trasmissione (se necessario), del diametro, del profilo della fascia di rotolamento e del bordino, nonché di tutto quanto necessario per il controllo e le verifiche del carrello, anche in sede di Revisione Generale.

### **6. Equipaggiamento elettrico ed elettronico**

#### **6.1. Premessa**

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

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

Le funzioni di captazione corrente sono svolte dal pantografo.

Le funzioni di trazione e frenatura elettrica consistono nel comando e controllo della trazione, negli azionamenti di trazione e nel recupero/dissipazione di energia in frenatura elettrica.

Le funzioni ausiliarie consistono in tutte le altre funzioni che richiedono alimentazione elettrica, quali, ad esempio: la climatizzazione, l'azionamento e controllo delle porte, l'alimentazione del compressore dell'aria, l'illuminazione, la frenatura a pattini elettromagnetici, ecc.


#### **6.2. Protezioni**

Le protezioni dell'impianto elettrico ed elettronico saranno conformi alla UNI 11174, norme specifiche richiamate nella UNI 11174 stessa e ulteriori precisazioni di seguito riportate.

##### **6.2.1. Protezione contro il pericolo di incendio**

Le apparecchiature elettriche e gli impianti devono essere conformi alla norma CEI UNI EN 45545-5, con riferimento alla Operation Category 2, Design Category N, Hazard Level 2.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 57/129
---	---	-------------------------------------

Con riferimento alla norma CEI UNI EN 45545-6, i vani di contegno apparecchiature di alta e media tensione saranno dotati di sistemi di rilevamento di incendio, con conseguente segnalazione su spia di banco di manovra e blocco automatico dell'alimentazione delle apparecchiature; tuttavia, il blocco automatico non sarà previsto per le apparecchiature la cui funzionalità è necessaria per la sicurezza, quali: comunicazioni radio, comando di trazione, comando freni, comando porte, comando del bus di veicolo, sistemi di estinzione, sistemi di rilevamento incendio, illuminazione di emergenza.

Dovranno essere previsti sistemi di rilevamento fumi nelle cabine e nel comparto passeggeri, che dovranno fornire appositi allarmi nelle cabine di guida.

#### **6.2.2. Protezione contro il rischio elettrico**

L'equipaggiamento elettrico ed elettronico deve essere conforme alla norma CEI EN 50153. Sulle protezioni di accesso a vani contenenti apparati AT e MT saranno applicate targhette monitorici di rischio di shock elettrico (secondo norma CEI EN 61310-1), con l'indicazione del valore massimo di tensione di funzionamento dell'apparato.

L'accesso ad apparati AT e MT dall'interno del comparto passeggeri sarà protetto da doppia protezione; la targhetta monitorice sarà apposta sulla seconda di queste.

L'accesso ai vani esterni del veicolo contenenti apparecchiature con tensioni pericolose alle persone sarà subordinato, previa disalimentazione, all'annullamento di eventuali tensioni residue mediante resistori in parallelo ai condensatori di filtro.

La valutazione di ulteriori accorgimenti di sicurezza è demandata al Fornitore, in funzione delle caratteristiche del rotabile proposto, e sarà circostanziata da approfondita analisi di rischio.

Ogni asse deve essere dotato di dispositivo di messa a terra su boccola.

#### **6.2.3. Protezione da accidentale caduta di oggetti su parti in tensione**


Il layout interno dei vani elettrici (armadi di cabina, cassoni, ecc.) sarà concepito in modo tale che l'accidentale caduta di oggetti (es.: attrezzi, viti, trucioli, ecc.) o l'accidentale distacco di parti (es.: scollegamento di trecce, di connettori metallici, ecc.) non provochi corti circuiti con parti in tensione.

#### **6.2.4. Protezione da acqua e polveri**

Tutte le apparecchiature da installare all'esterno della vettura saranno racchiuse in cassoni in acciaio inox a tenuta di acqua e di polvere con grado di protezione almeno IP65 secondo la norma CEI EN 60529; il requisito non si applica a componenti per i quali ampie aperture sono necessarie al funzionamento (es.: cassone reostato, cassone batterie, induttanze).

I connettori avranno grado di protezione:

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

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>58/129</b>
---	---	--

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

A valle del pantografo sarà previsto uno scaricatore di sovratensioni.

#### *6.2.5.1. Equipaggiamento di trazione/frenatura*

L'equipaggiamento di trazione e frenatura elettrica sarà protetto da sovratensioni e da sovracorrenti e correnti di cortocircuiti pieni o parziali, mediante un interruttore extrarapido (IR).

#### *6.2.5.2. Equipaggiamenti ausiliari*

Le protezioni per gli equipaggiamenti ausiliari saranno realizzate tramite fusibili per corrente continua per i circuiti in AT e tramite interruttori automatici per i circuiti in MT e BT.

Gli organi di protezione saranno collocati in posizione facilmente accessibile e identificati da targhette. Gli interruttori automatici saranno raccolti possibilmente in un unico quadro elettrico in uno dei vani tecnici di cabina.

Per la protezione della batteria si rimanda al par. 9.2.

#### *6.2.5.3. Schede elettroniche*

I circuiti stampati con ingressi o uscite collegati agli impianti esterni saranno protetti contro eventuali sovracorrenti e cortocircuiti, al fine di evitare le bruciature delle piste. A tale scopo possono essere previsti opportuni micro fusibili montati direttamente sulle schede; le piste, o parti di esse, non possono essere utilizzate come fusibile.

### **6.2.6. Protezione dall'ossidazione**

Tutti i cassoni elettrici di contenimento degli azionamenti di trazione, degli apparati AT, dei reostati, dei convertitori per i servizi ausiliari, delle batterie, ecc. saranno realizzati in acciaio inox non verniciato, con trattamento estetico di sabbiatura e decapaggio (può essere concessa deroga per apparecchi commerciali che già hanno avuto numerosissime applicazioni su rotabili ferroviari).

Analogamente, tutte le tubazioni di contenimento cavi elettrici e le staffe di sostegno dei cassoni saranno realizzate in acciaio inox non verniciato.


### **6.2.7. 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.

### **6.2.8. Protezione da agenti atmosferici e ambientali**

La progettazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche sarà condotta in conformità alla norma CEI EN 50125-1.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>59/129</b>
---	---	--

### 6.2.9. Garanzia di corretto grado di isolamento

Il progetto elettrico sarà conforme alla norma CEI EN 50124 per la definizione degli isolamenti.

### 6.3. Criteri costruttivi delle apparecchiature

Gli assiemi saranno fissati alla cassa tramite bulloni che lavorino in direzione assiale 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 attigui o canaline porta cavi.

Coperchi e portelle consentiranno l'accessibilità all'interno dei vani dal lato esterno della vettura o dall'imperiale tramite opportune aree calpestabili di accesso.

Il sistema di blocco dei coperchi sarà tale da consentirne l'apertura e la chiusura da parte di un solo operatore. I coperchi saranno asportabili al fine di agevolare la manutenzione alle apparecchiature contenute nei cassoni.

I cassoni posti sull'imperiale saranno calpestabili da 2 persone.


Le apparecchiature costituenti l'equipaggiamento elettrico, sia di regolazione / controllo sia di potenza, saranno costituite da più moduli facilmente accessibili e sostituibili in caso di avaria. Il peso e l'ingombro di ogni modulo saranno limitati in modo da poter essere manovrati da una sola persona.

### 6.4. Criteri di manutenzione e manutenibilità

L'equipaggiamento elettrico ed elettronico sarà concepito in modo che:

- la sua manutenzione preventiva sia ridotta al minimo; essa consisterà in soli controlli periodici per le parti elettriche ed elettroniche e in controlli periodici, tarature e sostituzioni per le parti elettromeccaniche soggette ad usura;
- tutti gli apparati, componenti e schede elettroniche saranno smontabili singolarmente; con questo si intende che:
  - tutte le centraline elettroniche negli armadi elettrici, in comparto passeggeri e sull'imperiale saranno smontabili solo previa apertura di sportelli e disconnessione elettrica delle stesse, senza scollegare apparati attigui;
  - tutti i connettori, gli interruttori, i relè e i fusibili saranno accessibili solo previa apertura di sportelli;
  - tutte le morsettiere saranno direttamente accessibili solo previa apertura di sportelli;
  - tutte le cassette elettriche saranno apribili senza previa rimozione di altre parti;
  - tutte le piastre pulsanti saranno dotate di connettori;
  - ogni apparecchiatura elettrica ed elettronica sarà provvista di connettori.

I criteri di facile smontabilità non vanno applicati alle telecamere, la cui installazione sarà concepita in modo da prevenire furti.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>60/129</b>
---	---	--

## 6.5. Tensioni di alimentazione delle apparecchiature

### 6.5.1.1. Tensione di alimentazione AT

La tensione nominale di alimentazione di rete è 600 Vcc con campo di variazione +20% -33%.

La tensione di alimentazione può essere affetta da variazioni transitorie ripetitive dovute a difetti di captazione (distacco del pantografo), da transito in corrispondenza di tratti neutri, da sovratensioni transitorie di origine atmosferica, oppure dall'intervento di dispositivi di protezione di bordo di altri rotabili operanti nelle vicinanze.

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

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

### 6.5.1.3. Tensione di alimentazione MT

Il sistema di alimentazione in media tensione sarà isolato galvanicamente dalla tensione di linea e sarà realizzato con linea/e trifase più neutro, avente una tensione nominale concatenata pari a 400 Vca, a frequenza nominale pari a 50 Hz e forma d'onda sinusoidale e distorsione non superiore al 5%.

### 6.5.1.4. 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.

## 6.6. Compatibilità elettromagnetica

Le apparecchiature elettriche ed elettroniche ed il tram nella sua interezza devono essere conformi alla norma CEI EN 50121, alla direttiva europea 2013/35/UE e quindi alla norma CEI EN 50500:2009 "Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana" e alla norma CEI EN 50500/A1:2016 "Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana".

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 reti sensibili ai disturbi elettromagnetici (telefonia, radiofonia e televisione, telemisure e telecomandi, reti informatiche, stimolatori cardiaci dei passeggeri, ecc.). Saranno eseguite prove di compatibilità elettromagnetica del rotabile completo onde verificare l'assenza di interferenze, in particolare con i sistemi di comunicazione terra/bordo e di telefonia mobile.

Sarà posta particolare attenzione alla disposizione dei cablaggi per evitare o comunque limitare tutte le possibili interferenze elettromagnetiche che possono disturbare il corretto funzionamento

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>61/129</b>
---	---	--

dei dispositivi o delle apparecchiature di bordo e/o di terra; a tal fine i passaggi cavi per gli impianti di comunicazione terra/bordo saranno realizzati con canali separati da quelli degli altri impianti.

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

### **6.7. Rigidità dielettrica e Impedenza di isolamento**

La rigidità dielettrica di tutte le apparecchiature e degli impianti, se non diversamente indicata dalle relative specifiche, sarà dimensionata per la tenuta alla tensione di prova in conformità alla norma CEI EN 60077.

La prova sarà effettuata tra gli ingressi e le uscite, fra loro cortocircuitate, e la massa.

In particolare, per le apparecchiature isolate galvanicamente, la prova di rigidità dielettrica va eseguita anche tra l'ingresso e l'uscita.

Nel presente paragrafo vengono indicati i valori minimi di tensione alla quale saranno provate le apparecchiature di seguito riportate, tenendo come tensione di riferimento AT il valore di UNm = 750 V:

- apparecchiature e/o impianti a 600 Vcc:  $V_p = 3.000 \text{ V r.m.s.};$
- apparecchiature e/o impianti a 400 Vca:  $V_p = 2.500 \text{ V r.m.s.};$
- apparecchiature e/o impianti a 24 Vcc:  $V_p = 750 \text{ V r.m.s.};$
- motori di trazione:  $V_p = 3.000 \text{ V r.m.s.};$
- apparecchiature elettriche atte alla interruzione dei circuiti AT:  $V_p = 2.700 \text{ V r.m.s.}$   
(tra i contatti principali aperti);
- apparecchiature elettroniche e loro sotto assiemi (schede e cestelli):  $V_p = 500 \text{ V r.m.s.},$   
secondo norma CEI EN 50155.

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


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

Per l'esecuzione di tutte le prove sopra indicate dovrà essere fornita ad ATAC la relativa procedura di esecuzione.

### **6.8. Cablaggio dei cavi negativi**

I cavi negativi degli impianti AT, BT e il neutro degli impianti MT saranno 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.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>62/129</b>
---	---	--

## 6.9. Apparecchiature e componenti elettronici

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

L'utilizzo di componenti elettronici “custom” sarà sottoposto a benestare ATAC; in tal caso, il Fornitore consegnerà la relativa documentazione, atta a consentire la progettazione e la realizzazione di componenti perfettamente intercambiabili con essi.

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.

## 6.10. Software

I software delle apparecchiature di bordo e degli impianti in opera sul veicolo saranno conformi ai requisiti della norma CEI EN 50155.

## 6.11. Componenti elettrici

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

### 6.11.1. Dimensionamento

I componenti elettromeccanici saranno dimensionati in conformità alla norma CEI EN 60077, alle norme relative alla specifica tipologia di componente e ai requisiti del presente documento.

Ogni apparecchio elettromeccanico avrà la bobina dotata di soppressore di transienti scelto in modo da non alterare i tempi di diseccitazione.

### 6.11.2. Fusibili di protezione dei circuiti AT


I fusibili di protezione dei circuiti AT saranno dimensionati per la corrente continua, idonei ad applicazioni di tipo ferroviario e conformi alla norma CEI EN 60077.

### 6.11.3. Interruttori automatici

Tutti i circuiti e le utenze in MT e in BT saranno protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti tramite interruttori automatici idonei all'impiego su mezzi rotabili ferroviari e con le seguenti caratteristiche:

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

Gli interruttori automatici principali utilizzati per convertitore servizi ausiliari, carica-batterie, batterie e pattini elettromagnetici, avranno contatti ausiliari per la segnalazione del loro intervento.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>63/129</b>
---	---	--

I motori ausiliari, alimentati in MT e BT, saranno conformi alle norme CEI EN 60349-1 e -2.

I motori ausiliari saranno senza collettore e spazzole e del tipo con carcassa a tenuta stagna, con cuscinetti a rotolamento con schermatura stagna bilaterale e lubrificati a vita.

#### **6.11.4. Relè**

Al fine di semplificare la manutenzione e la gestione delle scorte, il tram sarà dotato di una rosa di tipologie di relè il più possibile ristretta, con caratteristiche tali da soddisfare le diverse esigenze dei vari impianti.

#### **6.11.5. Relè critici**

I relè utilizzati per impianti critici, ad esempio il laccio delle sicurezze, il blocco porte, e il consenso trazione, avranno particolari caratteristiche di affidabilità e robustezza elettrica dei contatti nei confronti di sovraccarichi e corto-circuiti. Ciò al fine di evitare che l'eventuale incollaggio dei contatti possa determinare potenziali situazioni pericolose per l'esercizio.

#### **6.11.6. Contattori**

I contattori utilizzati per i circuiti in corrente continua e in corrente alternata saranno conformi alle norme CEI EN 60077 e CEI EN 50124.

I contattori saranno equipaggiati di soppressori di sovratensione sulle bobine di comando e di resistenze di risparmio.

#### **6.11.7. Morsettiere**

Le morsettiere saranno utilizzate solo per lo smistamento dei cavi sui pannelli e all'interno dei dispositivi elettrici/elettronici; sarà evitato il loro impiego per il semplice collegamento, che invece verrà effettuato da connettori.

Per il collegamento dei cavi sarà evitato l'uso di morsetti a vite per puntalino, onde evitare lo sfilamento accidentale del cavo.


### **6.12. Cablaggi**

#### **6.12.1. Posa cavi**

L'installazione dei cablaggi sul veicolo e all'interno degli armadi elettrici sarà conforme alla norma CEI EN 50343.

Saranno impiegati componenti idonei al settore ferroviario, con eventuali referenze e conformi alle rispettive norme di sicurezza.

Il layout dei cavi sarà improntato alla massima razionalità.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>64/129</b>
---	---	--

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 travi della struttura della cassa non saranno utilizzate per il passaggio dei cavi. I cablaggi saranno protetti da guaine e contenuti entro canaline o tubi metallici in acciaio inox. Anche i supporti di canaline e tubi di contenimento cavi saranno metallici. Le dorsali dei cavi degli impianti terra-bordo saranno separate dal resto dei cavi.

Canaline e tubi di contenimento cavi, supporti, calze protettive, gusci di connettori 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.

#### **6.12.2. Cavi elettrici**

Saranno impiegati cavi idonei all’impiego su rotabili ferroviari e conformi alle rispettive norme di sicurezza.

I cavi elettrici di potenza e di segnale avranno le caratteristiche indicate dalle norme CEI EN 50264-1, -2 e -3, se hanno l’isolamento a parete normale, e CEI EN 50306-1, -2 -3 e -4 se hanno l’isolamento a parete sottile.

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

Saranno 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.

#### **6.12.3. Capicorda**

Per i cavi dei circuiti in MT e in BT i capicorda saranno del tipo ad aggraffare in rame ricotto pre-isolato, ad anello chiuso o a faston.

Per i cavi dei circuiti in AT i capicorda saranno del tipo ad aggraffare in rame ricotto e stagnati elettroliticamente, non pre-isolato, ad anello chiuso, conformi alla norma CEI EN 60352-2.


Per i collegamenti elettrici esterni ai cassoni non saranno utilizzati capicorda su isolatore passante.

#### **6.12.4. Connettori**

I connettori saranno di tipo ferroviario o idonei all’uso secondo la specifica applicazione, con caratteristiche di protezione da solidi e liquidi secondo il par. 6.2.4. I connettori con gusci metallici dovranno prevedere raccordi con filettature metalliche.

Coppie di connettori maschio e femmina saranno di fornitura del medesimo costruttore.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 65/129
---	---	-------------------------------------

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, ecc.) 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.

#### **6.12.5. Protezione dei cavi**

I cavi AT saranno contenuti entro tubi in acciaio inox, salvo che per i tratti soggetti a movimenti, nei quali essi saranno protetti da tubi in gomma tela o tubi corrugati rivestiti da calza metallica in acciaio inox.

I cavi MT e BT esterno cassa 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.

#### **6.12.6. Collegamenti elettrici cassa-carrello e cassa-cassa**

I collegamenti elettrici cassa-carrello saranno realizzati tramite penzoli dotati di connettori sia lato cassa che lato carrello, e trecce nude con capocorda per le messe a terra e i ritorni corrente.

I collegamenti elettrici di potenza tra cassa e carrello saranno realizzati mediante connettori interamente in materiale metallico, di tipo commerciale (ampiamente utilizzate in ambito industriale), multipolari con sistema anti sbaglio e scollegabili a mano, senza l'ausilio di attrezzatura particolare dedicata.


I collegamenti elettrici cassa-cassa in AT, MT e BT saranno realizzati tramite gruppi pre-cablati, intestati con connettori con custodia metallica da entrambe le estremità (tutti gli elementi di collegamento, sia lato penzolo che lato cassa, devono essere metallici). L'operazione di stacco sarà effettuabile a mano, da un solo operatore, agevolmente.

## **7. Captazione corrente**

### **7.1. Generalità**

Il sistema di alimentazione elettrica prevede:

- positivo: linea aerea costituita da filo di rame (vedi art. 2.3.2);

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>66/129</b>
---	---	--

- negativo: rotaie di corsa.

## 7.2. Pantografo

La vettura deve essere equipaggiata con 1 pantografo conforme alla norma CEI EN 50206-2 e alle indicazioni della presente Specifica, atto a prestare servizio in entrambi i sensi di marcia.

Il pantografo sarà costruito in tutte le sue parti in materiale protetto dall'ossidazione.

Gli snodi saranno by-passati da trecce in rame stagnato ridondate.

Lo strisciante sarà realizzato secondo il disegno ATAC T040223.

Per tutte le altezze della linea, la forza di contatto dello strisciante sulla catenaria sarà pari a 70 N; sarà prevista la possibilità di regolazione della forza tramite apposito dispositivo.

Il pantografo garantirà la corretta captazione della corrente per velocità almeno fino a 70 km/h, limitando al massimo l'entità dei distacchi dalla linea aerea. Il pantografo dovrà essere dotato di sistema di sicurezza che annulli la spinta dello strisciante sul filo di contatto in caso di anomalo aumento della resistenza all'avanzamento, conseguente ad urto contro un ostacolo, determinandone l'abbassamento.

Inoltre, dovrà essere presente un sistema di traslazione del pantografo, con corsa minima di 500 mm in entrambe le direzioni, da utilizzare in caso di indebito arresto del veicolo con lo strisciante al disotto di un tratto neutro della rete aerea.


Si evidenzia che il sistema di alzamento/abbassamento pantografo, nonché il pantografo stesso, dovranno essere progettati per eseguire un numero minimo di 200 manovre/giorno. Inoltre, dovrà essere previsto un sistema, da interfacciare con appositi impianti a terra (le cui caratteristiche verranno concordate successivamente con ATAC), che consentirà:

- Abbassamento automatico del pantografo, a veicolo fermo, prima di impegnare una tratta priva di rete aerea;
- Inibizione della trazione nel caso in cui la manovra precedentemente descritta non sia correttamente conclusa;
- Alzamento automatico del pantografo, a veicolo fermo, una volta impegnata una tratta con rete aerea successiva ad una percorsa in marcia autonoma.
- Inibizione all'alzamento del pantografo su una tratta priva di rete aerea.

I sistemi sopra indicati devono poter essere esclusi manualmente, in caso di avaria, con appositi comandi piombati e registrati sul sistema Registratore di Eventi.

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; sarà presente un dispositivo di innalzamento/abbassamento manuale di emergenza azionabile dall'interno della vettura.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 67/129
---	---	-------------------------------------

### 7.3. Scaricatore

Il pantografo sarà corredato di scaricatore, posto nelle immediate vicinanze dello stesso e conforme alla norma CEI EN 60077.

## 8. Equipaggiamento elettrico ed elettronico di trazione e frenatura

### 8.1. Generalità

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

- il raggiungimento delle prestazioni dinamiche e di confort;
- 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.

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, ricorrendo solo al termine della frenata all'ausilio della frenatura a dischi (ottenendo ciò tramite blending tra frenatura elettrica e meccanica).

La frenatura elettrica sarà a recupero di energia. L'energia recuperata sarà in prima istanza utilizzata per la ricarica delle batterie del sistema ESS se presente. L'eventuale energia in eccedenza sarà recuperata in linea (nel rispetto dei valori massimi ammessi per la tensione di linea) o in subordine dissipata su apparati di bordo o reostati.

Tutti i cassoni e componenti dell'impianto di trazione devono essere dotati di connettori.


### 8.2. Composizione dell'equipaggiamento

Ogni vettura sarà equipaggiata con:

- un interruttore extrarapido;
- un filtro di linea per ogni convertitore di trazione;
- almeno due convertitori a inverter di trazione;
- una logica di azionamento (TCU: Traction Control Unit) per ogni convertitore di trazione;
- almeno due reostati di frenatura;
- almeno quattro motori di trazione;
- logica di veicolo;
- due manipolatori di trazione e frenatura.

### 8.3. Interruttore extrarapido

Per la protezione dei circuiti di trazione sarà utilizzato 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.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>68/129</b>
---	---	--

L'interruttore sarà conforme alla norma CEI EN 60077 e sarà racchiuso in un cassone di contenimento in materiale isolante resistente all'arco.

#### **8.4. Azionamenti di trazione**

La vettura deve essere equipaggiata con un azionamento di trazione per ogni carrello motore. Gli azionamenti devono essere uguali e totalmente indipendenti. Essi saranno ad inverter a IGBT (o soluzioni più moderne di questa, se sperimentate), di tipologia ampiamente referenziata positivamente su un elevato numero di applicazioni tranviarie/metropolitane.

In caso di ventilazione forzata, il sistema di raffreddamento sarà concepito in modo tale che il flusso d'aria non investa direttamente i componenti elettronici, bensì solo piastre radianti, e la condotta di ventilazione sia separata dal vano contenente le elettroniche con grado di protezione almeno IP 65. Sarà previsto un facile accesso alle piastre radianti per la pulizia delle stesse dallo sporco e, a monte del canale di ventilazione, sarà prevista una griglia protettiva (non filtri) in acciaio inox facilmente amovibile per il lavaggio.

Nel caso di azionamento a ventilazione forzata, dato che i guasti alla ventilazione pregiudicano la catena di trazione, la ventola sarà almeno una per azionamento, priva di collettore, alimentata in BT e con alimentazione dedicata; i guasti all'alimentazione della ventola di raffreddamento saranno diagnosticati.

Circa le caratteristiche dell'azionamento, saranno soddisfatti i seguenti criteri (espressi in ordine di importanza):

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

L'azionamento sarà conforme alla norma CEI EN 61287-1.

Saranno effettuate prove di tipo combinate per il sistema costituito da azionamento(i) di trazione, motore(i) di trazione e relativo dispositivo di controllo, secondo la norma CEI EN 61377.


Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati tramite connettori.

Il Fornitore dichiarerà le caratteristiche tecniche dei componenti di potenza, il sistema adottato per il loro fissaggio e tutte le operazioni necessarie per la sostituzione dei componenti stessi.

#### **8.5. Filtro di linea**

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

Per il filtro di linea sarà evitato l'impiego di condensatori elettrolitici.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>69/129</b>
---	---	--

## **8.6. Logica di veicolo**

La logica di veicolo (LV) avrà il compito di raccogliere, elaborare e trasmettere agli azionamenti i segnali di trazione e frenatura impartiti dal conducente, 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, dovrà essere presente un dispositivo di rilievo del carico, opportunamente integrato con le funzioni di antipattinaggio e antislittamento.

Inoltre la logica di veicolo assolve alle funzioni di comando, controllo e diagnostica degli impianti di veicolo.

La Logica di veicolo sarà interfacciata con gli impianti di bordo attraverso la rete di veicolo (par. 9.15).

## **8.7. Logica di azionamento (TCU)**

La logica di azionamento TCU (Traction Control Unit) ha il compito di generare gli impulsi di accensione per i semiconduttori di potenza degli 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.

## **8.8. Motori di trazione**

Le tolleranze di esecuzione consentiranno l'intercambiabilità di tutte le parti dei motori. Il motore di trazione sarà 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, e deve essere protetto contro l'ingresso di polvere e acqua.

## **8.9. Reostati di frenatura**


I reostati in titolo saranno a ventilazione naturale e conformi alla norma 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. I reostati di frenatura saranno dimensionati in relazione alle prestazioni di frenatura elettrica, per lavorare indefinitamente in condizioni di ricettività della linea nulla.

## **8.10. Manipolatore banco di manovra**

### **8.10.1. Requisiti del dispositivo**

Le cabine di guida saranno dotate di un complessivo di comando formato da un manipolatore di trazione/frenatura, un combinatore di marcia, una chiave di banco. Il complessivo sarà conforme alle norme CEI EN 60077 e CEI EN 50155.

Il complessivo sarà posizionato sulla sinistra del posto di guida e soggetto all'approvazione definitiva di ATAC per la sua realizzazione, in quanto fortemente condizionante per la condotta della vettura.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 70/129
---	---	-------------------------------------

Al fine di uniformare la modalità di guida dei tram oggetto di fornitura con i tram già in esercizio in ATAC, è opportuno che il complessivo in questione sia definito in analogia ai medesimi in opera sulle più recenti acquisizioni di materiale rotabile tranviario di ATAC.

Saranno fornite 2 chiavi di banco per vettura munite di targa riportante il numero di esercizio della stessa nonché di chiavi di servizio per apertura vani posti all'interno del veicolo. La chiave di banco ha 3 posizioni:

- "0": banco disabilitato, combinatore e manipolatore bloccati in posizione "0";
- "IN": banco abilitato, combinatore marcia indietro e manipolatore sbloccati;
- "AV": banco abilitato, combinatore marcia avanti e manipolatore sbloccati.

Il combinatore di marcia ha 4 posizioni:

- "0": blocco; posizione in cui deve essere lasciato il combinatore del banco manovra della cabina non abilitata od ogni qualvolta si intende sfilare la chiave di blocco;
- "IN": direzione di marcia indietro, con inserzione di avvisatore acustico esterno e commutazione fanali di segnalazione rossi sulla testata cabina;
- "AV": direzione di marcia avanti;
- "ML": marcia limitata con velocità max. 5 km/h, da impiegare per spostamenti di manovra (solo marcia avanti).

Il manipolatore di trazione/frenatura, a leva, con impugnatura, ha il ruolo di comandare la trazione e la frenatura e la tacitazione del dispositivo vigilante attivo.


L'impugnatura della leva del manipolatore di trazione/frenatura sarà dotata di tasto la cui pressione/rilascio sarà rilevata dal dispositivo vigilante.

Di seguito sono descritte le interdipendenze e le funzioni dei 3 componenti del complessivo:

- la chiave di banco può essere inserita/disinserita solo in posizione "0" quando il combinatore di marcia ed il manipolatore di trazione/frenatura sono entrambi in posizione "0";
- la chiave di banco, se in "0", tiene il combinatore di marcia bloccato in "0", se in "IN" o "AV", lo sblocca rispettivamente per la marcia indietro e avanti;
- la chiave di banco può essere riportata in "0" solo se il combinatore di marcia è in "0";
- Il passaggio del combinatore di marcia dalla posizione "AV" a quella "IN", e viceversa, deve avvenire con veicolo fermo, manipolatore di trazione/frenatura e combinatore di marcia in posizione "0" e, dopo aver ruotato la chiave di banco nel senso di marcia desiderato.

La leva del manipolatore di trazione/frenatura comanderà progressivamente la trazione se spinta in avanti; comanderà progressivamente la frenatura se tirata verso il conducente, con una posizione specifica per il comando della frenatura di emergenza. Avrà inoltre i seguenti settori di utilizzo:

- "M": trazione;
- "0": posizione neutra (coasting) e di riposo;
- "F": frenatura;
- "EM": frenatura di emergenza.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 71/129
---	---	-------------------------------------

Trattandosi di un azionamento regolato in coppia motrice, l'accelerazione e/o la decelerazione sarà tanto maggiore quanto maggiore è l'inclinazione assunta dalla leva nel rispettivo settore di trazione e/o frenatura.

Spingendo in avanti la leva si provoca la trazione del veicolo mentre, riportando indietro la leva oltre la posizione "0", si provoca la frenatura.

Effettuato lo spunto, riportando la leva in posizione "0", il veicolo si muove in marcia inerziale (coasting).

Le posizioni fondamentali saranno riportate graficamente sul banco di manovra.

La leva del manipolatore, se rilasciata quando è in trazione, ritornerà in coasting con richiamo a molla, se rilasciata quando è in frenatura, rimarrà nella posizione raggiunta. Sono richiesti i seguenti accorgimenti costruttivi:

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

Il manipolatore di trazione codificherà segnali tramite albero a camme e microinterruttori o sistema equivalente; le codifiche dei segnali dovranno seguire regole per cui in caso di guasto singolo un codice di frenatura di emergenza non possa diventare un codice di trazione/frenatura/coasting, un codice di frenatura non possa diventare un codice di trazione/coasting e il codice di coasting non possa diventare un codice di trazione.


#### **8.10.2. Comandi impartiti dal manipolatore di trazione/frenatura**

I comandi di trazione/frenatura saranno impartiti dal manipolatore per due vie parallele:

- via albero a camme e microinterruttori (o sistema equivalente), che comandano fili treno;
- via encoder.

I comandi impartiti da entrambe le vie vengono recepiti dalla logica di veicolo; tali comandi vengono recepiti anche dalle TCU, direttamente quelli via filo treno e tramite logica e rete di veicolo quelli generati dall'encoder.

Considerato che l'encoder offre la possibilità di graduare meglio il livello di richiesta di sforzo di trazione/frenatura, è ammesso che tale via costituisca il riferimento principale per la regolazione della marcia del tram, lasciando ai fili treno un ruolo di termine di confronto, purché venga adottato un encoder ad altissima affidabilità. In tal caso, i fili treno possono essere ridotti al minimo indispensabile per codificare le posizioni fondamentali del manipolatore e poche altre posizioni intermedie.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>72/129</b>
---	---	--

La logica di veicolo, alla quale arrivano i comandi del manipolatore da ambedue le vie, elabora il segnale proveniente dal trasduttore angolare e trasmette attraverso la rete di veicolo la coppia richiesta alle TCU/BCU.

Alla prima posizione di “trazione” del manipolatore corrisponde un comando di trazione a coppia e velocità limitate in modo da poter effettuare spostamenti a velocità ridotta.

Alle successive posizioni di trazione corrispondono richieste di accelerazioni proporzionali allo spostamento angolare del manipolatore.

In caso di discordanza fra trasduttore angolare e fili treno, la logica di veicolo genera una segnalazione diagnostica.

Alle TCU/BCU arrivano i comandi via rete dalla logica di veicolo e via fili treno direttamente dal manipolatore. In caso di discordanza, prevalgono i segnali più restrittivi (es.: la frenatura è più restrittiva della trazione).

Il sistema proposto dal Fornitore dovrà essere improntato alla massima sicurezza e affidabilità e corredato da accuratissima analisi di guasto.

Le logiche di dettaglio saranno concordate con ATAC.

#### **8.11. Procedura di cambio banco**

Viene di seguito descritta la procedura di cambio banco e i conseguenti requisiti funzionali richiesti per i tram oggetto della fornitura.

Su un rotabile in esercizio, la cabina abilitata sarà solo una, tipicamente quella di testa nel senso di marcia. Sarà impedita la contemporanea abilitazione di due cabine di guida, che comporterà l'intervento della frenata di emergenza.

Su un rotabile in esercizio tutti i comandi possono essere impartiti esclusivamente dalla cabina abilitata: quelli della cabina disabilitata non avranno effetto, salvo alcuni comandi quali ad esempio quello dei pattini elettromagnetici e quello della diffusione sonora.


A seguito dell'operazione di cambio banco, il rotabile si predispose in automatico per la nuova direzione, pertanto la commutazione delle luci esterne avverrà in modo automatico, senza l'intervento del conducente.

Da questo momento, se non si comanda la disabilitazione, il tram resta elettricamente abilitato, i comandi di cabina inibiti, ma tutte le logiche ancora attive. Pertanto il tram manterrà lo stato funzionale precedentemente acquisito, vale a dire che almeno gli impianti: pantografo, luci interne ed esterne, condizionatore comparto e cabina, porte passeggeri, convertitori servizi ausiliari, carica batterie, radio, resteranno nello stato precedentemente impostato.

A questo punto il conducente potrà abbandonare la cabina di guida chiudendo la porta d'accesso e recarsi nella cabina di coda.

Il conducente inserisce la chiave nel nuovo banco che deve abilitare, la ruota e porta il combinatore di marcia in posizione “AV” o “IN”, a quel punto il veicolo effettua automaticamente le opportune commutazioni.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>73/129</b>
---	---	--

La nuova cabina di guida si abilita e tutti i comandi diventano attivi. Gli impianti quali: luci esterne, monitor di banco, radiocomando scambi ed altri impianti terra-treno verranno commutati automaticamente senza l'intervento del conducente.

Durante l'operazione del cambio banco gli impianti di veicolo continueranno a funzionare regolarmente anche nel caso in cui l'attività di cambio banco venga interrotta prima di abilitare il banco della cabina opposta.

## **9. Equipaggiamento elettrico ed elettronico ausiliario**

### **9.1. Convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari**

I convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari hanno il compito di trasformare l'energia elettrica della linea AT in energia trifase a 400 Vca 50Hz sinusoidale, per l'alimentazione dei carichi in MT, e in energia elettrica in corrente continua a 24 Vcc, per la carica delle batterie di bordo e l'alimentazione di tutti gli impianti ausiliari funzionanti in BT. Tali convertitori dovranno essere dotati di sistema autostarter, in grado di far avviare gli stessi in assenza di tensione di batteria.

E' accettata sia la soluzione progettuale di due convertitori separati, uno per le utenze MT e uno per le utenze BT e la carica delle batterie, sia la soluzione progettuale di un solo convertitore che integri entrambe le funzioni.


In ogni caso, i convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari saranno ridonati secondo il principio di seguito descritto.

Per la funzione di generazione di energia in MT, in condizioni di regolare funzionamento, entrambi i convertitori lavorano contribuendo a generare l'energia complessivamente richiesta; in caso di guasto ad uno dei due convertitori, la generazione di energia continua ad avvenire, per alimentare un sottoinsieme di carichi "privilegiati". La commutazione dell'alimentazione verso i carichi privilegiati in caso di guasto ad un convertitore avverrà automaticamente. Tra i "carichi privilegiati" in MT sono compresi: il gruppo di produzione e trattamento aria, il condizionatore della cabina di guida e il riscaldamento dei cristalli delle cabine di guida; il Concorrente indicherà in Offerta quali altre utenze resteranno attive, e a quale regime (ad esempio, condizionatori al 50% in ciascun comparto).

Per la funzione di generazione di energia in BT, in condizioni di regolare funzionamento, entrambi i convertitori lavorano contribuendo a generare l'energia complessivamente richiesta; in caso di guasto ad uno dei due convertitori, la generazione di energia deve continuare ad avvenire senza alcun degrado, essendovi una completa ridondanza (solo sarà generata una segnalazione diagnostica).

L'uscita in MT del convertitore avrà forma d'onda il più possibile sinusoidale (distorsione massima del 5%).

L'impianto AT e quello MT dovranno risultare galvanicamente isolati. L'isolamento galvanico ha l'importante ruolo di assicurare che la tensione di linea non raggiunga i circuiti MT in alcun caso di guasto anche grave, garantendo quindi un sufficiente grado di sicurezza. L'uscita in MT sarà dotata di neutro collegato al negativo di bassa tensione.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 74/129
---	---	-------------------------------------

Le uscite in BT del convertitore devono essere galvanicamente isolate dalla tensione di linea e realizzare una ridondanza al 100%.

Sarà prevista la funzione di arresto automatico del carica-batterie nel caso di batteria estratta e/o scollegata e la funzione di avvio del carica-batterie, dalla condizione di rotabile disabilitato, in presenza di tensione di linea, anche con batteria del tutto scarica. Il convertitore dovrà essere conforme alla norma CEI EN 61287-1.

Al fine di ridurre gli sprechi di energia, sarà prevista una funzione della Logica di Veicolo capace di spegnere e riaccendere automaticamente gli impianti di climatizzazione, al fine di contenere il consumo energetico, pur senza diminuire il comfort dei passeggeri. In particolare, si richiede di spegnere i condizionatori dopo 30 minuti che il tram è fermo, abilitato, e di riaccenderli non appena trazione, ritenendo che la condizione di tram abilitato e fermo per almeno 30 minuti si verifichi durante la permanenza in deposito. I tempi saranno programmabili.

## **9.2. Batterie dei servizi ausiliari 24V**

Sono richieste batterie che necessitino di ridottissima manutenzione.

Il Fornitore redigerà una relazione di dimensionamento delle batterie.

Il dimensionamento delle batterie sarà tale che, nella circostanza di assenza di tensione di linea e sosta delle vetture in linea con passeggeri a bordo, le batterie abbiano autonomia tale da alimentare per almeno 1 ora: *a)* l'illuminazione esterna, *b)* l'illuminazione interna di emergenza, *c)* la ventilazione interna, *d)* la diffusione sonora. Al ristabilirsi della tensione di linea, la vettura deve tornare nelle normali condizioni di esercizio senza anomalie.

Al fine di minimizzare i rabbocchi di acqua le batterie possono essere dotate di tappi a ricombinazione o altro sistema equivalente.

Le batterie saranno installate su cestello contenuto in un cassoncino dotato di sfiati nella parte superiore per lo sfogo di gas e di forature sul fondo per il drenaggio di liquidi; il cestello sarà provvisto di opportuni punti di aggancio per la rimozione dello stesso dal sotto cassa del veicolo.


Cestello e cassoncino saranno in acciaio inox; l'involucro plastico degli elementi sarà conforme alla norma CEI UNI EN 45545-2.

La batteria potrà essere dotata di sensori di temperatura atti a regolare i parametri di carica della batteria da parte del carica-batterie in funzione della temperatura.

La batteria sarà protetta da interruttore automatico ripristinabile da remoto.

Gli organi di inserzione e protezione della batteria saranno segregati rispetto ad essa, al fine di evitare possibili inneschi dell'idrogeno prodotto dalla batteria a causa di eventuali archi elettrici prodotti dagli organi di protezione stessi.

Sarà prevista una presa d'officina che consenta l'alimentazione dell'impianto BT del tram tramite un alimentatore esterno.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 75/129
---	---	-------------------------------------

### **9.3. Cassoni apparecchi elettrici**

Tutti i componenti elettrici ed elettromeccanici di potenza saranno raccolti in appositi cassoni di contenimento, separando quelli in AT da quelli in BT e MT.

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

In considerazione del fatto che le apparecchiature elettromeccaniche sono soggette a manutenzione e controlli periodici, la loro disposizione all'interno dei cassoni sarà studiata in maniera tale da permettere una facile accessibilità a tutti gli apparecchi. Per quanto riguarda i contattori, sarà previsto lo spazio necessario per sostituire i caminetti ed i contatti senza smontare i contattori stessi.

### **9.4. Antislittamento e antipattinaggio**

Al fine di evitare perdite di aderenza delle ruote, saranno adottati opportuni provvedimenti per impedire lo slittamento in trazione ed il pattinamento in frenatura.

Per quanto riguarda le ruote motrici, le funzioni di antislittamento in trazione e di antipattinaggio in frenatura elettrodinamica saranno svolte dalle TCU.

Per quanto riguarda le ruote portanti, la funzione di antipattinaggio può essere svolta direttamente dall'impianto del freno. Questa soluzione sarà adottata anche per le ruote motrici in caso di frenatura ad attrito.

Il Fornitore, in fase di progetto, dichiarerà dettagliatamente i criteri adottati per realizzare le funzioni di antipattinaggio ed antislittamento, per la parte elettrica e per quella meccanica.

### **9.5. Conteggio energia**


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

- energia totale assorbita dalla linea;
- energia assorbita dalla linea per la trazione;
- energia restituita alla linea durante la fase di frenatura a recupero;
- energia utilizzata dal sistema ESS (carica, scarica, recupero, ...);
- energia assorbita dai circuiti ausiliari;
- energia assorbita dall'impianto di condizionamento.

La funzione può essere realizzata tramite appositi contatori o dalla logica di veicolo, sfruttando trasduttori di tensione e di corrente presenti a bordo. I valori saranno leggibili su monitor di banco e deve poter essere effettuabile il download degli stessi da remoto.

I valori dei contatori saranno memorizzati ad intervalli regolari (es.: ogni mese) e ogni volta popoleranno una nuova riga di una tabella scaricabile in formato xls., riportante anche il numero di matricola della vettura, i km percorsi dalla vettura e la data, in modo che si possano associare i consumi letti ai km percorsi.

I dati memorizzati non devono essere persi anche in mancanza di alimentazione per lunghi periodi.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 76/129
---	---	-------------------------------------

## **9.6. Segnalazioni acustiche**

La vettura sarà dotata di una campana, ad azionamento elettrico, comandabile dalla cabina di guida.

La segnalazione acustica consiste in una campana ad azionamento elettrico non monocolpo.

## **9.7. Prova lampade, strumenti e suonerie**

Sarà possibile verificare agevolmente tutte le segnalazioni ottiche ed acustiche presenti in cabina di guida (ad esempio con accensione automatica per qualche istante all'abilitazione tram).

## **9.8. Illuminazione interna ed esterna**

### **9.8.1. Illuminazione interna**

L'impianto di illuminazione interna sarà conforme alla norma UNI EN 13272 e alle precisazioni di cui alla norma UNI 11174.

Sarà prevista l'illuminazione separata per il comparto passeggeri e per le cabine di guida, tutte comandabili dal conducente.

L'illuminazione deve essere interamente a LED.

Le plafoniere saranno a tenuta stagna, oppure atte ad evitare il deposito di polveri per effetto elettrostatico ed essere facilmente apribili per la pulizia.

La disposizione, il numero e l'ubicazione dei corpi illuminanti saranno studiati in modo da evitare zone d'ombra o di abbagliamento e conferire all'ambiente passeggeri un livello di illuminazione uniforme.


L'impianto sarà concepito per il massimo MTBF, oltre che nella scelta dei corpi illuminanti, anche nell'architettura dei convertitori e nelle tarature del sistema.

Sarà garantita la facile accessibilità dal comparto ai corpi illuminanti ed agli accessori elettrici dell'impianto (connettori, convertitori, ecc.). È altresì richiesto che, per evitare che vi si depositi polvere all'interno, i diffusori siano completamente chiusi e a tenuta IP55, e che siano costruiti con materiali non elettrostatici.

I corpi illuminanti e i diffusori saranno concepiti al fine di conseguire la massima standardizzazione, riducendo quanto più possibile il numero di tipologie e di forme presenti sul tram.

Inoltre, allo scopo di razionalizzare i cablaggi elettrici, la dorsale di alimentazione sarà realizzata direttamente sui moduli dell'impianto di illuminazione.

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

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 77/129
---	---	-------------------------------------

### **9.8.2. Illuminazione e segnalazione visiva esterna**

L'illuminazione esterna sarà a led e a tenuta stagna, intendendo per illuminazione esterna tutti i dispositivi luminosi ad eccezione dei proiettori frontali abbaglianti e anabbaglianti.

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

### **9.9. Dispositivo Vigilante**

Ciascuna cabina deve essere dotata di dispositivo vigilante, avente la funzione di verificare in sicurezza la presenza attiva del conducente durante la marcia del veicolo, come da norme UNI 11174.

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 mancato rilevamento della presenza attiva del conducente con rotabile in movimento, provocherà dapprima un allarme acustico, quindi (in caso di ulteriore permanenza del segnale di assenza attiva del conducente) il taglio della trazione e la frenatura di Emergenza 1 (norma UNI EN 13452).

Il dispositivo, pur restando attivo, inibirà automaticamente le sue funzioni a vettura ferma.


Il dispositivo sarà costruito in tecnica "fail safe", ossia in modo che la frenatura, in caso di mancata presenza attiva del conducente, sia comandata anche in caso di primo guasto al dispositivo.

Il dispositivo sarà costituito, per ciascuna cabina di guida, essenzialmente dalle seguenti apparecchiature:

- n. 1 dispositivo elettronico a microprocessore;
- n. 2 generatori tachimetrici, montati su 2 ruote non dello stesso asse (è ammesso che siano condivisi con altri impianti);
- n. 1 avvisatore acustico installato in cabina di guida;
- n. 1 esclusore, piombabile, posto in cabina di guida;
- n. 1 sensore di presenza attiva del conducente, conglobato nel manipolatore di trazione e frenatura;
- n. 1 sensore di presenza attiva, costituito da pedale a terra;
- n. 1 segnalazione ottica di "dispositivo intervenuto", posta sul banco di manovra;
- n. 1 segnalazione acustica di "dispositivo intervenuto".

Il sistema nel suo complesso e il suo software devono avere grado di sicurezza "Safety Integrity Level" almeno pari a 2, secondo CEI EN 50128 e 50129.

Sarà prevista una funzione di test, facilmente effettuabile dal conducente, con apposito pulsante.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 78/129
---	---	-------------------------------------

Il dispositivo opererà con logica attiva, rilevando la presenza del conducente mediante la pressione di un pulsante e/o di un pedale; la rilevazione della vigilanza attiva avverrà tramite almeno una delle seguenti azioni:

- pressione o rilascio del pulsante di tacitazione presente sull'impugnatura del manipolatore di trazione/frenatura;
- pressione o rilascio del pedale di tacitazione presente a terra;
- spostamento del manipolatore di marcia;
- pressione o rilascio del pulsante a fungo per intervento freno pattini elettromagnetici;
- spostamento del selettore a leva per luci di direzione SX e DX;
- pressione o rilascio del pulsante di intervento sabbiera;
- pressione o rilascio del pedale campana acustica;
- pressione o rilascio del comando luci abbaglianti.

Con veicolo in movimento ( $v \geq 2$  km/h) il dispositivo agirà in base al tempo; in caso di mancata risposta da parte del conducente, dopo 11 s sarà attivata una segnalazione visivo-acustica, e dopo altri 4 s sarà comandata la frenatura. Tali tempistiche dovranno poter essere modificabili, a carico del fornitore, su richiesta degli enti Ministeriali. Altre tempistiche potranno essere suggerite e dovranno essere sottoposte ad Atac per approvazione. Quando la velocità scende al di sotto della soglia di 1 km/h il dispositivo non sarà attivo.

A seguito dell'intervento della frenatura, quando la velocità scende al di sotto della soglia di 3 km/h, la pressione del pulsante di tacitazione disattiva la frenatura e la suoneria e il conducente può riprendere la normale marcia. In caso contrario la suoneria e la frenatura rimangono entrambe attivate.

Le spie da prevedersi su banco sono: segnalazione di dispositivo vigilante escluso (colore giallo), segnalazione di avviso intervento dispositivo vigilante (colore rosso).

Il dispositivo avrà un contatto, libero da ogni potenziale, con funzioni diagnostiche.

#### **9.10. Dispositivo Velocità Zero**

Il tram deve essere dotato di due dispositivi "Velocità Zero" atti a generare il segnale di tram fermo.

Il veicolo sarà considerato fermo per velocità inferiori ad 1 km/h ed in moto per  $v \geq 2$  km/h.

Esso sfrutterà due generatori tachimetrici montati su 2 ruote non dello stesso asse.


Il dispositivo sarà costruito in tecnica "fail-safe", con due canali identici galvanicamente separati fra loro.

Il dispositivo "Velocità zero" (hardware e software) deve avere grado di sicurezza "Safety Integrity Level" almeno pari a 2, secondo CEI EN 50128 e 50129.

Il segnale di "Velocità Zero" sarà usato come necessario consenso all'apertura delle porte.

#### **9.11. Registratore di Eventi**

Il rotabile sarà dotato di impianto "Registratore Statico di Eventi" ("RSE") atto a registrare informazioni e segnali relativi al servizio, in conformità alle norme UNI 11174, UNI 11624 e CEI EN 62625-1, con gli opportuni adeguamenti allo stato dell'arte.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 79/129
---	---	-------------------------------------

Il RSE avrà integrata la funzione di totalizzatore chilometrico.

Lo scopo della registrazione è quello di disporre di dati “fiscali” per la ricostruzione di cause di incidenti, di irregolarità del servizio, di gravi anomalie funzionali di impianti; l’elenco dettagliato dei segnali da registrare verrà concordato in fase di progetto esecutivo. A titolo indicativo e assolutamente non esaustivo, si anticipa che l’impianto registrerà, In conformità alla norma CEI EN 62625, almeno i seguenti segnali:

- velocità e segnale al tachimetro;
- spazio percorso;
- posizione (via GPS);
- data, ora, minuto, secondo, centesimo di secondo;
- segnali relativi all’impianto porte: comandi del conducente, stato del circuito “porte aperte”, esclusione del circuito “blocco porte”, stato delle maniglie di apertura in emergenza, stato porta conducente, intervento bordo sensibile;
- segnali relativi all’intervento e all’esclusione dei dispositivi di sicurezza: vigilante, velocità zero, riconoscimento lato banchina;
- segnali relativi ai comandi impartiti dal manipolatore di trazione/frenatura, comando pattini, fungo di emergenza, fungo di sicurezza, posizione del joystick radiocomando scambi;
- segnali relativi al predispositore di marcia (e quindi stato di banco abilitato);
- segnali relativi a selettori piombati;
- comando di alzamento/abbassamento pantografo;
- allarme passeggeri;
- segnali relativi al dispositivo “anti-collisione”;
- segnali relativi alla segnalazione da parte dell’eventuale sistema di allarme svio.

La capacità di memorizzazione sarà di almeno due settimane di servizio. Deve essere prevista una interfaccia sul banco di manovra, protetta da password, per l’aggiornamento di almeno data/ora e diametro ruote di ciascun asse.

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.

Il Fornitore 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 veicolo dovrà essere dotato di antenna GPS, pertanto la correzione del sistema orologio interno dovrà avvenire tramite il sistema GPS stesso. Inoltre, tutti i sistemi di bordo che necessitano di segnale orario (diagnostica, videoregistrazione, conteggio energia, ecc.), si dovranno basare sullo stesso orario del RSE. Ovviamente sarà previsto un sistema di mantenimento dell’orario anche in caso di mancata copertura del segnale GPS.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>80/129</b>
---	---	--

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

### **9.12. Tachimetro**

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

La velocità visualizzata a tachimetro sarà riletta e diagnosticata.

### **9.13. 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.

Considerato che il RSE è dotato di antenna GPS, è opportuno che il ruolo di master sia svolto dal RSE.

In caso di mancata comunicazione del segnale da parte del master, sarà generata una segnalazione diagnostica e subentrerà l'orologio di ogni singolo impianto, affinché ciascuno continui a svolgere la sua funzione; l'orologio di ogni singolo impianto potrà essere regolato singolarmente dal manutentore.

Data e ora saranno visualizzate sul monitor diagnostico su banco di manovra.

### **9.14. Batterie tampone**

Al fine di eliminare per quanto possibile le operazioni di sostituzione periodiche nelle apparecchiature di regolazione, controllo ed acquisizione dati quali: regolazione azionamento e convertitore ausiliari, contatori di energia, registrazione statica di eventi, Vigilante Attivo, ecc., sarà evitato l'impiego di batterie. Sono da preferire sistemi di ritenzione dati quali memorie Flash o simili.

### **9.15. Rete di veicolo**

E' prevista una rete di veicolo di tipo MVB (Multifunctional Vehicle Bus), o di tipo CAN BUS o full-ethernet, atta a interconnettere tutti i dispositivi elettronici all'interno del singolo tram.


La rete sarà conforme allo standard CEI EN 61375.

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 collega impianti del rotabile quali: centraline di controllo dell'azionamento di trazione, della frenatura, dei convertitori servizi ausiliari, dei condizionatori e delle porte, monitor di banco, registratore di eventi, sistema antincendio ed altri.

Le informazioni legate agli impianti sopra elencati devono utilizzare una rete separata da quella riservata alle funzioni di infomobilità e videosorveglianza (par. 10.5).



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>81/129</b>
---	---	--

I segnali afferenti a funzioni di sicurezza (porte, trazione, frenatura, ecc..) saranno trasmessi per via cablata.

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

## **9.16. Diagnostica**

### **9.16.1. Diagnostica di 1°, 2° e 3° livello**

La vettura deve essere provvista di un sistema diagnostico di bordo, conforme alla norma UNI 11174, in grado di fornire informazioni circa guasti e/o stati degli impianti di bordo, al conducente e ai manutentori su monitor e su segnalazioni luminose sul banco di manovra.

Il sistema fornirà un supporto efficace nell'individuazione di tali guasti, senza essere eccessivamente complicato o invasivo, onde evitare ripercussioni negative sull'affidabilità dell'intero rotabile. A tal fine è opportuno che vengano utilizzate le capacità di raccolta dati, elaborazione e collegamento di cui le logiche di veicolo, le logiche di azionamento ed il registratore statico di eventi, dispongono già, senza aggiunte di dispositivi diagnostici specifici. Ogni evento diagnostico deve essere individuato univocamente nel tempo.

La diagnostica deve prevedere un sistema di telemetria che invii in tempo reale i dati relativi alla funzionalità e ad eventuali guasti dei principali apparati di bordo. Tali dati dovranno essere inviati ad uno specifico server e fruibili senza oneri aggiuntivi per Atac.

Ogni impianto dotato di centralina (es. le porte, il freno, ecc.), sarà inoltre dotato di diagnostica "residente" sull'impianto stesso.

Il sistema diagnostico si articola su 3 livelli:


1° livello: Ad uso del conducente e dell'assistenza di linea, il 1° livello fornisce informazioni atte a risolvere i problemi con vettura in linea. Visualizza sui monitor delle cabine di guida tutti gli stati e i guasti della vettura. Per ciascun guasto visualizza a monitor data e ora, codice guasto, descrizione del guasto e guida operatore per la risoluzione, incluse avvertenze di sicurezza operatore e limitazioni di velocità. Le segnalazioni di guasto saranno contraddistinte da colore bianco se non richiedono alcun intervento di risoluzione, né degrading del servizio, né ritiro del tram dalla linea, colore giallo se richiedono un qualche intervento o degrado, colore rosso se implicano il ritiro dal servizio.

L'informazione a monitor si cancellerà automaticamente, una volta risolto o venuto meno il guasto.

Particolari accorgimenti saranno presi per evitare che guasti di brevissima durata temporale accadano e, se accadono, che vengano visualizzati a monitor.

I testi dei messaggi diagnostici saranno concordati con ATAC e saranno consegnati ad ATAC strumenti e istruzioni per modificarli.

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

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>82/129</b>
---	---	--

mediante password e saranno scaricabili su computer portatile e/o altro tool dedicato, al fine di poter essere analizzate a terra.

Si auspica che la diagnostica dia indicazioni puntuali per ciascun evento, costituisca un valido supporto alla manutenzione preventiva, consentendo di sviluppare approcci predittivi e on-condition, e fornisca precise indicazioni sulla LRU in avaria, anche attraverso indicazioni passo-passo sulle operazioni necessarie per individuare quest'ultima. Condizione fondamentale per ottenere quanto sopra è che il sistema diagnostico venga messo in servizio contestualmente al resto del rotabile.

3° livello: Ad uso del personale di manutenzione con specializzazione più spinta, il 3° livello consiste in segnalazioni diagnostiche generate dai singoli dispositivi del tram, non presentate su monitor. Le segnalazioni diagnostiche consistono in messaggi su display presenti sulle apparecchiature e/o in quadri sinottici a led e/o in messaggi leggibili tramite PC dotati di software di manutenzione dedicati, collegati agli impianti tramite punti test o per via seriale. Al fine di rendere la diagnostica di 3° livello utilizzabile da ATAC, il Fornitore consegnerà una completa e dettagliata documentazione a corredo, con le istruzioni d'uso del software di manutenzione e con le istruzioni per comprendere il significato delle segnalazioni tramite led su quadri sinottici. Il 3° livello consente l'individuazione del componente guasto all'interno della LRU (minima parte riparabile) interessata.

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

#### **9.16.2. Ulteriori segnalazioni di stato e diagnostiche**

Saranno inoltre previste, su banco di manovra, una serie di segnalazioni luminose su determinati stati del veicolo da concordare con ATAC in sede di definizione del progetto.

## **10. Impianti speciali**

### **10.1. Comando scambi**

La rete tranviaria di Roma è dotata di scambi con comando in radiofrequenza (RCS - Radio Comando Scambi).


#### **10.1.1. Radio Comando Scambi**

E' previsto un impianto Radio Comando Scambi (RCS) per ogni cabina di guida. La fornitura dei dispositivi di tale impianto sarà di competenza di ATAC, che li renderà disponibili al montaggio.

Sarà cura del fornitore procedere all'integrazione dell'impianto sul veicolo, in termini di progettazione dell'installazione meccanica dei dispositivi, progettazione della posa cavi, installazione meccanica ed elettrica, verifica delle alimentazioni elettriche e della correttezza dei cablaggi.

L'impianto RCS di terra ha caratteristiche di sicurezza in quanto governa il transito dei mezzi nell'area degli scambi, impedendo ad un mezzo che entra nell'area dello scambio di poter muovere gli aghi dello scambio nel caso l'area fosse già impegnata da un tram precedente.

Questa funzione si realizza mediante circuiti di binario di terra e mass detectors.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>83/129</b>
---	---	--

Per ragioni di sicurezza, per realizzare l'occupazione dei circuiti di binario è necessario che il veicolo cortocircuiti in modo franco le due rotaie di corsa, con tutti gli assi. I valori da ottenere tra ruota sinistra e destra del medesimo asse, per la corretta occupazione sono:  $R < 1\Omega$ . Essi sono normalmente ottenuti da sale montate costituite da assile e ruote calettate su esso; vista la richiesta di ruote elastiche (con elementi in gomma tra cerchioni e centro ruota), oltre alla eventuale presenza di trecce all'interno dei tasselli elastici è richiesta l'adozione di n° 3 trecce di continuità (esterne alla ruota). Costituisce oggetto della fornitura la predisposizione per il sistema, i cui dettagli tecnici saranno forniti in seguito alla aggiudicazione, nonché la messa in opera dello stesso, su fornitura ATAC.

### **10.2. Impianto Riconoscimento Lato Banchina**

Tutte le vetture devono essere dotate delle predisposizioni necessarie per un impianto di riconoscimento lato banchina di bordo.

### **10.3. Dispositivo avviso anti-collisione**

Il tram deve essere dotato di dispositivo che realizzi la funzione di avviso anti-collisione nei confronti di pedoni, veicoli ed ostacoli in genere incontrati lungo la marcia.

La funzione, realizzata tramite telecamere o altre tipologie di sensori, sarà attiva durante la marcia del veicolo ed interverrà in caso di percezione di una potenziale situazione di urto.

Considerato che la circolazione in promiscuo può presentare situazioni di marcia diversificate e non tutte prevedibili, il Fornitore deve essere disponibile ad intervenire per tarare il sistema anche dopo i primi riscontri dall'esercizio.

L'intervento del dispositivo sarà notificato al conducente tramite avvisatore (ottico e acustico). Inoltre, sarà data la possibilità al conducente di inibire temporaneamente e volontariamente il dispositivo mediante pulsante posto sul banco di manovra.

Il dispositivo sarà escludibile in modo permanente tramite selettore; l'esclusione, lo stato di guasto e gli interventi del dispositivo saranno registrati nel Registratore Statico di Eventi.

Il dispositivo dovrà inoltre essere predisposto per la modifica da sistema di solo warning a sistema attivo, in grado di intervenire sulla frenatura automatica del mezzo (frenata di emergenza con esclusione dei pattini elettromagnetici) senza costi aggiuntivi per ATAC.


Il dispositivo sarà rispondente almeno alle seguenti normative ferroviarie: EN 50155, EN 50121-3-2, EN 45545.

### **10.4. Dispositivo allarme svio**

Sarà oggetto di valutazione la presenza sui veicoli di un sistema che rilevi lo svio anche di un solo asse fornendo apposito allarme ottico e acustico in cabina. La segnalazione da parte di tale sistema deve essere registrata sul registratore di eventi.

### **10.5. Rete cablata di bordo (Ethernet)**

Il tram sarà fornito completo di rete Ethernet di bordo e saranno previste porte ethernet 10/100 Mbs in quantità sufficiente per interconnettere i sistemi di bordo dotati di interfacce Ethernet (incluse le videocamere del sistema videosorveglianza) citati nella presente Specifica.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>84/129</b>
---	---	--

## 10.6. Sistema di videosorveglianza

Il veicolo deve essere fornito completo di sistema di videosorveglianza, atto a consentire la visione “real time” dello spazio interno ed esterno del veicolo (da parte del conducente ed eventualmente in remoto, via mobile router) e a registrare le immagini.

Il tram sarà equipaggiato con videocamere posizionate almeno nei seguenti punti: frontale (una per testata), laterale “specchio retrovisore sinistro” (una per lato), vano porta (una per porta), interno comparto (almeno una per cassa, e comunque in numero non minore di quattro).

Nel comparto passeggeri le telecamere saranno posizionate opportunamente per inquadrare al meglio il vano passeggeri; in particolare sarà garantita una chiara inquadratura della salita/discesa passeggeri.

Tutte le videocamere saranno visualizzabili sul monitor di cabina di guida, singolarmente, su comando del conducente, tramite semplici menù di selezione.


Il sistema si configurerà automaticamente per presentare al conducente sulla cabina abilitata le videocamere ordinate secondo il punto di vista del conducente. Ad esempio la “videocamera prima porta destra” per il conducente può essere quella di due diverse porte del tram in base alla cabina abilitata, oppure la “telecamera di testata di coda” può essere quella di due diverse testate del tram a seconda di qual è la cabina abilitata.

Il monitor consente la visualizzazione di “viste” (corrispondenti a videocamere), che si attiveranno o su comando del conducente o automaticamente al verificarsi di determinati eventi.

All’abilitazione del tram, il monitor si disporrà automaticamente sulla pagina principale, che mostrerà lo stato dei principali impianti.

Tra le viste automatiche del sistema videosorveglianza sono da prevedere:

- vista “specchio sinistro”: visualizza l’immagine della videocamera esterna a sinistra della cabina di guida (che fa le funzioni dello specchio retrovisore sinistro), con le immagini correttamente orientate per simulare lo specchio sinistro (effetto “mirroring”);
- vista “porte sinistre aperte”: su monitor suddiviso in più quadranti, visualizza in contemporanea le videocamere dei vani porta sinistri e la videocamera specchio sinistro; si attiverà all’apertura/abilitazione delle porte sinistre, entro 1 s dal comando di apertura, e si disattiverà alla chiusura delle porte destre, con ritardo di 7 s dopo la chiusura porte;
- vista “porte destre aperte”: su monitor suddiviso in più quadranti, visualizza in contemporanea le videocamere dei vani porta destri e la videocamera specchio sinistro della cabina di coda; si attiverà all’apertura/abilitazione delle porte destre, entro 1 s dal comando di apertura, e si disattiverà alla chiusura delle porte stesse, con ritardo di 7 s dopo la chiusura porte;
- vista “maniglia di apertura porta in emergenza”: visualizza una videocamera del comparto passeggeri della zona della porta interessata, all’attivazione di una maniglia di apertura porta in emergenza (anche del tram di coda);
- vista “maniglia allarme”: visualizza una videocamera del comparto passeggeri della zona della maniglia interessata, all’attivazione di una maniglia di allarme (anche del tram di coda);

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>85/129</b>
---	---	--

- vista “retromarcia”: visualizza la videocamera della testata di coda all’attivazione della retromarcia.

Sono da prevedersi affinamenti a tali logiche di funzionamento, nelle prime fasi di esercizio, alla luce delle caratteristiche del rotabile proposto, sulla base delle indicazioni di Atac e a totale carico del fornitore.

La visualizzazione delle immagini della videosorveglianza non deve presentare nessun ritardo o effetto congelamento/salto immagine, in quanto il controllo dell’incarozzamento dei passeggeri o della fiancata del tram in marcia ha una particolare rilevanza ai fini della sicurezza dei passeggeri stessi e della condotta di guida.

A tram abilitato, il sistema di videosorveglianza si attiverà automaticamente; alla disabilitazione del tram, lo spegnimento del sistema di videosorveglianza, shut down del NVR (Network Video Recorder) incluso, sarà ritardato con ritardo programmabile tramite relè tarabile (si spegneranno tuttavia i monitor di banco).

A rotabile abilitato, le immagini riprese da tutte le telecamere interne ed esterne del tram, saranno registrate, tramite dispositivo Network Video Recorder.

L’impianto sarà conforme alla norma CEI EN 50155 e risponderà a quanto previsto dal D.lgs. n° 196/2003 “Codice in materia di protezione dei dati personali” e dal “Provvedimento in materia di videosorveglianza” emanato dall’Autorità Garante il 08/04/2010.

In conformità con le indicazioni del Garante, saranno applicate le dovute targhette monitorici sia all’interno, sia all’esterno della vettura.


I montaggi delle telecamere saranno concepiti al fine di rendere impossibili indebite asportazioni.

A corredo della fornitura dei veicoli saranno forniti gli strumenti hardware e software necessari per lo scarico, la visualizzazione delle immagini registrate, che realizza le seguenti funzioni:

- visione immagini real time dalle telecamere, sia in locale che in remoto, trasferimento immagini, configurazione, manutenzione e diagnostica del sistema tramite singola password;
- visione delle immagini registrate dal videoregistratore e dei dati veicolari associati, dopo l’inserimento di password;
- oscuramento/privazione/scomposizione di eventuali soggetti terzi presenti nelle immagini;
- generazione diretta di supporti DVD:
  - in formato AVI o MPEG - visione in chiaro;
  - tramite apposito SW di lettura (image viewer) da memorizzare sul supporto.

Il registratore di immagini avrà le seguenti caratteristiche:


- registrazione di immagini in continuo su HDD/SSD, con il principio della memoria circolare, minimo 60 ore continuative con registrazione di tutte le telecamere installate a bordo;
- HDD/SSD montato su slitta rimovibile tramite chiave unificata per tutti i veicoli, senza l’ausilio di utensili;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>86/129</b>
---	---	--

- registrazione in ogni frame delle immagini di data e ora (formato UTC), n° telecamera, coordinate GPS e n° aziendale del veicolo;
- cancellazione in automatico delle immagini registrate, comprese quelle di evento allarme, allo scadere del termine massimo consentito di 7 giorni, al fine di garantire i disposti del “Provvedimento del Garante privacy in materia di videosorveglianza - 8 aprile 2010” p.to 3.3.1 e 3.4;
- acquisizione delle immagini in formato 4CIF o superiore, con una frequenza non inferiore a 10 fotogrammi al secondo per ciascuna telecamera;
- elevata qualità dell’immagine registrata (colori, 4CIF o superiore, a 25 frame/s);
- memorizzazione immagini compresse in forma criptata; la compressione dati deve avvenire con formati standard internazionali, minimo H.264. Detti formati standard internazionali dovranno essere utilizzati anche per la trasmissione delle immagini real time (con frame rate variabile in funzione della larghezza di banda disponibile) attraverso la rete cablata di bordo e il mobile router;
- collegamento al PC portatile per le operazioni di visione immagini dalle telecamere (REAL TIME), configurazione, manutenzione e diagnostica del sistema tramite password;
- trasmissione delle immagini tramite dispositivo interfacciato su rete LAN;
- idoneità all’uso su veicoli ferro-metro-tranviari, protezione da vibrazioni che si verificano durante il servizio; sistema di raffreddamento non di tipo forzato (privo di ventole);
- fissaggio a telaio mediante idoneo sistema anti-rimozione con viti antivandalo;
- funzione diagnostica per indicare l’approssimarsi della fine della vita tecnica utile del disco; no funzione switch ethernet integrata nel registratore;
- indicazione visiva di avarie delle singole telecamere IP (es. funzionamento regolare (verde), avaria della telecamera (rosso), oscuramento telecamera (giallo/arancio));
- indicazione visiva dello stato del videoregistratore (alimentazione presente, funzionamento regolare in registrazione, avaria videoregistratore);
- interfacciamento con diagnostica di veicolo per rappresentazione omogenea al conducente di avvisi di guasto relativi ad apparati su rete di veicolo e su rete Ethernet.

Il monitor di banco avrà le seguenti caratteristiche:

- LCD a colori, con dimensioni minime tali da consentire una corretta visione da parte del conducente di almeno 6 viste contemporaneamente (e comunque da concordare con Atac), con touch screen utilizzabile anche con guanti comuni (non specifici) oppure tasti funzione laterali, per la visione “live” delle immagini di tutte le telecamere di bordo e funzioni di diagnostica di veicolo, stato impianti, impostazione parametri, visualizzazione contatori di vettura (incluso totalizzatore km percorsi), ubicato su banco di manovra, al centro;
- Visualizzazioni di immagini di 2 o 4 o 6 videocamere contemporaneamente su schermo suddiviso in altrettanti quadranti;
- formato tale da garantire nella vista multipla a 6 quadranti una dimensione minima di 5 pollici di diagonale per ciascun quadrante, oltre alle quali vi sarà una cornice con informazioni di stato;
- elevata risoluzione;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>87/129</b>
---	---	--

- regolazione della luminosità e contrasto in funzione della luce ambiente automatica e tramite comandi manuali.
- interfaccia utente tramite touch screen utilizzabile anche con guanti comuni (non specifici)
- tasti laterali.
- a colori tipo IP compatibili con il sistema Onvif;
- formato immagine 4 CIF o superiore;
- standardizzazione dei componenti per consentire una facile intercambiabilità; almeno 2 formati di streaming video;
- angolo di visuale unificato compreso tra 75° e 95°;
- protezioni antivandalo;
- a fuoco fisso;
- obiettivo di tipo AUTOIRIS;
- capacità di acquisire immagini con bassa illuminazione ( $\leq 2$  lux); nel caso risulti necessario, potrà essere fornita una tipologia di telecamera con illuminatore ad infrarosso;
- grado di protezione almeno IP 65 per applicazione all'esterno, almeno IP 54 per applicazione all'interno;
- fissaggio con viti antivandalo.

### **10.7. Cartelli indicatori di linea/percorso**

Il veicolo deve essere fornito completo di cartelli indicatori di linea/percorso esterni ed interni a LED.

Il collegamento tra i cartelli indicatori e la relativa centralina di comando avviene tramite la rete cablata di bordo.

In servizio, l'impostazione di linea e capolinea avviene normalmente tramite selezione di stringhe preimpostate (selezione della linea, quindi selezione di uno dei corrispondenti capilinea) da parte del conducente.

L'inserimento e l'aggiornamento delle linee e dei corrispondenti capilinea preimpostati saranno effettuabili:


- tramite PC collegato alla rete ethernet di veicolo;
- tramite il mobile gateway della rete cablata di bordo in remoto;
- tramite scheda di memoria;
- da remoto.

Inoltre, sarà possibile scrivere in "real-time" messaggi dinamici da remoto.

Il sistema sarà composto da i seguenti elementi:

- dispositivo di comando e controllo (uno per cabina);
- indicatore frontale di linea e di percorso (uno per testata);
- indicatore laterale di linea e di percorso (due per lato);
- indicatore interno di linea (uno per parete di estremità comparto passeggeri).

Il dispositivo di comando e controllo consta di una unità di interfaccia con il conducente, atta a lanciare i messaggi di linea e percorso ai cartelli. Esso comprende tastiera numerica e display dove

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>88/129</b>
---	---	--

figurano le indicazioni selezionate ed i messaggi di funzionamento dell'impianto; sarà posizionato al posto guida.

Il dispositivo si interfaccia alla rete cablata di bordo con porta Ethernet 10/100 Mbit/s e protocolli standard IP.

Al conducente sarà possibile selezionare agevolmente la linea, quindi il percorso, tra quelli associati a quella linea ed impostare linee-percorsi tramite codici brevi.

È da prevedersi la possibilità di differenti modalità di visualizzazione su ogni cartello.

Il dispositivo dovrà interfacciarsi con il sistema AVM (vedi par. 10.10).

### **10.8. Dispositivo di comunicazione tra passeggeri e conducente**

Il tram sarà dotato di una funzione di comunicazione tra passeggeri e conducente. L'azionamento del sistema comporta:

- la comunicazione full-duplex dai passeggeri al conducente, come indicato dalla norma UNI 11174 e dalla UNI 17355;
- l'accensione di avvisatori ottico-acustici in cabina di guida;
- la visualizzazione automatica su monitor conducente delle immagini di una determinata videocamera di comparto;
- la registrazione dell'evento nel RSE;
- nessuna frenatura, né taglio trazione del tram.

### **10.9. Conteggio passeggeri**

Il veicolo deve essere fornito completo di sistema di conteggio passeggeri in ingresso e uscita, con accuratezza minima del 95%.

Le caratteristiche del sistema dovranno essere dettagliatamente descritte nel progetto tecnico. Il sistema deve garantire il conteggio dei passeggeri saliti e scesi a ciascuna fermata (individuata attraverso la posizione GPS e in condizione di porte aperte), distinguendo il verso di marcia del veicolo, nonché il calcolo dei passeggeri presenti a bordo come differenza tra quelli saliti e scesi. I dati rilevati ed elaborati come sopra descritto saranno disponibili sulla rete di bordo e dovranno essere fruibili da Atac in tempo reale, nonché registrati su RSE. Tali dati dovranno essere memorizzati su apposito server, fruibili senza oneri aggiuntivi da parte di Atac.

Ai fini del conteggio passeggeri, nessuna differenza di funzionalità o di interfaccia sarà necessaria negli impianti AVM di fornitura di ATAC.


### **10.10. Sistema Automatic Vehicle Monitoring (AVM)**

Il veicolo deve essere predisposto per l'installazione del sistema AVM già in uso in ATAC: tale sistema sarà fornito da Atac, con installazione a cura del fornitore.

In particolare la predisposizione comprende:

- la realizzazione e il montaggio delle strutture meccaniche per l'applicazione del pannello di supporto in cui sono applicati gli apparati AVM;



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>89/129</b>
---	---	--

- la realizzazione delle canalizzazioni/tubazioni per l'alloggiamento dei conduttori elettrici singoli per le alimentazioni dei cavi di guardia per la stesura a posteriori dei cavi multipolari.

Sul primo veicolo della fornitura, l'allestimento del sistema AVM avrà valenza di prototipo, e sarà sottoposto a benestare dell'ATAC.

Il Fornitore entro 60 gg. prima del trasferimento in ATAC del primo veicolo, ultimate le predisposizioni di sua competenza, chiederà ad ATAC l'intervento di completamento del montaggio del sistema AVM.

Le verifiche dell'impianto AVM saranno concluse con la verifica di compatibilità elettromagnetica (EMC), da svolgersi in linea, a valle della consegna. Nel caso siano rilevate interferenze elettromagnetiche causate dall'impianto elettrico del veicolo, il costruttore attuerà i provvedimenti necessari ad eliminarle.

#### **10.11. Diffusione sonora**

Il veicolo sarà fornito completo di impianto di diffusione sonora, in grado di diffondere messaggi del conducente nel comparto passeggeri e nella cabina non abilitata, tramite microfono ed altoparlanti. Sarà quindi così realizzata anche la funzione di comunicazione interfonica tra le due cabine di guida, anche non abilitate.

L'impianto di diffusione sonora prevedrà un interfacciamento in bassa frequenza e gestione delle priorità tramite opportune porte sull'amplificatore dell'impianto, per consentire la diffusione di messaggi audio provenienti dai sistemi AVM. L'impianto sarà alimentato direttamente da batteria, per funzionare anche a tram disabilitato.

#### **10.12. Sistemi di informazione ai passeggeri e infomobilità**

Il veicolo deve essere predisposto per l'applicazione di un sistema di infomobilità per i passeggeri, che includerà l'informazione di "Annuncio di prossima fermata", indicativamente composto per ciascuna cassa del veicolo da un display bifacciale con due schermi della dimensione minima di 17" (formato 16:9) e dalla relativa elettronica di funzionamento, con gli schermi collocati in configurazione bifacciale e con inclinazione tale da non interferire con il transito dei passeggeri.


Il posizionamento, da concordare in fase di definizione del veicolo, deve garantire una buona visibilità da tutte le zone interne del veicolo, con particolare attenzione alle postazioni disabili.

Dovranno essere inoltre presenti due display monofacciali in corrispondenza delle pareti di separazione tra il comparto passeggeri e le cabine di guida.

### **11. Sviluppo della fornitura**

#### **11.1. Programma di gestione della fornitura**

Il Fornitore, entro 30 giorni dalla stipula del contratto, elaborerà ed invierà ad Atac un *Programma di Gestione della Fornitura* che comprenda tutte le definizioni delle linee generali di progettazione, dall'istante di avvio della fornitura al termine del periodo di garanzia dell'ultimo tram, esaminandone le interdipendenze ed i vincoli di precedenza. Tale programma è volto a definire organicamente le attività del Fornitore, dei suoi partner e di ATAC, necessarie all'espletamento della fornitura, in funzione degli obiettivi di qualità del prodotto e di tempi di consegna contrattuali.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 90/129
---	---	-------------------------------------


Tale documento dovrà illustrare, in forma di diagramma di Gantt, le fasi essenziali di sviluppo della fornitura e, in forma di relazione, le principali iniziative gestionali definite onde attuare con successo il piano.

Il *Programma di Gestione della Fornitura* sarà aggiornato in successive edizioni, con cadenza mensile, al fine di monitorare l'avanzamento della commessa, e quindi trasmesso all'ATAC, per informazione. Eventuali ritardi rispetto a quanto programmato saranno evidenziati all'ATAC, indicando le relative cause e le misure che si adotteranno per porvi rimedio.

Inoltre, il Fornitore convocherà, con cadenza mensile, un incontro con ATAC per illustrare l'aggiornamento del Documento, gli eventuali scostamenti, e le azioni correttive.

Nel Documento saranno incluse in dettaglio le seguenti informazioni:

- *Sviluppo della Progettazione*, comprendente, per l'assieme tram e per ogni impianto, le fasi di:
  - progettazione,
  - riesame del progetto,
  - approntamento di maquette o prototipi,
  - costruzione del 1° esemplare,
  - prove di tipo del 1° esemplare.
- *Sviluppo del 1° Tram*, comprendente, per l'assieme tram e per ogni impianto, le fasi di:
  - emissione degli ordini di approvvigionamento di componenti principali,
  - inizio assiematura della 1<sup>a</sup> struttura cassa,
  - conclusione del tram-set di strutture casse,
  - esecuzione di verniciatura, posa rivestimento isolante, posa pavimento,
  - verifica di prima installazione di ciascun impianto,
  - completamento costruzione,
  - messa in funzione e test su rotabile finito in fabbrica,
  - collaudo in fabbrica,
  - consegna,
  - messa in funzione e test su rotabile finito in linea,
  - collaudo in linea,
  - consegna forniture accessorie,
  - accettazione,
  - messa in servizio e rodaggio;
- *Sviluppo dei successivi tram*, comprendente, per ogni tram, le fasi di:
  - inizio assiematura della 1<sup>a</sup> struttura cassa,
  - conclusione del tram-set di strutture casse,
  - collaudo in fabbrica
  - consegna,
  - messa in funzione e test su rotabile finito in linea,
  - collaudo in linea,
  - accettazione,
  - messa in servizio e rodaggio;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 91/129
---	---	-------------------------------------

- consegna della documentazione tecnica e dello svolgimento dei corsi di istruzione, che riporti le scadenze essenziali sulle quali definire il *Programma di Sviluppo della Documentazione* (par. 14.1) e il *Programma di Sviluppo della Formazione* (cap. 15).

E' compito del Fornitore nominare un "Project Manager", che avrà il ruolo di coordinamento di tutte le attività relative alla commessa e di interfaccia verso l'ATAC.

## 11.2. Programma di sviluppo della progettazione

La progettazione del rotabile sarà sviluppata in conformità ai requisiti tecnici contrattuali e coerentemente al piano generale delle attività di commessa.

La progettazione sarà svolta tenendo continuamente in considerazione gli obiettivi di:

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

Pertanto, ogni impianto va valutato rispetto a tali parametri, in funzione del suo ruolo nell'assieme veicolo.

Per tutti i principali assiemi e componenti, la progettazione definirà i requisiti funzionali e di interfacciamento meccanico, elettrico e funzionale con le altre parti del rotabile. In sede di riesame del progetto, il soddisfacimento di tali requisiti sarà verificato.


Saranno svolti incontri tecnici di design review con ATAC al fine di illustrare il progetto nelle sue linee generali e dimostrare la conformità dello stesso ai requisiti, presentando in anticipo specifiche e disegni, onde rendere possibile una valutazione degli stessi da parte di ATAC. In tali sedi, ATAC si riserva di approvare o disapprovare le soluzioni tecniche proposte, in funzione degli obblighi di fornitura e della congruità del rotabile alle esigenze di servizio. Il calendario di tali riunioni sarà da concordare tra le parti.

Entro 30 giorni dalla stipula del contratto il Fornitore presenterà un *Programma di Sviluppo della Progettazione*, che illustri la trama dello sviluppo della progettazione. Esso indica anche le fasi di design review con ATAC. Tale piano sarà presentato sotto forma di diagramma di Gantt e sarà aggiornato mensilmente, evidenziando l'attività già svolta. Eventuali ritardi rispetto a quanto programmato saranno segnalati all'ATAC, indicando le relative cause e le misure che si adotteranno per porvi rimedio.

E' compito del Fornitore nominare un "Project Engineer", che avrà il ruolo di coordinamento delle attività di progettazione del rotabile e dei suoi componenti e di verifica della coerenza tecnica tra le diverse parti del rotabile, anche quelle realizzate da sub-fornitori.

### 11.2.1. Campioni d'arredo

Il Fornitore presenterà per approvazione campioni di tutti i componenti d'arredo che intende applicare sul rotabile, almeno 6 mesi prima dell'inizio del montaggio degli arredi sul 1° tram.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>92/129</b>
---	---	--

Per campioni di arredo si intendono: tavolato pavimento, tappeto in gomma per pavimento, soglia porte, montanti porte, sedili, finestrini, mancorrenti, mantovane sopra-porte e sopra-finestrini, plafoniere, rivestimento cielo, ed eventuali altre parti in vista, che ATAC potrà richiedere.

Per quanto attiene le colorazioni sarà sempre indicato il corrispondente codice RAL. Non saranno utilizzati colori non inclusi nella classificazione RAL.

Di ogni campione sarà fornita una scheda che riporti il nome del Fornitore, il modello o il tipo e tutto quanto occorra per un'univoca individuazione del prodotto.

I campioni saranno trasferiti presso le strutture ATAC per approvazione. I trasporti sono a cura e spese del Fornitore.

#### **11.2.2. Maquette di cabina e comparto**

Il Fornitore presenterà per approvazione un simulacro a grandezza reale della cabina di guida e del retrostante comparto passeggeri includente almeno la prima porta, il primo sedile passeggeri, il primo finestrino e la postazione per la carrozzella per persona a mobilità ridotta, almeno 6 mesi prima dell'inizio del montaggio della cabina e degli arredi comparto sul 1° tram.

Il simulacro, che dovrà poter essere esposto all'aperto, sarà completo di tutti gli arredi e degli strumenti e comandi posti in cabina di guida. L'estetica sarà uguale a quella dei rotabili da produrre.

La livrea esterna della maquette sarà preventivamente concordata con ATAC.

Obiettivo della presentazione della maquette è consentire ad ATAC di valutare sicurezza, funzionalità, ergonomia e stile.

Eventuali osservazioni espresse da ATAC saranno vincolanti.

#### **11.2.3. Prototipi dei quadri elettrici**


Il Fornitore presenterà per approvazione i prototipi dei quadri elettrici, completi di tutti i cablaggi e i componenti previsti, inclusi gli apparati terra-bordo, almeno 3 mesi prima del montaggio degli armadi elettrici sul 1° tram.

I quadri saranno trasferiti presso le strutture ATAC per approvazione; i trasporti sono a cura e spese del Fornitore.

Obiettivo della presentazione dei quadri elettrici prototipo è consentire ad ATAC di valutare la disposizione dei componenti e la loro accessibilità per manutenzione e sostituzione, la qualità nella posa dei cavi (percorsi, protezioni, intestazioni, ecc.) e la qualità esecutiva complessiva, la congruità dell'installazione degli apparati terra-bordo. ATAC si riserva di avvalersi della collaborazione del costruttore degli apparati terra-bordo per la valutazione delle parti attinenti a tale impianto. Eventuali osservazioni espresse da ATAC saranno vincolanti.

#### **11.2.4. Prototipi dei carrelli**

Il Fornitore presenterà per approvazione i prototipi dei carrelli 3 mesi prima dell'inizio della produzione di serie dei carrelli.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>93/129</b>
---	---	--

I carrelli saranno trasferiti presso le strutture di ATAC per approvazione; i trasporti sono a cura e spese dell'aggiudicatario. ATAC si riserva di richiedere, in tale sede, una dimostrazione di smontaggio e rimontaggio delle diverse parti del carrello.

Obiettivo della presentazione dei carrelli prototipo è consentire ad ATAC di valutare la disposizione dei componenti e la loro accessibilità per manutenzione e sostituzione, la qualità nella posa dei cavi (percorsi, protezioni, intestazioni, ecc.) e delle tubazioni, nonché la qualità esecutiva complessiva; eventuali osservazioni espresse da ATAC saranno vincolanti.

#### **11.2.5. Numeri di matricola**

Ad ogni tram ATAC assegnerà un numero di matricola; è a carico del Fornitore l'applicazione di adesivi esterni e interni e di targhette metalliche riportanti tale numero.

A partire dalla fase di assiematura della struttura cassa, ogni cassa sarà contrassegnata da tale matricola, che la accompagnerà per l'intero processo produttivo in fabbrica.

#### **11.3. Gestione delle sub-forniture**


Il Fornitore gestirà le sub-forniture con totale ed unica responsabilità rispetto all'obiettivo che i materiali d'acquisto siano conformi alle norme vigenti e ai requisiti funzionali e di interfacciamento con le altre parti del rotabile. È compito del Fornitore gestire e monitorare le attività dei suoi sub-fornitori di sviluppo progetto, di approntamento di eventuali simulacri, di approntamento del primo esemplare, di test al banco del primo esemplare, di verifiche di prima installazione, di test funzionali sul primo tram, nonché ovviamente di consegna.

Il Fornitore trasmetterà ai suoi fornitori le condizioni espresse nella presente Specifica e nel Contratto, sia in relazione ai requisiti tecnici, sia in relazione ai requisiti di qualità e collaudo, sia in relazione ai requisiti di consegna della documentazione tecnica.

Ogni sub-Fornitore regolerà la propria produzione su un Piano di Fabbricazione e Controllo, che illustri le fasi di costruzione, di test, di immatricolazione e di "delivery" della fornitura di sua competenza, e su un Piano di Produzione e Consegna, in forma di diagramma di Gantt, che programmi temporalmente le attività di fornitura e l'impiego di risorse. Tali documenti saranno approvati dal Fornitore. È facoltà di ATAC richiedere la consegna di tali documenti.

E' compito del Fornitore nominare, per tutte le parti acquistate, un "Gestore delle sub-forniture", con il compito di assicurare la rispondenza della fornitura ai requisiti di qualità del prodotto e al piano di consegne definito. È richiesto che tale figura svolga attività di expediting dei materiali, tenendo sempre sotto controllo la puntualità delle consegne e la disponibilità degli stessi in fabbrica in funzione dei programmi di assemblaggio e risolvendo i problemi di qualità, di logistica ed amministrativi che possono presentarsi.

E' compito del Fornitore sorvegliare l'avanzamento delle attività presso i sub-fornitori più critici, ai fini del rispetto dei tempi di fornitura dei rotabili. ATAC si riserva di effettuare visite presso i sub-fornitori per verificare l'avanzamento, il processo produttivo e la qualità del prodotto, sempre in presenza del Fornitore.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 94/129
---	---	-------------------------------------

I requisiti della presente Specifica relativi alla documentazione tecnica a corredo dei rotabili valgono anche per le parti in subfornitura. È compito del Fornitore ottenere dai subfornitori documentazione conforme.

#### **11.4. Piani di produzione**

La produzione dei rotabili sarà regolata da “Piani di Produzione” di stabilimento, in forma di diagramma di Gantt, che per ogni tram indichino le attività e l’impiego di risorse. Tali Piani saranno aggiornati settimanalmente e saranno coerenti con il “Programma di Gestione della Fornitura”.

Le fasi del processo di costruzione delle casse: “assiematura cassa”, “verniciatura e coibentazione” e “posa del tavolato del pavimento e del tappeto in gomma”, le fasi del processo di costruzione dei carrelli: “assiematura telaio e lavorazioni meccaniche” e “verniciatura”, i processi di costruzione dei principali componenti (es.: carrelli, sale, motori, riduttori, azionamenti di trazione, convertitori servizi ausiliari, condizionatori, ecc.) saranno regolati da “*Piani di Fabbricazione e Controllo*” (par. 11.6), da sottoporre all’ATAC per approvazione.

ATAC si riserva di effettuare visite presso lo/gli stabilimento/i del Fornitore per verificare l’avanzamento, il processo produttivo e la qualità del prodotto. In tale sede, se richiesto, il Fornitore consentirà all’ATAC di consultare qualsivoglia documento relativo alla produzione ed all’acquisto di materiali da subfornitori. Al riguardo ATAC si impegna a non divulgare tali informazioni e/o documenti a terzi.

#### **11.5. Piano della Qualità**

L'intera fornitura dei rotabili, dei materiali di ricambio, delle prestazioni complementari o accessorie relativamente all'appalto in questione, sarà eseguita in regime di assicurazione di qualità, con un Sistema Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001.

La gestione e il controllo dei processi e del prodotto relativi all’espletamento della fornitura in tutti i suoi aspetti saranno conformi ai requisiti della norma UNI ISO 10005.


Quanto agli aspetti di impatto ambientale della produzione dei beni e servizi oggetto di fornitura, i processi saranno condotti conformemente alla norma UNI EN ISO 14001.

Infine, con riferimento al tema della responsabilità sociale dell’Impresa, nell’espletamento della fornitura/servizio, il Fornitore si impegna a rispettare i principi etici SA 8000 sanciti a livello internazionale in materia di diritti umani e dei lavoratori. A sua volta il Fornitore verificherà il rispetto di tali principi anche da parte dei suoi subfornitori/subappaltatori. L’impresa autorizza l’ATAC ad effettuare eventuali verifiche ispettive, con proprio personale, al fine di valutare il rispetto dei requisiti di responsabilità sociale.

Il Fornitore presenterà un “Piano della Qualità” (PdQ) per l'espletamento della fornitura in questione, per approvazione dell’ATAC. Il PdQ sarà redatto conformemente alle raccomandazioni contenute nelle norme sopra citate.

Eventuali modifiche al PdQ proposte dal Fornitore dopo la presentazione dello stesso saranno preventivamente e formalmente concordate con l'ATAC stessa.

L'ATAC approverà il PdQ o formulerà eventuali osservazioni entro 60 giorni dal ricevimento.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 95/129
---	---	-------------------------------------

ATAC si riserva di verificare la completa applicazione del Sistema Qualità da parte del Fornitore, anche con audit presso le sue sedi produttive.

### **11.6. Piani di Fabbricazione e Controllo**

Per tutte le fasi principali di produzione del tram e per i principali componenti (e comunque per tutte le parti del rotabile citate nel paragrafo 11.4), le attività di fabbricazione e controllo saranno svolte secondo “Piani di Fabbricazione e Controllo” (vedi punto 14.13); per ciascuno dei controlli ivi previsti, il costruttore (il Fornitore o i suoi sub-fornitori) produrrà un report di conformità; per i controlli che prevedono la presenza di ATAC, il costruttore convocherà l’ATAC.


### **11.7. Serial numbers**

Al fine di consentire la tracciabilità della componentistica, essa sarà contrassegnata da un serial number. È richiesto che ai principali componenti sia applicata una targa riportante:

- nome del costruttore;
- data di fabbricazione;
- part-number;
- dati di targa, dove necessitano;
- serial-number secondo la codifica del costruttore.

Dovranno essere provvisti di serial number almeno i seguenti componenti:

- carrello completo,
- telaio carrello,
- trave oscillante,
- ralla,
- assile,
- ruota (centro-ruota e cerchione),
- motore,
- riduttore,
- sospensione primaria,
- sospensione secondaria,
- cassa completa,
- accoppiatori e barre di trazione,
- intercomunicanti,
- pantografo,
- interruttore di linea,
- cassoni apparecchiature elettriche,
- induttanza,
- convertitori di trazione e regolazione,
- reostato di frenatura,
- convertitori servizi ausiliari e regolazione,
- batterie,
- pattini elettromagnetici,
- quadri elettrici di bordo,
- manipolatore di trazione e frenatura,

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 96/129
---	---	-------------------------------------

- condizionatore,
- centraline elettroniche (porte, freno, registratore di eventi, vigilante attivo, videoregistrazione, informazione passeggeri, ecc.),
- azionamenti porte,
- monitor di banco,
- estintori.

Per ogni tram il Fornitore consegnerà all'ATAC la lista di tutti i serializzati che lo compongono, in forma di distinta ad albero, su foglio elettronico e su carta, controfirmandola. La lista dei serializzati è indispensabile per l'Accettazione del rotabile.

### **11.8. Piano delle Prove**

Le attività di controllo sul rotabile completo e su tutti i suoi componenti saranno indicate nel documento "Piano delle Prove".

Esso riporterà, per i componenti del rotabile e per il rotabile completo, l'elenco delle prove di tipo e di serie previste. Le prove di tipo sono volte a verificare la rispondenza del materiale (primo esemplare) ai requisiti di progetto, le prove di serie sono volte a verificare il corretto funzionamento del materiale. È essenziale che per tutti i componenti immatricolati sia prevista una prova di serie.

Il Piano riporterà, per ogni prova, il riferimento al documento di prova, l'indicazione se trattasi di prova di tipo o di serie, l'indicazione del luogo di effettuazione della prova (sub-Fornitore, Fornitore, ATAC, ecc.), l'indicazione della presenza del cliente e di ANSFISA.

Il Piano delle Prove sarà consegnato all'ATAC prima dell'inizio della prima prova di collaudo e comunque, contestualmente agli Elaborati di Progetto. Il Piano sarà sottoposto ad approvazione di ATAC.

### **11.9. Documentazione probatoria**

La documentazione probatoria consiste nella raccolta dei report di tutte le prove di tipo e di serie su rotabile completo e sui suoi componenti previste dal Piano. Per ciascun tram, essa sarà trasmessa all'ATAC con ampio anticipo rispetto alla Accettazione del tram da parte di ATAC, rappresentando una condizione necessaria per il rilascio della stessa.

### **11.10. Dichiarazione di conformità del rotabile**


Per ogni rotabile, è obbligo del Fornitore redigere la "Dichiarazione di conformità del rotabile costruito al progetto approvato dal Ministero", come richiesto dalla C.M. 201.

### **11.11. Prove e collaudi**

Premesso quanto indicato al par. 11.5 (Gestione della Qualità), il rotabile e le sue parti saranno sottoposti a collaudi, anche alla presenza di ATAC e ANSFISA, secondo quanto richiesto dalla UNI 11750, volti a verificare che:

- il processo di fabbricazione e controllo avvenga in conformità al progetto e ai Piani di Fabbricazione e Controllo;



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 97/129
---	---	-------------------------------------

- il materiale rotabile e i suoi componenti siano rispondenti ai requisiti contrattuali, al progetto ed agli aggiornamenti dello stesso, alle norme vigenti e alle regole di buona tecnica e di “robust design”;
- i lavori siano eseguiti a regola d’arte;
- sussistano le condizioni di sicurezza, accessibilità (dei componenti degli impianti elettrici e pneumatici, con particolare riguardo alle parti soggette a manutenzione preventiva e accidentale), estraibilità e manutenibilità dei componenti.

ATAC si riserva altresì di presenziare a qualsiasi fase del processo produttivo e il Fornitore esibirà, su richiesta, qualsiasi elaborato progettuale / tecnico inerente al materiale oggetto di fornitura.

Il Fornitore consegnerà il “Piano delle Prove”, i “Piani di Fabbricazione e Controllo” e le “Specifiche e Procedure di Prova” dei materiali e trasmetterà tali documenti all’ATAC, unitamente ai disegni esplicativi eventualmente necessari, con largo anticipo rispetto alle relative attività di produzione e di prova, per approvazione.

In base alle definizioni intercorse, il Fornitore convocherà ai collaudi l’ATAC, con almeno 15 giorni di anticipo sulla data prevista per il collaudo.

Tutte le condizioni di prova si intendono estese anche ai materiali in subfornitura; allo scopo, gli ordini di subfornitura riporteranno in calce la necessità di convocare l’ATAC ai collaudi.

Al fine di gestire eventuali sovrapposizioni di collaudi e di mettere ATAC in condizione di effettuare i collaudi senza rinvii degli stessi, il Fornitore terrà costantemente aggiornato il programma dei collaudi, che riporta, in forma rolling, il calendario delle attività previste nell’orizzonte di un mese. La sottomissione di tale calendario non sostituisce le convocazioni via email di cui sopra.


La partecipazione di ATAC ai controlli potrà essere sistematica o a campione. Al riguardo ATAC terrà in considerazione l’operato generale del Fornitore e soprattutto il risultato dei primi collaudi eseguiti, la qualità della documentazione tecnica ed il rispetto di tutti gli accordi presi. Per i collaudi su parti attinenti alla sicurezza dell’esercizio ATAC e ANSFISA saranno sistematicamente presenti.

ATAC si riserva di prevedere un presidio di collaudo fisso presso la sede del Fornitore.

A prescindere dalla partecipazione di ATAC, i report di tutte le prove di collaudo saranno redatti a cura del Fornitore, in forma il più possibile completa, e trasmessi all’ATAC. Nel caso di partecipazione di ATAC ai collaudi, saranno redatti anche verbali (in lingua italiana) richiamanti tali documenti.

L’organizzazione logistica delle prove, la definizione delle procedure di prova, le risorse materiali necessarie (strumentazione, laboratori, ecc.), la predisposizione dei materiali e dei rotabili alle prove (es. zavorramento, ecc.) e la redazione dei report di prova sono a carico del Fornitore, anche per le prove su rotabile completo svolte in ATAC. Per queste ultime, ATAC metterà a disposizione, a titolo gratuito, il tram, la linea e il personale di guida.

Per quanto riguarda il personale tecnico di ATAC e di ANSFISA che parteciperà alle prove, le spese di viaggio, vitto e alloggio saranno a carico del Fornitore; il Fornitore provvederà direttamente all’acquisto di biglietti di viaggio, voucher di alberghi e ristoranti, servizio taxi, ecc. e al recapito degli stessi all’ATAC.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 98/129
---	---	-------------------------------------

Il Fornitore metterà a disposizione di ATAC una postazione informatica per la redazione del verbale. Tutti gli oneri per eventuali riparazioni e/o modifiche per rimediare a collaudi negativi sono a carico del Fornitore.

#### **11.11.1. Prove su componenti**

I componenti del rotabile saranno sottoposti, alla presenza del Collaudo ATAC, alle prove di tipo e di serie previste dal Piano delle Prove (par. 11.8), per verificarne la conformità alle norme vigenti, ai requisiti di progetto, ai criteri di robust design, di buona tecnica e di manutenibilità. È compito del Fornitore redigere le procedure di prova e trasmetterle all'ATAC, per approvazione. È altresì compito del Fornitore redigere e consegnare i report di prova, le certificazioni di qualità dei componenti e le certificazioni di comportamento al fuoco dei materiali.

Valgono, inoltre, i requisiti particolari indicati nei paragrafi seguenti:

##### *11.11.1.1. Complessivi principali*

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

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

Per ciascuna apparecchiatura saranno eseguite prove di tipo e prove di serie (secondo il PFC); le prove di tipo saranno eseguite sul primo esemplare prodotto; le prove di serie saranno invece eseguite su tutti gli esemplari di ogni singola apparecchiatura.


Per le parti di potenza dell'equipaggiamento di trazione (convertitore, motore e riduttore) saranno eseguite prove combinate per verificare le loro prestazioni e dimensionamento.

##### *11.11.1.2. Apparecchiature elettroniche*

Tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche saranno sottoposte alle prove di tipo indicate al par. 12.2 della norma CEI EN 50155. In particolare, saranno sottoposte a tali prove tutte le centraline elettroniche di controllo degli apparati, incluse le centraline collocate all'interno di cassoni (quali potrebbero essere, ad esempio, la centralina di gestione del condizionatore, la centralina di regolazione dell'inverter di trazione, ecc.).

##### *11.11.1.3. Strutture casse, carrelli e sale montate*

Per ogni tipologia di cassa costituente il rotabile, saranno eseguite prove di tipo estensimetriche sulla struttura della cassa per verificare l'effettiva distribuzione delle sollecitazioni nelle diverse condizioni di carico e la rispondenza alle prescrizioni della presente Specifica. La prova andrà condotta conformemente alle indicazioni della norma UNI EN 12663. La posizione degli estensimetri ed i carichi di prova saranno congruenti con il calcolo di progetto, al fine anche di valutare lo stato tensionale effettivo con quello derivante dai calcoli FEM.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 99/129
---	---	-------------------------------------

La prova sarà eseguita sulle prime casse prodotte; è a carico del Fornitore 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 verificare l'effettiva distribuzione delle sollecitazioni e la durata nel corso del ciclo di vita del tram. È a carico del Fornitore 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 DEA almeno per: i carrelli del 1° tram, 1 carrello ogni 10, ulteriori carrelli qualora i controlli dimensionali di routine evidenziassero non-conformità.

Tutti i carrelli finiti saranno inoltre sottoposti a controllo generale dell'allestimento, verifica del cablaggio, prova di tenuta alla pressione e funzionalità del freno, prova sotto carico.

Le prove da eseguirsi sul rodiggio (assili, ruote, ecc.) saranno quelle relative alle norme UNI EN 13260 e UNI EN 13261.

#### **11.11.2. Prove su rotabili in corso di costruzione**


Saranno sottoposte a prove di serie tutte le strutture casse, per verificarne la conformità delle saldature, delle dimensioni, della verniciatura e dell'applicazione del tavolato e del tappeto in gomma del pavimento. In base alla configurazione del rotabile e al processo produttivo, saranno possibili ulteriori fasi di collaudo.

#### **11.11.3. Prove di Tipo sul rotabile completo**

La definizione delle prove sul rotabile completo terrà conto delle indicazioni di cui alla norma CEI EN 50215.

Il primo tram finito sarà sottoposto, presso il sito produttivo del Costruttore, alle seguenti prove di tipo:

- prove delle dimensioni esterne (sagoma limite) e dei giochi, della lunghezza di tubi flessibili e cavi;
- rotazione e beccheggio carrelli rispetto alla cassa;
- sghembo;
- prova di attitudine al sollevamento, da tutti i punti di sollevamento previsti;
- pesatura e carico per asse, sia con batterie di trazione, sia senza;
- prove di tenuta (principalmente all'acqua);
- prove dell'impianto di frenatura;
- prove del sistema di alimentazione ausiliaria e del carica batteria;
- autonomia delle batterie dei servizi ausiliari;
- prove degli impianti di conversione energia per gli ausiliari e di autonomia delle batterie;
- prove dell'impianto porte, comprese sicurezze relative alla situazione di tram in movimento;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 100/129
---	---	--------------------------------------

- prove dell'impianto di climatizzazione di cabina e comparto;
- prove dell'impianto di illuminazione interna di cabina e comparto;
- prove della Logica di Veicolo, della Diagnostica di Veicolo e della Rete Informatica di Veicolo;
- prestazioni di trazione (accelerazione massima, jerk massimo, velocità massima, diagramma di tratta di 400 m, diagramma di tratta di 600 m, avviamento in salita, marcia in condizioni degradate), a tara e a carico massimo (sia con alimentazione da rete aerea che in marcia autonoma);
- prove di frenatura (freno elettrico, frenatura di servizio, di sicurezza, di emergenza, a pattini, di stazionamento, di trattenuta, jerk, frenatura in condizioni degradate, antipattinaggio); tutte le prove dinamiche saranno svolte con velocità iniziale di 50, 40, 20 e 10 km/h (sia con alimentazione da rete aerea che in marcia autonoma);
- 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, ecc.;
- verifiche di interfacciamento funzionale con gli impianti speciali;
- misura di emissioni elettromagnetiche e prove di compatibilità elettromagnetica con gli impianti speciali presenti sulla rete, a tara e a carico massimo;
- prove del sistema di comando del tram, dell'impianto diagnostico e dell'impianto di videoregistrazione;
- prove delle condizioni di utilizzo in esercizio e manutenibilità;
- prove di impianti concernenti la sicurezza (arresto di emergenza, vigilante attivo, tachimetro, registratore di eventi, 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 (anche secondo par. 3.9.2);
- altre prove che ATAC, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle dianzi elencate.

Alcune delle prove sopra potranno essere svolte sulle linee della rete ATAC.


#### **11.11.4. Prove di Serie sul rotabile completo**

##### *11.11.4.1. Prove di Serie "in fabbrica"*

Tutti i tram, finiti di montaggio e allestimento, saranno sottoposti presso lo stabilimento del costruttore a prove di serie e verifiche atte ad accertare: la corretta esecuzione della costruzione del rotabile secondo i disegni di progetto e le regole di buona tecnica, la completezza degli allestimenti, la qualità delle finiture e tutte le funzionalità statiche.

Il Fornitore è tenuto a svolgere per intero le prove e verifiche di cui sopra, redigendo i relativi report, indipendentemente dalla presenza di ATAC.

Lo svolgimento di tali prove e verifiche, la raccolta di tutta la relativa documentazione e l'accertamento del positivo svolgimento delle precedenti prove sul rotabile in corso di costruzione

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 101/129
---	---	--------------------------------------

(par. 11.11.2) rappresentano il “*Collaudo in Fabbrica*”. Senza pretesa di esaustività, le prove di serie da eseguire sono:

- livellamento;
- prova di tenuta all’acqua;
- prove dell’impedenza di isolamento e di tenuta alla tensione;
- prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti;
- prova di funzionalità dell’impianto freno;
- prova di spinta pantografo;
- prova di abilitazione con tensione di linea, cambio banco, disabilitazione;
- prova funzionale statica di tutti gli impianti ausiliari, con tensione di linea al pantografo;
- prova di funzionalità dell’impianto porte;
- prova di funzionalità di comandi e spie di banco;
- prova di spunto in trazione;
- prove del sistema ESS;
- prove di rumorosità;
- altre prove che ATAC, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle dianzi elencate.


Con riferimento alla “prova di continuità verso massa e dei circuiti di ritorno correnti” si fa presente che oltre alla misura della “massima impedenza tra la cassa e il conduttore di protezione” (par. 6.4.3 della norma CEI EN 50153) sarà verificato tramite cicalino che “le parti conduttrici accessibili non causino shock elettrico per induzione o contatto con le parti attive vicine in condizioni di guasto” (par. 6.1 della norma CEI EN 50153). Inoltre, senza pretesa di esaustività, le verifiche da eseguire sono:

- verifica di completezza dei montaggi, dei cablaggi, degli allestimenti e delle finiture;
- verifica di corretta esecuzione dei montaggi nel sotto cassa, in cassa (interno ed esterno), sull’imperiale; al riguardo, è onere del Fornitore creare le condizioni logistiche affinché tali ispezioni possano essere condotte, in piena sicurezza per gli operatori;
- verifica dell’assenza di difetti negli allestimenti;
- verifica della rispondenza del tram rispetto agli aggiornamenti di configurazione e del fatto che sono state considerate le osservazioni espresse da ATAC durante i precedenti collaudi, fasi di sviluppo del progetto e valutazione delle campionature;
- altre prove che ATAC, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle dianzi elencate.

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.

#### 11.11.4.2. Prove di Serie “in ATAC”

L’iter di prove e verifiche di ogni singolo rotabile, iniziato con le prove di serie in fabbrica prosegue in ATAC, dopo la consegna, con le prove degli impianti di sicurezza, le prove dinamiche e le prove funzionali degli impianti terra-bordo.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>102/129</b>
---	---	---

Lo svolgimento di tali prove e verifiche e la raccolta di tutta la relativa documentazione rappresentano il “Collaudo in Linea”.

Senza pretesa di esaustività, le prove di serie da eseguire sono:

- prove di impianti e circuiti concernenti la sicurezza (frenata di emergenza, frenata di soccorso, vigilante attivo, tachimetro, registratore di eventi, allarme passeggeri, taglio trazione, bordi sensibili);
- circuito consenso trazione, circuito “laccio delle sicurezze”, circuiti di sicurezza in altri sottosistemi quali porte e freno, segnalazione visive ed acustiche esterne;
- prove di trazione e frenatura;
- prove del sistema ESS;
- prova di funzionalità degli impianti speciali;
- prova di funzionalità dell’impianto di videoregistrazione;
- prova di funzionalità dell’impianto di informazione passeggeri;
- altre prove che ATAC, sulla base delle caratteristiche dei rotabili, ritiene di effettuare per verificare le condizioni dei rotabili, in aggiunta o in sostituzione di quelle sopra elencate.

#### **11.11.5. Consegna e messa a punto**

La costruzione del tram sarà completata in fabbrica, dove saranno svolte anche le verifiche atte ad accertare la bontà del processo costruttivo, tra le quali le prove di isolamento elettrico e rigidità, di continuità verso massa e di tenuta all’acqua.

Presso la fabbrica saranno inoltre effettuate le verifiche finali a rotabile completo, in condizioni statiche e con tensione di linea. Esse comprenderanno le prove di abilitazione, le prove funzionali statiche di tutti gli impianti (esclusi gli impianti di pertinenza ATAC) e le prove di spunto in trazione per pochi metri.


Il corretto funzionamento in condizioni statiche del rotabile in tutte le sue parti sarà oggetto di verifica da parte del personale ATAC. Tale momento rappresenta il **Collaudo in Fabbrica**.

Solo a seguito dell’accertamento delle condizioni di cui sopra può avvenire la spedizione del tram presso l’ATAC. Pertanto, per “Consegna” si intende il trasferimento del tram presso l’ATAC, previo positivo Collaudo in Fabbrica.

Il trasporto dei tram, fino alla loro messa su binario ATAC inclusa, è a carico del Fornitore, inclusa la definizione delle più idonee modalità logistiche di trasporto e scarico.

Successivamente, saranno svolte nei depositi e in linea verifiche sulla conformità della fornitura e i test dinamici. I tempi di tali attività presso le sedi ATAC sono al massimo di 5 giorni (esclusa installazione apparati ATAC e rodaggio). Il corretto funzionamento in condizioni dinamiche del rotabile in tutte le sue parti, inclusi gli impianti terra-bordo sarà oggetto di verifica da parte del personale ATAC. Tale momento rappresenta il **Collaudo in Linea**.

Superato con esito positivo il Collaudo in Linea il tram viene sottoposto a **Rodaggio** in linea per indicativamente 1.000 km (il primo tram) e 500 km (i tram successivi). È comunque a discrezione del Direttore dell’Esercizio ATAC stabilire la durata del rodaggio.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>103/129</b>
---	---	---

E' compito del Fornitore presenziare con proprio personale tecnico qualificato tutti i tram durante il rodaggio in linea, per il monitoraggio del comportamento del tram e per pronto intervento in caso di guasto.

#### **11.11.6. Accettazione**

Terminata la fase di Rodaggio, consegnata la documentazione a corredo del rotabile (lista serializzati, report di prove, dichiarazione di conformità al progetto, stato di configurazione, libretti ministeriali, ecc.), consegnate le attrezzature a corredo dei rotabili, verificata l'effettuazione di eventuali retrofit attinenti alla sicurezza e alla regolarità del servizio, il tram viene accettato da ATAC come idoneo alla *Prova di Messa in Servizio*. Tale fase costituisce l'Accettazione e solo a valle di questa l'ATAC richiederà l'effettuazione della Verifiche e Prove Funzionali per la **Immissione in Servizio** da parte dell'apposita Commissione.

#### **11.11.7. Immissione in Servizio**

L'immissione in Servizio di ciascun tram sarà effettuata secondo le procedure previste dalla normativa vigente con la partecipazione dell'ANSFISA (Ministero dei Trasporti) e degli Enti Territoriali (Regione) previo accertamento delle seguenti condizioni:


- completa messa a punto;
- adempimento delle eventuali osservazioni formulate in precedenza dagli enti di sorveglianza;
- risoluzione degli eventuali problemi tecnici sorti in precedenza;
- disponibilità della documentazione a corredo del rotabile (lista serializzati, report di prove, dichiarazione di conformità al progetto, libretti ministeriali, ...);
- superamento di tutte le prove di tipo sul primo tram (con eventuale esclusione degli impianti di climatizzazione se per ragioni climatiche non è stato possibile eseguire la prova fino a quel momento) e di tutte le prove di serie del tram in questione;
- adempimento di obblighi relativi a documentazione tecnica, attrezzature a corredo, secondo indicazioni della presente Specifica.

Con la Messa in Servizio avviene il passaggio di proprietà del tram ad ATAC

#### **11.11.8. Collaudo Definitivo**

Il Collaudo Definitivo sarà eseguito per ciascun tram quando saranno soddisfatte le seguenti condizioni:

- superamento di tutte le prove di tipo e di serie previste dal Piano delle Prove e consegna della relativa documentazione;
- superamento di una percorrenza minima di 20.000 km dall'immissione in servizio;
- assenza di anomalie di comportamento in esercizio del rotabile, di elementi turbativi per la regolarità del servizio, di ritardi nella messa in servizio di funzionalità accessorie;
- esecuzione di tutti gli eventuali retrofit e/o migliorie tecniche e/o sistemazioni stabilite nelle fasi di collaudo, di immissione in servizio e di prime fasi dell'esercizio; allo scopo saranno effettuati specifici controlli sui rotabili;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>104/129</b>
---	---	---

- consegna del documento di “stato di configurazione” del rotabile, indicante l’ultimo indice di modifica di progetto dei componenti e dei software di bordo, allo scopo saranno effettuati controlli sui rotabili;
- per i tram dal 3° in poi, completamento della consegna della documentazione di progetto, dei manuali, e di tutta la documentazione di cui al cap.14, in veste definitiva e approvata da ATAC;
- per i tram dal 5° in poi, completamento della consegna degli strumenti di manutenzione a corredo dei rotabili e della relativa documentazione (par. 11.12).

#### **11.11.9. Collaudo di Fine Garanzia**

Al termine del periodo di garanzia, il rotabile sarà sottoposto a test e verifiche per verificarne la completezza, la conformità al progetto originario, l’integrità e la funzionalità di tutti gli impianti, l’assenza di difettosità (cedimenti strutturali, rotture sistematiche, guasti ripetitivi, ecc.) insorte in esercizio.

In caso di inadempienza, è facoltà di ATAC rivalersi sul Fornitore trattenendo in tutto o in parte il deposito cauzionale.


#### **11.12. Strumenti dedicati per la manutenzione**

Rientra nello scopo di fornitura la consegna all’ATAC di tutti gli strumenti, hardware e software, specifici per i rotabili in questione, necessari per effettuare la manutenzione preventiva e/o correttiva dei tram ed esercirli con regolarità. Tutti gli strumenti saranno forniti all’ATAC in numero di 5 esemplari salvo diversa indicazione.

Per indicare con maggiore chiarezza quali strumenti specifici ATAC si attende a corredo della fornitura, ma senza pretesa di esaustività, si citano a titolo di esempio:

- diagnostiche portatili (o trasportabili) di impianti per poter individuare la parte elementare in avaria sostituibile in deposito;
- diagnostiche o apparecchiature di interfaccia per poter acquisire dati dagli equipaggiamenti, impostare tarature, ecc.;
- attrezzature meccaniche per smontare e rimontare parti della vettura (sia sulla cassa che sui carrelli), appositamente concepite allo scopo;
- banchi prova per la ricerca guasto, la manutenzione e la certificazione degli interventi manutentivi effettuati su centraline dell’impianto freno;
- banchi prova per la verifica dello sforzo frenante esercitato dagli attuatori freno;
- banchi prova per il test dei principali complessivi in opera sul mezzo (compressore, condizionatori aria, ecc...);
- appendici mobili da utilizzare con i sollevatori a colonna in dotazione ad ATAC per effettuare rialzi cassa dei veicoli;
- calibri per controllo della quadratura del telaio, sia per il carrello motore, sia per il carrello portante, degli allineamenti delle boccole, del sistema di trasmissione, del diametro e del profilo della fascia di rotolamento (in numero di 5 esemplari per ciascuna tipologia);
- ogni strumento speciale necessario alla revisione dei complessivi in opera sui mezzi.




	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 105/129
---	---	--------------------------------------

In aggiunta alle attrezzature di cui sopra, saranno in ogni caso forniti i seguenti materiali, nei relativi quantitativi sopra indicati (5 esemplari):

- personal computer portatili, dotati delle seguenti caratteristiche minime: schermo 15", n° 2 porte tipo USB, lettore di DVD, accessori quali: carica-batterie, dispositivo di interfaccia con porte RS232 e RS485 (se il tram ne è dotato), borsa protettiva; i personal computer saranno dotati di licenze dei software commerciali installati, manuali d'uso e di contratto di assistenza in garanzia di 5 anni; è a carico del Fornitore anche l'installazione degli aggiornamenti di tutti i software fino al termine della garanzia dell'ultimo tram;
- set di strumenti necessari per la impostazione / visualizzazione / scarico / archiviazione di dati relativi agli impianti di tachimetria, vigilante attivo e registrazione di eventi;
- set di strumenti necessari per la programmazione degli indicatori di percorso e del sistema di annuncio di prossima fermata;
- set di strumenti necessari per la visualizzazione / scarico / archiviazione delle immagini registrate dall'impianto di videoregistrazione di bordo (es. interfacce hardware, anche se standard, per il collegamento a comuni personal computer, software di scarico immagini, software di visualizzazione, dispositivo elettronico di elaborazione nel caso non possa essere usato un comune personal computer, ecc.);
- set di attrezzature complete per il re-railing dei tram da utilizzare in caso di deragliamento in linea; la definizione di tali attrezzi va accuratamente condivisa con ATAC in ragione delle peculiari procedure operative del caso, che saranno oggetto di apposita relazione da parte del costruttore, con indicazione di tutti i punti utilizzabili per il sollevamento in emergenza dei veicoli;
- set di contro-connettori interamente cablati e collegati tra loro per l'effettuazione della prova annuale di isolamento dei circuiti AT e MT, atti a rendere equipotenziali tutti i circuiti senza necessità di ulteriori cavi;
- CD-ROM di installazione di tutti i software di setting, monitoraggio, manutenzione, controllo e diagnostica di tutti gli impianti dotati di centralina elettronica (es.: porte, condizionamento, ecc.); tali software saranno corredati da licenza a nome dell'ATAC S.p.A. per un numero illimitato di installazioni, ai soli fini di manutenzione dei tram oggetto di fornitura.

Il Fornitore indicherà gli strumenti di manutenzione che fornirà all'ATAC a corredo dei rotabili; resterà in capo al Fornitore l'onere di fornitura di ulteriori strumenti dedicati per la manutenzione di cui si palesasse la necessità.

Le attrezzature relative a funzioni attinenti con la sicurezza e la regolarità dell'esercizio (es.: scarico dati del registratore di eventi, scarico dati della videoregistrazione, attrezzature speciali per il re-railing, ecc.) saranno consegnate all'ATAC in tempo utile per l'effettuazione delle prove e collaudi che ne prevedono l'utilizzo (in proposito, sarà effettuata una prova sul campo delle attrezzature di re-railing, con il 1° tram), corredati delle relative istruzioni d'uso e manutenzione, e comunque entro la messa in servizio del 1° tram; in caso di inadempienza non si procederà alla messa in servizio del 1° tram e successivi. Le rimanenti attrezzature saranno invece consegnate entro la messa in servizio del 5° tram, corredate delle relative istruzioni d'uso e manutenzione; in caso di inadempienza non si procederà alla messa in servizio del 5° tram e successivi.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 106/129
---	---	--------------------------------------

### 11.13. Costituzione scorta tecnica


Costituisce parte integrante della fornitura la costituzione di una scorta tecnica composto come di seguito indicato:

- n° 4 mute complete di carrelli assemblati;
- n° 8 motori di trazione;
- n° 8 motoriduttori;
- un numero di centraline freno per due veicoli;
- un numero di attuatori freno per due veicoli;
- un numero di centraline elettroniche di gestione freno per due veicoli;
- n° 4 pantografi;
- un numero di convertitori di trazione assemblati e completi dell'elettronica di gestione degli impianti AT, MT e BT per due veicoli;
- n° 2 Interruttori Extra Rapidi;
- un numero di condizionatori (cabina e comparto) per quattro veicoli;
- n° 4 porte di accesso cabina esterne complete;
- n° 4 porte di accesso cabina interne (lato comparto passeggeri) complete;
- un numero di porte di salita/discesa passeggeri sufficiente per tre veicoli, complete di meccanismi di azionamento;
- n° 8 assorbitori d'urto;
- n° 8 sedili autista;
- n° 8 parabrezza;
- n° 4 gusci cabina di guida;
- un numero di sedili passeggeri per due veicoli;
- kit completi di arredo (corrimano, cielo vettura, pannelli di finizione interni, pavimento in gomma, canali aria, canali luce, etc.) per due veicoli;
- un numero di mantici di articolazione per due veicoli;
- un numero di pedane di articolazione per due veicoli;
- un numero di ralle di articolazione (complete delle eventuali strutture di collegamento con le casse) per due veicoli;
- un numero di finestrini per due veicoli;
- quattro banchi di manovra completi di monitor, manipolatore di trazione/frenatura, comandi;
- n° 5 sistemi di aggancio con mezzo di soccorso (lato veicolo);
- n° 5 barre di traino.

## 12. Manutenzione

La manutenzione si suddivide in preventiva e correttiva.

La manutenzione preventiva rappresenta la manutenzione programmata, è impostata su base chilometrica e temporale e su criteri di sostituzione periodica di componenti e/o on condition e/o di predizione.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>107/129</b>
---	---	---

La manutenzione correttiva costituisce essenzialmente il servizio di garanzia e, in quanto tale, oltre a comprendere la riparazione dei guasti, si intende estesa alla qualità dei materiali, ai procedimenti costruttivi, alle soluzioni progettuali del rotabile e relativi materiali forniti.

Il Fornitore elaborerà una “Scomposizione ad Albero del Rotabile”, una “Analisi di Manutenzione Preventiva”, una “Analisi di Manutenzione Correttiva”, un “Piano di Manutenzione Preventiva” e i “Manuali di Manutenzione”, i cui contenuti sono indicati nei paragrafi seguenti e al Capitolo 14. Tali documenti costituiranno il riferimento tecnico per le operazioni di manutenzione; è richiesta l’assoluta coerenza delle informazioni riportate nei vari documenti su indicati.

### **12.1. Scomposizione ad Albero del Rotabile**

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

Di ogni elemento dell’albero sarà indicato il part-number e la numerosità relativa all’insieme superiore e al tram.

### **12.2. Analisi di Manutenzione Preventiva**


Il documento Analisi di Manutenzione Preventiva riporta tutte le azioni di manutenzione preventiva previste sul rotabile completo e i suoi componenti fuori opera; in particolare, include la revisione dei carrelli.

Sarà redatto in forma tabellare, secondo la disaggregazione del rotabile definita nella Scomposizione ad Albero.

La manutenzione preventiva sarà gestita con criterio di sostituzione a scadenza; le scadenze di controllo e di sostituzione saranno su base chilometrica (salvo precisazioni nel successivo capoverso) e/o temporale, con un intervallo minimo tra due interventi successivi non minore di 10.000 km e/o 2 mesi.

Per ciascuna attività saranno indicate:

- la descrizione breve;
- il componente interessato, il suo riferimento nella scomposizione ad albero e il part-number;
- la frequenza di intervento;
- il numero di addetti necessari, il tempo, i materiali occorrenti e il relativo costo;
- se è sufficiente personale di manutenzione generico o sono richiesti particolari skill e/o abilitazioni;
- se trattasi di intervento di controllo, sostituzione, o di sostituzione con criteri on condition e/o predittivi;
- 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);
- il riferimento alla scheda operativa del manuale di manutenzione; attrezzature e/o impianti di deposito eventualmente necessari; eventuali note di commento.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>108/129</b>
---	---	---

Gli interventi di manutenzione preventiva saranno definiti tenendo conto dei seguenti elementi:

- le caratteristiche tecniche dei materiali; al riguardo la loro progettazione considererà l'esigenza primaria di contenere i costi di manutenzione;
- 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 Concorrente redigerà inoltre una tabella di riepilogo dei costi di manutenzione preventiva, in cui figurino, per il tram e i suoi principali macro-assiemi, le ore-uomo di intervento e il costo totale dei materiali utilizzati ogni 1.000 km di percorrenza del rotabile, con riferimento al periodo di esercizio fino alla prima revisione generale della cassa esclusa.

### **12.3. Analisi di Manutenzione Correttiva**

Il documento Analisi di Manutenzione Correttiva riporta le azioni di manutenzione correttiva relative a tutti i casi di guasto previsti sul rotabile. Per ciascuna attività saranno indicate:

- la descrizione breve del guasto e dell'intervento;
- il componente interessato, il suo riferimento nella scomposizione ad albero e il part-number;
- il tasso di guasto, espresso anche in MDBF;
- il numero di addetti necessari, il tempo, i materiali occorrenti e il relativo costo;
- 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);
- il riferimento alla scheda operativa del manuale di manutenzione, attrezzature e/o impianti di deposito eventualmente necessari;
- gli interventi di manutenzione preventiva saranno definiti tenendo conto dei seguenti elementi:
  - disporre di strumenti e software di ricerca del guasto, che si auspica siano il più possibile efficienti, inclusa la diagnostica di bordo;
  - disporre di chiari indicatori (parametri, misure, elementi oggettivi) per la definizione dello stato di guasto;
  - tenere conto dell'esigenza di minimizzare il fermo vettura nel valutare l'alternativa se riparare il materiale in opera o sostituirlo con uno nuovo/revisionato e successivamente effettuare tale riparazione al banco;
  - tenere in adeguata considerazione l'accessibilità dei vari materiali e le possibilità concrete di intervento.

Il Concorrente redigerà inoltre una tabella di riepilogo dei costi di manutenzione correttiva, in cui figurino, per il tram e i suoi principali macro-assiemi, le ore-uomo di intervento e il costo totale dei materiali utilizzati ogni 1.000 km di percorrenza del rotabile, con riferimento al periodo di esercizio fino alla prima revisione generale della cassa esclusa.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>109/129</b>
---	---	---

#### **12.4. Piano di Manutenzione Preventiva**

Il Piano di Manutenzione Preventiva riporta tutte le attività dell'Analisi di Manutenzione Preventiva, aggregate per scadenza chilometrica e temporale.

Il Fornitore indicherà sul Piano una tolleranza sulle scadenze almeno pari al 10%.

Il Piano sarà redatto in forma tabellare riportando, per ogni scadenza:

- l'attività;
- l'indicazione del componente di riferimento;
- il numero di persone e il tempo occorrente;
- i materiali occorrenti;
- il riferimento della scheda del manuale di manutenzione.

ATAC potrà fornire un "format" di riferimento per la redazione del Piano.

Nella definizione del Piano, il Fornitore ottimizzerà il processo manutentivo, accorpando attività omogenee per area di intervento (carrelli, sottocassa, cabina, comparto, imperiale, ecc.) al fine di evitare perditempo in spostamenti, stabilendo le migliori sequenze di svolgimento delle attività.


#### **12.5. Materiali di ricambio**

Il Fornitore si obbliga a garantire la disponibilità di materiali di ricambio identici a quelli impiegati sui rotabili, per un periodo di almeno 15 anni dal collaudo definitivo del primo tram. Congiuntamente alla documentazione RAMS, il Fornitore presenterà il "Listino Prezzi dei Ricambi", contenente, per ogni assieme (carrelli, azionamenti di trazione, ecc.), sotto assieme (sala montata, ecc.), componente (disco freno, ecc.) fino al livello di LRU (es.: scheda delle centraline elettroniche, ecc.) le seguenti informazioni:

- la denominazione;
- il part number;
- la quantità per tram;
- il sotto-insieme di appartenenza;
- il costruttore originario;
- eventuali lotti minimi di fornitura di ciascun materiale;
- il tempo di consegna dall'ordine e il prezzo unitario, siano essi di diretta produzione del Fornitore o realizzati da terzi.

I prezzi dei materiali ivi indicati saranno i medesimi di quelli considerati nell'analisi RAM (vedi par. 3.14.2.2).

Il Listino conterrà anche l'indicazione di quali e quanti materiali (riparabili e non) debbano costituire la scorta minima necessaria per assicurare l'efficienza e la disponibilità di ciascun rotabile per i primi 15 anni dall'entrata in servizio. Le quantità proposte saranno congruenti con gli indici RAM offerti e con il tempo complessivo medio di riparazione dei loro guasti (se necessario, presso gli impianti del Fornitore), comprensivo pertanto dei relativi tempi amministrativi e logistici (trasporto da ATAC a Fornitore e viceversa, presentazione all'ATAC del preventivo dei costi di riparazione, collaudo ATAC post intervento, ecc.). Per i materiali non riparabili si richiede il quantitativo necessario per il periodo indicato di 15 anni.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 110/129
---	---	--------------------------------------

Il Listino non sostituisce i cataloghi ricambi, la scomposizione ad albero del rotabile o altra documentazione tecnica prevista nella presente Specifica (cap. 12).

I materiali di ricambio sono soggetti alle medesime condizioni di prova di serie previste per la fornitura di primo equipaggiamento sui rotabili; alla consegna, essi saranno corredati da certificati di qualità e report di prova.

I materiali di ricambio sono coperti da garanzia di 2 anni dalla consegna; materiali acquistati dall'ATAC 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 del Fornitore, a prescindere dal fatto che siano già stati consegnati all'ATAC.

Per il periodo di 15 anni dalla messa in servizio del primo tram, il Fornitore dovrà provvedere a rimediare ad eventuali problemi di obsolescenza dei materiali di ricambio, siano essi di sua fabbricazione o di sub-fornitura; in caso di modifiche progettuali ai componenti, cessate produzioni, irreperibilità o fallimento dei sub-fornitori, il Fornitore fornirà all'ATAC materiali equivalenti, entro il termine di 6 mesi, garantendo l'intercambiabilità con i componenti di prima fornitura e la piena funzionalità del veicolo.


Il Fornitore indicherà all'ATAC 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. Il Fornitore non può proporsi all'ATAC come rivenditore esclusivo dei materiali prodotti da terzi, né stipulare con questi ultimi accordi commerciali che vincolino l'ATAC 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, ecc.) il Fornitore 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 all'ATAC, senza oneri per l'ATAC, senza limitazioni di sorta.

### **13. Garanzia e Assistenza Post-Vendita**

Sono previste due tipologie di garanzia, come descritto nel seguito. Per entrambe, si intendono in garanzia anche gli interventi necessari per risolvere difetti occulti di progettazione e/o realizzazione. Il costruttore è pertanto obbligato ad eseguire, a sua cura e spese, tutte quelle lavorazioni, modifiche, forniture di materiali e mano d'opera, che si dovessero rendere necessarie in seguito al riscontro di vizi, difformità o anomalie relative a quanto indicato nella presente specifica. La garanzia copre altresì i materiali a corredo della fornitura (apparati di terra del sistema di informazione ai passeggeri, strumenti di manutenzione, ...), fino al termine della garanzia dell'ultimo tram.

#### **13.1. Garanzia Estesa**

Per i veicoli forniti con garanzia estesa, come specificato nel capitolato di gara, il Fornitore deve provvedere alla garanzia dei rotabili e allo svolgimento della manutenzione preventiva e correttiva su di essi e sui relativi complessivi per una durata di 5 anni dalla data della Immissione in Servizio.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 111/129
---	---	--------------------------------------

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

La manutenzione sarà condotta secondo Piani di Manutenzione (par. 14.14) e Manuali di Manutenzione (par. 14.17.2) definiti dal Fornitore stesso ed approvati da ATAC.

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

Il Fornitore dovrà dotarsi di un proprio software di gestione della manutenzione, cui ATAC deve poter liberamente accedere, che dovrà essere concesso in uso gratuito ad Atac dopo la messa in esercizio del primo mezzo. Tale sistema dovrà potersi interfacciare con il sistema SAP in uso presso Atac.

Al fine di operare le manutenzioni dovute, in tempi compatibili con i requisiti di disponibilità mattutina e MTTR, il Fornitore istituirà cantieri permanenti presso i depositi ATAC ai quali i tram saranno assegnati, con personale qualificato e dedicato, attrezzature e materiali di ricambio.

La presenza di personale di manutenzione sarà garantita, almeno nell'arco orario dalle 5:00 alle 24:00 di tutti i giorni dell'anno, prefestivi e festivi compresi, per l'intero periodo di garanzia estesa. Per i veicoli soggetti a sola garanzia base, gli interventi di manutenzione a guasto (a carico del Fornitore) dovranno essere eseguiti entro 24 h dalla segnalazione effettuata da Atac.

Il Fornitore istituirà, all'interno di ciascun deposito di cui sopra, un magazzino di materiali di ricambio fornito di tutti i componenti necessari per gli interventi, indipendentemente dagli acquisti di ricambi che verranno effettuati da ATAC.

Le attività manutentive verranno svolte all'interno dei depositi di Porta Maggiore e/o Prenestina, o eventuali altri siti individuati da Atac.


I depositi hanno caratteristiche eterogenee, comunque sono dotati dei seguenti impianti:

- binari attrezzati con fosse di ispezione e/o su pilastri con terrapieno ribassato a circa 1,1 m dal p.d.f.;
- passerelle per accesso all'imperiale;
- elevatori a colonna per effettuazione rialzi, concepiti per i tram ATAC di attuale dotazione;
- carri ponte per la movimentazione dei carrelli e grossi complessivi;
- tornio in fossa per la riprofilatura dei cerchioni;
- ponte di lavaggio vetture.

I tram saranno concepiti in modo tale da non richiedere nessuna modifica agli impianti di deposito. Al riguardo, i Concorrenti prenderanno visione degli impianti in questione. In caso si rendesse necessaria una qualsiasi modifica agli impianti fissi di ATAC per adeguarli ad esigenze specifiche dei tram oggetto di fornitura, gli oneri per l'adeguamento degli impianti stessi saranno a carico del Fornitore.

Tali facilities saranno messe a disposizione da ATAC per la manutenzione dei tram in oggetto secondo accordi tra le Parti, ma non "in esclusiva": infatti i binari e le attrezzature menzionate saranno utilizzati anche da ATAC stessa per la manutenzione del resto della flotta. Pertanto il loro utilizzo sarà di volta in volta preliminarmente concordato con il Responsabile del Deposito di ATAC.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 112/129
---	---	--------------------------------------

Per evitare sovrapposizioni, nei documenti Analisi di Manutenzione Preventiva (par. 12.2) e Analisi di Manutenzione Correttiva (par. 12.3) saranno indicati anche i binari e le attrezzature necessari ai diversi lavori, con il relativo tempo di utilizzo.

Sarà messo a disposizione del Fornitore anche un locale da impiegare come ufficio, in uno dei depositi; ulteriori locali potranno essere messi a disposizione, se possibile; sarà consentito l'utilizzo delle mense (con spese di vitto a carico del Fornitore) e l'utilizzo degli spogliatoi ATAC. Al riguardo si prenderanno gli accordi del caso.

Per quanto possibile per gli spazi disponibili, sarà consentito al Fornitore di installare gratuitamente all'interno dei siti ATAC strutture prefabbricate da impiegare per lo stoccaggio dei materiali di ricambio, delle attrezzature, della strumentazione per espletare le proprie prestazioni. ATAC non si assume alcuna responsabilità riguardo alla custodia e conservazione di tali beni.

E' compito del Fornitore nominare un "Capo-cantiere", che coordini tutte le attività anche di eventuali subfornitori, e costituisca l'interfaccia operativa con ATAC. Egli avrà anche il ruolo di responsabile delle attività per conto del Fornitore ai fini della sicurezza sul lavoro degli operatori.

La programmazione delle attività sarà sempre tesa alla massimizzazione della disponibilità dei rotabili, pertanto per le attività programmabili saranno primariamente sfruttate le ore di "morbida" (9:30-15:30 circa), serali e notturne, in modo da non impegnare per la manutenzione i tram durante le ore di punta mattutina e pomeridiana.

In quest'ottica, sarà privilegiata una logica di manutenzione dei componenti fuori opera, limitando quindi l'impegno del tram ai soli tempi di stacco e riattacco del materiale; a tal fine, il Fornitore si doterà di congrue scorte di ricambi, da utilizzare come volano.

Dal momento che i rotabili saranno impiegati per il servizio (e quindi non saranno a disposizione della manutenzione) per molte ore al giorno, il Fornitore sarà estremamente flessibile nella definizione dei piani di lavoro quotidiani. Al fine di ottimizzare le attività manutentive alla luce delle esigenze del servizio e concordare l'uso di attrezzature di deposito, settimanalmente il Fornitore, tramite i suoi referenti di cantiere, si rapporterà con lo staff di deposito dell'ATAC.


Il Fornitore ha la piena responsabilità del suo operato come manutentore, per quanto attiene alle possibili ripercussioni di guasti del tram sulla sicurezza e sulla regolarità del servizio. Le manutenzioni saranno svolte in piena conformità al Piano di Manutenzione e ai Manuali di Manutenzione. Ogni intervento sarà seguito, a cura del Fornitore, da prove post-manutenzione, atte a confermare la sussistenza delle condizioni di funzionalità e sicurezza del rotabile, e da un report scritto e controfirmato con la descrizione del guasto, dell'intervento effettuato, delle prove post-manutenzione effettuate. La chiusura dell'operazione di manutenzione sarà dal Fornitore comunicata allo staff di deposito dell'ATAC, il quale solo in quel momento, previa verifica (di sua facoltà), rimetterà in stato "disponibile" il tram.

Ai fini del computo della disponibilità del rotabile e del MTTR, quale istante di chiusura dell'intervento fa fede il momento di recepimento da parte dello staff di deposito dell'ATAC del report completo ed esaustivo di chiusura dell'intervento.

I materiali di ricambio saranno sempre conformi al progetto, e dovranno aver subito il medesimo iter di certificazione di qualità degli analoghi componenti di primo equipaggiamento. Non potranno essere prelevati materiali da altri tram eventualmente fuori servizio.

I lavori saranno eseguiti rispettando la vigente normativa in materia di antinfortunistica, sicurezza e igiene del lavoro e di tutela dell'ambiente, in particolare in merito allo stoccaggio dei materiali e allo smaltimento dei rifiuti.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 113/129
---	---	--------------------------------------

Tutti i costi relativi alle prestazioni sopra indicate sono a carico del Fornitore (manodopera, materiali di consumo, materiali di ricambio, logistica, diagnosi guasti, prove, verifiche, registrazioni e report, eventuale coinvolgimento di sub-fornitori, oneri accessori per la sicurezza e per le interferenze con la realtà di ATAC e per qualsiasi altro costo accessorio qui non menzionato e/o imprevisto che il Fornitore supporterà).

La garanzia estesa di ciascun rotabile ha inizio a partire dalla data di Messa In Servizio dello stesso, e sarà oggetto di apposito verbale tra ATAC e il Fornitore. Analogamente, il termine della garanzia estesa di ciascun mezzo sarà sancito da apposito verbale.

Dovranno essere garantite una disponibilità e una affidabilità minime seconde quanto indicato al par. 3.14.

Durante il periodo di garanzia, il Fornitore si impegna ad effettuare formazione (training on the job) al personale di manutenzione ATAC.


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

In caso di difettosità sistematica (per "sistematici" s'intendono quei difetti che, durante il periodo di garanzia, interessano con identiche modalità e cause presumibili un medesimo componente installato sui veicoli e che si manifestano su almeno il 10 % del parco) ATAC si riserva il diritto di far sostituire con componenti idonei, a spese del Costruttore, tutti i componenti simili lesi da questo vizio, anche nel caso in cui avessero resistito.

Tutti i miglioramenti accettati da ATAC devono essere eseguiti rapidamente su tutte le vetture, incluso il parco ricambi, e devono essere apportati gli opportuni aggiornamenti della documentazione.

Nel periodo di garanzia estesa tutte le attività di manutenzione sono a carico del Fornitore, ad eccezione delle attività di seguito elencate:

- la riprofilatura dei cerchioni. Si precisa che ATAC effettuerà a suo carico la riprofilatura dei cerchioni al massimo una volta ogni 50.000 km; ulteriori interventi, la cui necessità sarà stabilita da ATAC sulla base di riscontri oggettivi, saranno addebitabili al Fornitore;
- il cambio cerchioni, se arrivati al limite di usura; le attività operative saranno a carico di ATAC, ma spetta al Fornitore mettere a disposizione tutti i materiali di ricambio occorrenti per il cambio cerchioni (ossia i cerchioni e gli accessori, quali i tasselli elastici in gomma, le trecce di ritorno correnti, le viti di fissaggio,...) ed anche per la sostituzione di altre parti del carrello che dal Piano di Manutenzione risultino da sostituire in concomitanza del cambio cerchioni (es.: sospensioni primarie, giunti elastici, cuscinetti, ...);
- la movimentazione dei rotabili all'interno dei depositi ed in linea;
- il lavaggio dell'esterno cassa e la pulizia interna;
- la fornitura e il carico della sabbia;
- la riparazione di danni prodotti da atti vandalici, urti, eventi o incidenti non riconducibili alle responsabilità del Fornitore;
- le operazioni di rimessa a binario in caso di svio e le operazioni di soccorso e traino in caso di arresto in linea e/o incidenti;
- la manutenzione di impianti di bordo la cui competenza di fornitura è di ATAC;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 114/129
---	---	--------------------------------------

- le operazioni di soccorso e traino in caso di arresto in linea.

La Garanzia Estesa comprende le verifiche di sicurezza del rotabile, incluse quelle da effettuare annualmente alla presenza di Enti esterni (ANSFISA), che attualmente consistono in:

- controllo della continuità verso terra delle parti metalliche;
- controllo del funzionamento delle porte passeggeri, compreso bordo sensibile;
- controllo dell'isolamento elettrico dei circuiti AT e MT;
- verifica di funzionamento dei dispositivi di sicurezza di circolazione (allarme passeggeri, dispositivo vigilante);
- verifica funzionamento impianto videosorveglianza e telecamere di banco;
- verifica efficienza registratore di eventi;
- verifica tenuta dell'impianto pneumatico e dei serbatoi (se presenti);
- verifica di funzionamento della valvola di sicurezza dell'impianto pneumatico;
- esecuzione controlli ultrasonori assili.

Per la prova di isolamento elettrico il Fornitore redigerà un'apposita procedura tecnica corredata di una guida operatore, che illustri passo-passo, con l'ausilio di fotografie, i punti di disconnessione e di collegamento elettrici e tutte le fasi della prova.

Per i controlli ultrasonori degli assili dovrà analogamente essere fornita apposita procedura di controllo.

Durante il periodo di garanzia estesa, il Fornitore dovrà comunicare mensilmente ad Atac, su apposita modulistica da concordare, l'elenco degli interventi manutentivi effettuati su ciascun rotabile, con il dettaglio delle ore di manodopera impiegate e dei materiali utilizzati.


Tutti i costi relativi alle prestazioni sopra indicate sono a carico del Fornitore (manodopera, materiali di consumo, materiali di ricambio, logistica, diagnosi guasti, prove, verifiche, registrazioni e report, eventuale supporto tecnico dell'ente di progettazione, eventuale coinvolgimento di sub-fornitori, oneri accessori per la sicurezza e per le interferenze con la realtà di Atac e per qualsiasi altro costo accessorio qui non menzionato e/o imprevisto che il Fornitore sopporterà).

### **13.2. Garanzia Base**

Per i veicoli forniti con garanzia base, il Fornitore deve provvedere alla sola garanzia di legge dei rotabili (con inizio dalla data della Immissione in Servizio ) e di tutti i loro componenti (esclusi i materiali di competenza Atac), ossia alla riparazione di guasti e alla rimozione di difetti di progettazione e di produzione; tale prestazione è definita "garanzia base".

Durante il periodo di garanzia il Costruttore è obbligato ad eseguire le attività di manutenzione correttiva segnalate da Atac. Ciascun intervento dovrà essere avviato entro un tempo massimo di 24 h, e andrà completato rispettando le tempistiche dichiarate in sede di offerta (vedi paragrafo 3.14.4). In caso di mancato rispetto dei tempi sopra indicati, verranno applicate le penali indicate nel Capitolato di Gara.

Nel periodo di garanzia base sono a carico di Atac le attività di seguito elencate:

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 115/129
---	---	--------------------------------------

- la riprofilatura dei cerchioni. Si precisa che ATAC effettuerà a suo carico la riprofilatura dei cerchioni al massimo una volta ogni 50.000 km; ulteriori interventi, la cui necessità sarà stabilita da ATAC sulla base di riscontri oggettivi, saranno addebitabili al Fornitore;
- la riparazione di danni prodotti da atti vandalici, urti, eventi o incidenti non riconducibili alle responsabilità del Fornitore;
- la manutenzione di impianti di bordo la cui competenza di fornitura è di ATAC.

## 14. Documentazione e Software

### 14.1. Generalità

La fornitura della documentazione tecnica relativa al rotabile e ai suoi componenti è parte integrante della fornitura dei tram, e ha lo scopo di consentire all'ATAC di conoscere, esercire e mantenere al meglio i tram stessi nell'intero loro ciclo di vita. La documentazione sarà il più possibile completa e dettagliata.


Tutta la documentazione riguardante la fornitura diventerà proprietà dell'ATAC, che la utilizzerà esclusivamente ai fini dell'esercizio e della manutenzione del materiale rotabile oggetto della fornitura, per l'intero ciclo di vita.

Precisamente, tale documentazione necessita per le seguenti finalità:

- conoscere il progetto del materiale rotabile, nella sua costituzione e nelle sue funzionalità, sia a livello di tram, sia a livello di impianti e componenti;
- conoscere le caratteristiche qualitative dei materiali, tramite report di prove di qualificazione prodotto e di controlli di serie;
- usare il tram in tutte le sue funzionalità;
- consultare e scaricare dati della diagnostica, del registratore di eventi e della videosorveglianza, e aggiornare parametri e dati della vettura (es.: data/ora, destinazioni degli indicatori di percorso, ecc.);
- fornire al proprio personale le informazioni e le istruzioni necessarie per una corretta condotta dei rotabili;
- fornire al proprio personale le informazioni e le istruzioni necessarie per l'esecuzione di interventi di manutenzione preventiva, correttiva e di revisione generale del materiale rotabile e dei suoi componenti;
- effettuare negli anni l'approvvigionamento di tutti i componenti;
- risolvere eventuali problemi tecnici e/o eseguire eventuali modifiche ai materiali e/o gestire problemi di obsolescenza dei materiali, successivamente alla scadenza della garanzia, senza aver bisogno del supporto tecnico del Fornitore.

La documentazione sarà consegnata all'ATAC nei tempi e nelle modalità indicate dalla presente Specifica. In caso di inadempienza saranno applicate le penalità previste contrattualmente e non sarà concesso il Collaudo Definitivo del terzo tram e dei successivi.

In occasione delle riunioni di design review sarà consegnata all'ATAC la documentazione tecnica relativa agli impianti in esame, sia su supporto informatico, sia cartaceo. In qualsiasi momento dell'avanzamento della progettazione saranno anticipatamente consegnati all'ATAC, su richiesta, disegni di progetto di qualsiasi parte componente i rotabili. A supporto delle operazioni di collaudo,

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>116/129</b>
---	---	---

prima dei collaudi stessi dei materiali saranno consegnati all'ATAC, in duplice copia, su supporto cartaceo, i disegni di assieme e le specifiche tecniche che evidenziano la collocazione e la funzione dei materiali stessi nell'ambito delle vetture.

Per tutto il periodo di garanzia, il Fornitore è tenuto a consegnare gli aggiornamenti della documentazione tecnica, anche se già approvata, in caso di modifiche. La consegna di questi aggiornamenti avverrà entro termini da concordare con ATAC. Le pubblicazioni non saranno considerate complete e definitive finché tutte le revisioni dovute a cambiamenti o modifiche non siano state incluse. Al termine della garanzia tutta la documentazione consegnata all'ATAC rispecchierà l'esatto stato di configurazione dei tram.

In caso di cessazione o mutamenti delle attività del Fornitore, saranno immediatamente consegnati all'ATAC indistintamente tutti i disegni e le specifiche tecniche relative al materiale rotabile in questione, che non siano già stati inoltrati all'ATAC stessa, senza alcun compenso aggiuntivo.

Tutta la documentazione sarà organizzata in una "Distinta ad Albero della Documentazione", che riporterà secondo una struttura ordinata tipo "padre-figlio-figlio-..." le informazioni anagrafiche di tutti i disegni. Rispetto alla "Scomposizione ad Albero del Rotabile", essa manterrà il medesimo approccio alla disaggregazione del rotabile di quest'ultimo, ma costituirà un documento separato da quest'ultimo, costituendo uno strumento di ricerca della documentazione, mentre la "Scomposizione del Rotabile" costituisce, di fatto, la distinta base di produzione del veicolo.


Inoltre, nella "Distinta ad Albero della Documentazione" non compariranno esclusivamente i disegni rappresentativi di assieme e componenti che costituiscono il tram, bensì anche tutte le specifiche di prodotto, le specifiche di prova, le specifiche di montaggio, le relazioni di calcolo, le descrizioni funzionali, e qualunque altro tipo di documento relativo al rotabile e ai suoi componenti.

La Distinta ad Albero riporterà per ogni documento:

- posizione nella struttura ad albero della documentazione;
- titolo esteso (ad esempio, non solo: "Staffa");
- nome del costruttore originario (estensore del documento);
- matricola del documento secondo la codifica del costruttore originario;
- matricola del documento secondo la codifica del Fornitore;
- indice di revisione;
- "Gruppo", secondo la scomposizione del rotabile;
- "Sottogruppo", secondo la scomposizione del rotabile;
- numero di fogli (per disegni multifoglio);
- nome del file;
- estensione del file.

Dal documento della "Distinta ad Albero della Documentazione" il Fornitore ricaverà un altro documento denominato "Lista della Documentazione".

La "Lista" comprenderà i medesimi documenti della "Distinta", con le medesime informazioni; la differenza rispetto alla Distinta consiste nel fatto che per disegni di componenti che sono presenti in più esemplari sul veicolo (es.: il sedile conducente), la corrispondente riga di informazioni sarà una sola e pertanto ciascun documento figurerà una sola volta.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 117/129
---	---	--------------------------------------

Tale “Lista della Documentazione” è assolutamente indispensabile per l’agevole inserimento massivo dei disegni nell’archivio informatico di ATAC, pertanto essa includerà ulteriori informazioni dei disegni (es.: lista posizioni, numero di fogli, ecc.); il suo formato dovrà essere accuratamente definito e condiviso con ATAC, affinché sia compatibile con il sistema informatico di ATAC.

#### 14.2. Lingua

Tutte le comunicazioni, i documenti, i verbali, le relazioni, i disegni e la corrispondenza saranno redatti in lingua italiana, utilizzando terminologia tecnica convenzionale del settore ferroviario in Italia e richiamare la normativa tecnica italiana o europea.

#### 14.3. Formato

Tutte le comunicazioni, i documenti, i verbali, le relazioni, se non altrimenti specificato, saranno redatti in formato A4. Tutti i disegni saranno redatti su tavola in formato conforme a norma UNI EN ISO 5457.

Tutti i disegni dovranno essere consegnati in formato dwg e pdf (non protetto).

Per i documenti per i quali è richiesta la consegna anche della stampa, le pagine saranno rilegate. Il titolo di tali documenti apparirà sulla copertina e, se lo spazio lo consente, anche sul dorso della rilegatura.

I disegni saranno realizzati in conformità alle norme UNI EN ISO 10209, UNI EN ISO 5456, UNI EN ISO 5457 UNI EN ISO 7200 e alle altre vigenti norme UNI.


Gli schemi elettrici e le tabelle di cablaggio saranno realizzati in formato AutoCAD.

Per tutti i disegni, nel riquadro delle iscrizioni la lista dei componenti comprenderà spazi bianchi per l’inserimento del numero di disegno ATAC e del codice di classificazione nel sistema informatico ATAC dei materiali.


Il riquadro delle iscrizioni dei disegni, inoltre, sarà sottoposto ad approvazione di ATAC.

Si riporta nella tabella seguente, la lista della documentazione da presentare all’ATAC, con i requisiti corrispondenti.


Tipo di documento	Necessario su file	Necessario su carta	Scadenza di consegna
Specifiche di progetto, di fornitura di assiemi e componenti, calcoli di progetto, specifiche di prodotto, descrizioni tecniche del rotabile, di impianti e componenti, schemi di principio, schemi a blocchi e schemi funzionali dei principali impianti, assiemi e componenti (par. 14.4)	Sì (formato originario o .pdf)	No	Design Review o Prova di tipo.  Comunque, Collaudo Definitivo del 3° tram.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>118/129</b>
---	---	---

Disegni costruttivi e d'assieme dei componenti e dei ricambi, disegni delle strutture casse e carrelli, disegni di allestimenti, di installazione dei componenti, schemi elettrici e pneumatici, tabelle cavi (par. 14.5)	Sì (formato .dwg)	No	Design Review o Prova di tipo.
Piani di Fabbricazione e Controllo (par. 14.13)	Sì (formato .pdf)	No	15 gg. prima dell'avvio della produzione
Documentazione di parte elettronica (par. 14.8)	Sì (formato .pdf)	No	Collaudo Definitivo del 1° tram.
Software eseguibili per tutte le parti elettroniche, licenze d'uso e istruzioni a corredo (par. 14.10)	Sì (su CD-rom)	No	Collaudo Definitivo del 1° tram.
Distinta ad Albero della Documentazione e Lista dei Documenti (par. 14.1)	Sì (formati .xls e .pdf)	No	Collaudo Definitivo del 1° tram.
Studio con provvedimenti per il contenimento del rumore (par. 14.9)	Sì (formato .pdf)	Sì (copia firmata)	3 mesi da ordine
Analisi della rumorosità interna (par. 3.7)	Sì (formato .pdf)	Sì (copia firmata)	Con Elaborati di Progetto
Analisi della rumorosità esterna (par. 3.9)	Sì (formato .pdf)	Sì (copia firmata)	Con Elaborati di Progetto
Elaborati di Progetto (C.M. 201) (par. 14.11)	Sì (formato .pdf)	Sì (in 7 copie firmate)	Avvio delle attività di prova che coinvolgono l'ANSFISA
Per ciascun tram, Libretti Ministeriali (par. 14.12)	No	Sì (in 2 copie)	Accettazione
Piano delle Prove (par. 11.8)	Sì (formato .pdf)	Sì	Avvio delle attività di prove (e comunque entro la consegna degli Elaborati di Progetto)
Specifiche di Prova di Tipo e di Serie (par. 11.11)	Sì (formato .pdf)	No	15 gg. prima della prova


	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 119/129
---	---	--------------------------------------

Report di Prove di Tipo, Certificazioni di Qualità dei componenti, Certificazione di comportamento al fuoco dei materiali (par. 11.11.1)	Sì (formato .pdf)	Sì (1 copia firmata)	A valle della relativa prova. Comunque entro l'Accettazione del 1° tram. Per casi eccezionali, entro il Collaudo Definitivo del 1° tram.
Per ciascun tram, Report di Prove di Serie di tutti i componenti (par. 11.11.1)	Sì (formato .pdf)	Sì (in 1 copia firmata)	A valle della relativa prova e comunque entro l'Accettazione
Per ciascun tram, Stato di Configurazione (indice di aggiornamento dei disegni dei componenti, degli schemi elettrici, dei software), in prima versione (par. 14.13)	Sì (formato .pdf)	Sì (in 1 copia firmata)	Accettazione
Per ciascun tram, Stato di Configurazione (indice di aggiornamento dei disegni dei componenti, degli schemi elettrici, dei software), aggiornato (par. 14.13)	Sì (formato .pdf)	Sì (in 1 copia firmata)	Ad ogni modifica
Per ciascun tram, Stato di Configurazione (indice di aggiornamento dei disegni dei componenti, degli schemi elettrici, dei software), aggiornato (par. 14.13)	Sì (formato .pdf)	Sì (in 1 copia firmata)	Collaudo definitivo e ad ogni modifica successiva
Per ciascun tram, Dichiarazione di Conformità del Rotabile costruito al progetto approvato dal Ministero (par. 11.10 e 14.13)	Sì (formato .pdf)	Sì (in 1 copia firmata)	Accettazione
Per ciascun tram, Lista dei Serial Number dei componenti, in prima versione (par. 14.13)	Sì (formato ".pdf")	Sì (in 1 copia firmata)	Accettazione
Per ciascun tram, Lista dei Serial Number dei componenti, in versione definitiva (par. 14.13)	Sì (formato ".pdf")	Sì (in 2 copie firmate)	Collaudo Definitivo e ad ogni modifica successiva

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 120/129
---	---	--------------------------------------

Scomposizione ad Albero del Rotabile, Analisi di Manutenzione Preventiva, Analisi di Manutenzione Correttiva, Piano di Manutenzione Preventiva, in prima versione (par. 14.14)	Sì (formati “.xls” e “.pdf”)	Sì (in 1 copia firmata)	Accettazione del 1° tram
Scomposizione ad Albero del Rotabile, Analisi di Manutenzione Preventiva, Analisi di Manutenzione Correttiva, Piano di Manutenzione Preventiva, aggiornati (par. 14.14)	Sì (formato .xls” e “.pdf”)	Sì (in 1 copia firmata)	Ad ogni modifica
Documentazione RAMS restante (par. 14.14) e calcolo LCC (par.3.15)	Sì (formato “.pdf”)	Sì (in 3 copie)	Accettazione del 1° tram
Manuale Descrittivo e Illustrativo, altri Manuali e Cataloghi Ricambi, in prima versione (par. 14.17)	Sì (in formato “.pdf”)	Sì (in 3 copie)	Accettazione del 1° tram
Manuale Descrittivo e Illustrativo, altri Manuali e Cataloghi Ricambi, in versione definitiva (par. 14.17)	Sì (manuali in Formato .pdf) (cataloghi ricambi in formato “.xls” e “.pdf”)	Sì (in 5 copie)	Collaudo Definitivo del 3° tram.
Manuale Descrittivo e Illustrativo, altri Manuali e Cataloghi Ricambi, aggiornamenti (par. 14.17)	Sì (manuali in formato “.doc” e .pdf”) (cataloghi ricambi in formato “.xls” e “.pdf”)	Sì (in 5 copie)	Ad ogni modifica



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 121/129
---	---	--------------------------------------

Dichiarazione di Responsabilità sulle indicazioni dei suddetti manuali ai fini della affidabilità dei rotabili (rif. C.M. n.8/85 - D.G. n.65/85 del 2 maggio 1985)	Sì (formato “.pdf”)	Sì (in 1 copia firmata)	Contestualmente ai Manuali
Documentazione tecnica e Schede di Sicurezza delle attrezzature dedicate (par. 14.15)	Sì (formato “.pdf”)	No	Collaudo Definitivo del 1° tram.
Lista e Schede di sicurezza dei materiali di consumo (rif. par. 14.16)	Sì (formato “.pdf”)	No	Collaudo Definitivo del 1° tram.

La documentazione si intende approvata a seguito di esplicito benessere di ATAC.

#### **14.4. Specifiche tecniche, descrizioni tecniche e calcoli di progetto**

Le specifiche di progetto e di fornitura di assiemi e componenti, i calcoli di progetto, le specifiche di prodotto, le descrizioni tecniche del tram e dei suoi componenti, gli schemi di principio e gli schemi a blocchi, i protocolli di comunicazione tra gli impianti saranno consegnati all’ATAC.

Tutti i documenti saranno redatti in formato A4, in formato elettronico. I file saranno consegnati possibilmente in formato originario (“.doc”, “.xls”, ecc.) e in formato “.pdf” non protetto.

La copertina o il cartiglio dei documenti riporteranno il titolo del documento, l’indice di revisione, la codifica ATAC, ed altre informazioni che il Fornitore riterrà utili.

#### **14.5. Disegni d’assieme e costruttivi di componenti, schemi elettrici e pneumatici**

Di tutti i componenti e delle parti di ricambio, sia realizzati dal Fornitore, sia in subfornitura, saranno consegnati all’ATAC i disegni, che mostrino le viste del componente, le dimensioni, le tolleranze costruttive, i materiali, le interfacce di montaggio, le interfacce elettriche, 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. Tali documenti saranno consegnati all’ATAC in formato “.dwg”.

#### **14.6. Disegni strutture casse e carrelli e disegni di allestimento e montaggio**

Saranno consegnati all’ATAC in formato “.dwg” tutti i disegni delle strutture casse e carrelli, di allestimento e montaggio dei componenti, degli elementi di fissaggio (staffe, ecc.).


#### **14.7. Schemi elettrici e pneumatici**

Saranno forniti gli schemi di tutti i cablaggi elettrici, nonché gli schemi elettrici (comprensivi di funzionali, topografici e tabelle cavi) e gli schemi pneumatici. Tali documenti comprenderanno anche tutti gli impianti speciali di fornitura ATAC, inclusi i cablaggi interni ai moduli di tali impianti.

#### **14.8. Documentazione delle parti elettroniche**

Per tutte le apparecchiature elettroniche, anche realizzate dai subfornitori, sarà consegnata la documentazione di seguito riportata:

- schema funzionale di ogni scheda;

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 122/129
---	---	--------------------------------------

- schema di interconnessione tra le schede;
- disegno dei circuiti stampati di ogni scheda;
- descrizione dettagliata del circuito elettrico per ogni singola funzione;
- disposizione di montaggio dei componenti sui circuiti stampati;
- disegni delle parti meccaniche;
- elenco componenti e materiali, indicante: caratteristiche tecniche, case costruttrici, distributori sul territorio nazionale;
- parametri di selezione dei componenti, ove previsto;
- norme di taratura, controllo e collaudo di ogni singola scheda e dell'apparecchiatura completa;
- specifiche dettagliate per la costruzione di tutte le parti avvolte;
- per i microprocessori, sarà consegnata una documentazione da cui risulti l'architettura generale del sistema e gli eseguibili del software e istruzioni per il caricamento dello stesso.

Per quanto riguarda la diagnostica di 1° e 2° livello sarà consegnata una documentazione dalla quale risultino evidenti le condizioni logiche e le eventuali temporizzazioni che intervengono per la generazione di ogni segnalazione.

Per la manutenzione di 3° livello (riparazione delle schede elettroniche) saranno fornite tutte le procedure per i test sui sottogruppi, nonché tutte le norme di collaudo e taratura eventualmente necessari.

#### **14.9. Documentazione comprovante i provvedimenti adottati per contenere il rumore**


Entro tre mesi dalla data di sottoscrizione del contratto il Fornitore dovrà produrre uno studio che mostri tutti i provvedimenti che adotterà al fine di contenere il rumore emesso dal tram. In particolare lo studio dovrà contenere almeno quanto segue:

- un elenco dei provvedimenti in questione (per esempio adozione di ingranaggi delle trasmissioni a denti elicoidali, cartelle di assorbimento del rumore sulle ruote, ecc.),
- il contributo che i provvedimenti adottati forniranno per contenere il rumore in generale ed in particolare quello di "squeal",
- una simulazione di marcia che mostri il comportamento del tram sulla curva campione di cui al par. 3.9.2, evidenziando l'entità del rumore emesso atteso e la compatibilità con i limiti indicati in 3.9.2.

Nella successiva fase di progetto tale studio sarà ripreso ed aggiornato, in funzione dello sviluppo del progetto stesso e dovrà essere esteso considerando anche il rumore emesso a rotabile fermo ed in marcia a 40 km/h, dimostrando il soddisfacimento globale sia dei requisiti di cui in 3.9.1, sia di quelli di cui in 3.9.2. Tale documento prende il nome di "Analisi di rumorosità esterna". Resta inteso che sarà a carico del Fornitore rimuovere le cause di rumorosità eccedente i limiti e/o anomala (es. rumori anomali emessi da azionamenti di trazione in accelerazione/frenatura, stridio delle pastiglie freno, ecc.).

#### **14.10. Software eseguibili delle parti elettroniche**

Di ciascun componente o scheda che utilizzi software, saranno consegnati all'ATAC i file eseguibili completi di licenza d'uso, senza scadenze temporali, ciascuno su un CD-ROM dedicato, con chiari

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>123/129</b>
---	---	---

riferimenti all'apparecchiatura di competenza e con esaustive istruzioni ed eventuali file accessori (di configurazione, ecc.) per l'installazione, affinché ATAC possa autonomamente caricare i software sulle apparecchiature dei tram in questione. Eventuali aggiornamenti dei software dovranno essere garantiti ad Atac a titolo gratuito.

Al riguardo, ATAC si impegna a non divulgare tali software e ad impiegarli esclusivamente per scopi manutentivi dei rotabili in questione.

#### **14.11. Elaborati di Progetto**

Entro l'inizio delle attività di prove e collaudi che coinvolgano Enti di sorveglianza esterni (ANSFISA) e comunque entro 6 mesi dalla stipula del Contratto, il Fornitore consegnerà ad ATAC gli Elaborati di Progetto, composti da disegni e relazioni, da presentare agli organi di controllo per l'approvazione del progetto.

Nella redazione della documentazione dovranno essere del tutto soddisfatti i requisiti della C.M. 201 del 16/09/1983 e della UNI 11750. L'indice e i contenuti degli Elaborati di Progetto saranno sottoposti ad ATAC per approvazione.

La documentazione sarà consegnata in formato elettronico (formato “.pdf” non protetto) e in formato cartaceo, rilegato e corredato di indice, in 7 copie, con tutti i documenti timbrati e firmati dal progettista, iscritto all'Albo degli Ingegneri.

Alla raccolta degli Elaborati di Progetto sarà allegato anche il Piano delle Prove.

#### **14.12. Libretti Ministeriali**

Per ciascun tram, il Fornitore 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. Le informazioni da riportare saranno concordate con ATAC.

I libretti bianchi saranno procurati da ATAC e saranno restituiti debitamente compilati entro l'Accettazione di ciascun tram.


#### **14.13. Piani di Fabbricazione e Controllo, specifiche di prova, report di prova, certificazioni**

Per tutte le prove di tipo e di serie previste nel Piano delle Prove, saranno prodotte Specifiche e Procedure di Prova, prima delle prove, e Report delle Prove effettuate, dopo le prove stesse. Tali documenti conterranno una chiara individuazione del componente, delle caratteristiche e delle funzionalità oggetto di prova, dei metodi e delle attrezzature di prova, dei criteri di accettazione, dei riferimenti alle norme considerate.

I Piani di Fabbricazione e Controllo saranno consegnati all'ATAC per approvazione in anticipo rispetto all'avvio della produzione.

Le specifiche di prova saranno consegnate all'ATAC per approvazione con largo anticipo rispetto alla calendarizzazione delle prove stesse (almeno 15 giorni).

Tutti i componenti non metallici saranno corredati di Certificazione di Comportamento al Fuoco. La raccolta dei report e verbali di prova di tipo del rotabile completo, di tutti i suoi impianti e

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 124/129
---	---	--------------------------------------

componenti e le certificazioni al fuoco dei materiali sarà trasmessa per intero all'ATAC entro l'Accettazione del primo tram.

Per ciascun tram, la raccolta dei report e verbali di prova di serie del rotabile completo e di tutti i suoi impianti e componenti, la Lista dei Serial Number e lo Stato di Configurazione (indice di aggiornamento dei disegni dei componenti, degli schemi elettrici, dei software) saranno trasmessi per intero all'ATAC entro l'Accettazione di ciascun tram.

Tali documenti, denominati "Probatori", faranno parte integrante del Libretto, in allegato. Sostituzioni di componenti serializzati e/o di modifiche di configurazione, a valle dell'Accettazione e per tutto il periodo di garanzia, saranno tracciate dal Fornitore e comunicate all'ATAC per benessere.

Al Collaudo Definitivo e ad ogni successiva modifica, la Lista dei Serial Number e lo Stato di Configurazione saranno nuovamente consegnati all'ATAC, aggiornati.

Per ciascun tram il Fornitore emetterà la Dichiarazione di Conformità del Rotabile costruito al progetto approvato dal Ministero, conformemente alla C.M. 201.

#### **14.14. Scomposizione ad Albero del Rotabile, Documentazione RAMS, Piano di Manutenzione Preventiva**

Il Fornitore redigerà il documento "Scomposizione ad Albero del Rotabile", "Analisi di Manutenzione Preventiva" (par. 12.2), "Analisi di Manutenzione Correttiva" (par. 12.3), "Piano di Manutenzione Preventiva" (par. 12.4); tali documenti costituiranno il riferimento tecnico per le operazioni di manutenzione; è richiesta l'assoluta coerenza delle informazioni in essi riportate e tra essi e la restante "Documentazione RAMS" e i "Manuali di Manutenzione".


La documentazione RAMS (par. 3.14.1) sarà completata da:

- "Piano di Dimostrazione dei Requisiti RAM";
- "Analisi Previsionale di Affidabilità";
- "Fault Tree Analysis di Missione";
- "Fault Tree Analysis di Sicurezza";
- "Preventive Hazard Analysis";
- "Failure Mode, Effects and Criticality Analysis".

Le analisi saranno condotte ad un livello di dettaglio convenientemente spinto, onde consentire un'agevole comprensione, sia quantitativa che qualitativa, della rispondenza del rotabile ai requisiti prescritti.

Tutti i documenti sopra citati saranno consegnati all'ATAC, per approvazione, entro l'Accettazione del primo tram. È compito del Fornitore aggiornarli, per l'intera durata della garanzia, qualora intervengano modifiche di configurazione del rotabile o di gestione della manutenzione.

Oltre a quanto sopra indicato, sarà fornito un elenco delle apparecchiature il cui funzionamento o guasto sia suscettibile di produrre effetti sulla sicurezza delle persone o danni rilevanti al rotabile. Per ogni apparecchiatura giudicata critica per la sicurezza per il personale di guida, i passeggeri e i 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.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 125/129
---	---	--------------------------------------

Le analisi saranno sviluppate conformemente alla norma CEI EN 50126.

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

#### **14.15. Documentazione relativa ai materiali a corredo**

Il Fornitore consegnerà ad Atac, congiuntamente agli strumenti di manutenzione dedicati, la relativa documentazione tecnica, consistente in: disegni d'assieme, istruzioni d'uso, licenze d'uso, schede di sicurezza.

#### **14.16. Documentazione relativa ai materiali di consumo**

Il Fornitore consegnerà ad Atac, congiuntamente ai manuali, cioè entro e non oltre l'Accettazione del primo tram, l'elenco di tutti i materiali di consumo (striscianti del pantografo, spazzole di ritorno corrente, olio del riduttore, altri oli e grassi, fluido termodinamico del condizionatore, ecc...), con indicazione del Fornitore, del codice del materiale secondo la codifica del Fornitore, l'unità di vendita, il consumo annuo previsto per un tram.

Di ciascun materiale sarà consegnata la scheda di sicurezza.

I riferimenti a detti materiali saranno contenuti anche nelle schede di manutenzione dei manuali stessi.

#### **14.17. Manuali**

La manualistica nel suo complesso sarà composta dai seguenti elementi:

##### **14.17.1. Manuale conducente**


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

- le modalità di abilitazione/disabilitazione;
- le norme di guida;
- la descrizione dei comandi;
- la descrizione delle principali apparecchiature del veicolo;
- le funzionalità dei monitor di banco;
- le tipologie di guasto risolvibili durante l'esercizio;
- tutto quanto ritenuto utile per la guida del mezzo.

Tale documento costituirà la base per la formazione del personale di guida.

##### **14.17.2. 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

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. 126/129
---	---	--------------------------------------

(ossia: riparazioni effettuabili sul tram e stacco/riattacco componenti), di 2° livello (ossia: riparazioni su componenti effettuabili “fuori opera”, revisione generale dei componenti stessi, revisione a metà vita, revisione generale della cassa, revisione generale dei carrelli) e di 3° livello (ossia: riparazioni di schede elettroniche). Trattano sia la manutenzione preventiva, sia la ricerca guasti, sia la manutenzione correttiva. Saranno articolati in un’ampia parte descrittiva iniziale e in una parte di interventi di manutenzione, strutturata su schede.

Per la vastità della trattazione, il manuale di manutenzione sarà redatto in volumi, per singolo impianto, con il seguente schema di disaggregazione del rotabile:

**CASSA**, comprendente: struttura cassa, verniciatura e pellicolatura, isolamento termo-acustico, finestrini, pavimento (tavolato in legno e tappeto in gomma), intercomunicanti, barre di traino;

**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, filtri, IR, induttanze, manipolatore, convertitori di trazione e regolazione, reostati, cablaggi di tali impianti, motori;

**IMPIANTO FRENO**, comprendente: centraline, pinze freno e dischi, pattini elettromagnetici;

**IMPIANTO PORTE e PEDANA DISABILI**, comprendente: le porte passeggeri, centraline e azionamenti, maniglia di emergenza e PEDANA DISABILI;

**IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO**, comprendente: i condizionatori cabina e comparto;

**IMPIANTO ELETTRICO**, comprendente: l’intero equipaggiamento elettrico, esclusa la trazione;

**ENERGY STORAGE SYSTEM**;

**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 di veicolo, diagnostica;

**TACHIMETRIA, VIGILANTE ATTIVO, REGISTRATORE DI EVENTI, VELOCITA’ 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.

Ogni volume conterrà almeno le seguenti informazioni: descrizione della parte in questione, istruzioni operative per l’esecuzione della manutenzione preventiva sia sul veicolo, sia sui componenti fuori opera, guida per la ricerca guasti, istruzioni operative per lo

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>127/129</b>
---	---	---

smontaggio/rimontaggio dei componenti, regolazioni e taratura, istruzioni operative per le riparazioni fuori opera, verifiche.

Gli impianti speciali forniti da ATAC non saranno coperti da manualistica, tuttavia le interfacce fisiche e funzionali del tram con essi saranno trattate, negli opportuni volumi.

Per tutte le attività manutentive inserite nei Manuali di Manutenzione dovranno essere dettagliate le procedure di lavoro in sicurezza, con particolare riferimento alle attività sugli impianti AT.

#### **14.17.3. Manuale di Intervento in caso di Deragliamenti e Collisione**

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. Deve riportare le indicazioni delle attrezzature che servono al riguardo e le modalità di utilizzo delle stesse da parte del personale, con particolare attenzione alla sicurezza delle persone.

I manuali saranno consegnati in formato “.doc” e in formato “.pdf” non protetto.

#### **14.18. Cataloghi Ricambi**

I cataloghi ricambi conterranno illustrazioni delle tavole figurate in viste tridimensionali e un'ulteriore classificazione di tutti gli stessi materiali in forma di “distinta ad albero”. ATAC assocerà a ciascun materiale indicato il proprio numero di magazzino.

I Cataloghi Ricambi saranno consegnati in formato cartaceo ed elettronico, la copia elettronica in formato “.xls” e in formato “.pdf”.

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

Per quanto riguarda il Catalogo Ricambi, il Fornitore indicherà su questo documento il costruttore originario di ciascun materiale e identificherà il materiale secondo la codifica del costruttore originario. Sarà altresì presente la codifica dei materiali secondo il criterio di codifica del Fornitore stesso.

#### **14.19. Processo di verifica, approvazione e aggiornamento dei manuali e dei cataloghi**


I manuali e i cataloghi ricambi saranno consegnati in prima versione entro l'Accettazione del primo tram.

Tale prima versione sarà il più possibile completa, essendo il riferimento per le attività di esercizio e di manutenzione del tram di imminente immissione in servizio.

Sarà particolarmente curato il manuale ad uso dei conducenti, in quanto costituirà il supporto per i corsi di istruzione alla guida.

Saranno altresì particolarmente complete le istruzioni sull'intervento in caso di deragliamenti, lo scarico dati dal registratore di eventi, lo scarico dati dal videoregistratore, l'aggiornamento dei dati sul sistema di informazione ai passeggeri.

I manuali e i cataloghi ricambi saranno consegnati in versione definitiva entro il Collaudo Definitivo del 3° tram, pena il mancato rilascio dello stesso, anche per i tram successivi.

	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>128/129</b>
---	---	---

La versione definitiva sarà completa in tutte le sue parti, aggiornata alla luce di tutte le modifiche e le messe a punto sulla configurazione tram, aggiornata alla luce delle prime risultanze dalla manutenzione in merito alla correttezza delle impostazioni iniziali, e riceverà le osservazioni formulate da ATAC.

Tra la prima versione e la versione definitiva, il Fornitore emetterà edizioni intermedie aggiornate, al fine di recepire tempestivamente le osservazioni di ATAC ed apportare i completamenti e correzioni del caso.

A seguito della consegna della versione definitiva e dell'approvazione della stessa da parte di ATAC, il Fornitore è tenuto a redigere e trasmettere aggiornamenti alla documentazione, in tutti i casi in cui questi occorrono, sia a seguito di modifiche ai materiali, sia a seguito di modifiche ai piani di manutenzione, sia per colmare mancanze o inesattezze, per tutta la durata del rapporto contrattuale.

Il Fornitore consegnerà una dichiarazione con la quale attesta che si assume esplicita e completa responsabilità sulle indicazioni dei suddetti manuali ai fini della affidabilità dei rotabili, come richiesto dalla Circolare del Ministero dei Trasporti D.G. - M.C.T.C. n° 65 del 02/05/85, prot. 244.

## **15. Formazione**

La formazione del personale ATAC relativamente ai rotabili oggetto della fornitura è a carico del Fornitore, nei termini di seguito descritti.

Per quanto riguarda il personale di condotta, Il Fornitore istruirà il personale istruttore e i responsabili della manutenzione di ATAC, i quali istruiranno a loro volta tutti i conducenti di ATAC. Il Fornitore è tenuto altresì a definire i contenuti e le modalità dei corsi che gli istruttori ATAC impartiranno ai conducenti e a redigere tutto il materiale didattico occorrente.

Per quanto riguarda il personale di manutenzione, il Fornitore è tenuto ad istruire direttamente tutti i manutentori di ATAC.

La formazione sarà svolta in lingua italiana.

Il Fornitore predisporrà un programma di formazione, articolato sui seguenti argomenti:


- conoscenza vettura, guida dei tram e depannage per istruttori/responsabili di manutenzione;
- conoscenza vettura e nozioni basilari di guida dei tram per manutentori;
- manutenzione preventiva e correttiva di 1° livello per manutentori;
- manutenzione preventiva e correttiva di 2° e 3° livello per manutentori.

Di ciascun corso potranno essere previste più ripetizioni.

A supporto dei corsi saranno prodotte apposite dispense, contenenti i manuali o parte di essi e documentazione di cui al cap. 12.

Al termine della formazione il personale avrà una visione d'insieme degli argomenti trattati e saprà come estrapolare qualunque informazione di cui abbia bisogno dalle pubblicazioni consegnate. Alla fine di ciascun corso saranno eseguiti test di verifica.



	<b>SPECIFICA TECNICA PER LA FORNITURA DI TRAM BIDIREZIONALI</b>	Ediz. 14/12/2022  pag. <b>129/129</b>
---	---	---

Il Fornitore presenterà all'ATAC un "Piano di Sviluppo della Formazione", che include:

- le ore di formazione in aula,
- le ore di formazione pratica,
- il contenuto del corso,
- le qualifiche dei docenti,
- l'elenco dei supporti da utilizzare,
- descrizione e finalità di ciascun corso.

#### Corsi per gli istruttori

Il Fornitore istruirà gli istruttori di ATAC, a partire dalla consegna del primo tram, con più sessioni di incontro, da concordarsi.

I corsi comprenderanno una parte teorica in aula e una parte sul tram fermo in deposito, impegneranno ogni allievo per una durata stimata di 5 giorni e riguarderanno tutti gli aspetti di descrizione generale del materiale e delle sue funzionalità, di abilitazione e controlli, di guida e di risoluzione dei guasti. A ciascuna sessione di corso parteciperanno 2-3 allievi.

#### Corsi per i manutentori

I corsi per i manutentori si dividono in corsi di conoscenza vettura, utili per una prima familiarizzazione con il nuovo materiale rotabile, e corsi di manutenzione veri e propri.

I corsi di conoscenza vettura hanno lo scopo di illustrare le macro-caratteristiche dei tram e informare sulle nozioni basilari di guida e di riparazione. In particolare, essi illustreranno le modalità di rimessa a binario in caso di deragliamenti, di scarico dati dal registratore di eventi, di scarico dati dal registratore della videosorveglianza. Essi saranno svolti immediatamente a valle della consegna del primo tram.

I corsi di manutenzione riguarderanno la descrizione degli impianti e delle funzionalità della vettura, la manutenzione preventiva e correttiva e la ricerca guasti. Saranno previste combinazioni di lezioni teoriche e di esercitazioni pratiche, da svolgersi sui tram e in officina. Data la vastità degli argomenti, i corsi saranno tenuti separatamente per singole parti del tram, secondo la disaggregazione indicata per i manuali.

Essi saranno svolti a valle del Collaudo Definitivo del primo tram e saranno basati sui manuali di manutenzione in versione definitiva.