

DECISIONE DELLA COMMISSIONE

del 30 maggio 2002

relativa alle specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema energia del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità di cui all'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva 96/48/CE

[notificata con il numero C(2002) 1949]

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(2002/733/CE)

LA COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea,

vista la direttiva 96/48/CE del Consiglio, del 23 luglio 1996, relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità ⁽¹⁾, in particolare l'articolo 6 paragrafo 1,

considerando quanto segue:

- (1) Come indicato dall'articolo 2, lettera c), della direttiva 96/48/CE il sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità è suddiviso in sottosistemi di natura strutturale o funzionale. Tali sottosistemi sono descritti nell'allegato II della direttiva.
- (2) Come indicato dall'articolo 5, paragrafo 1, della direttiva ogni sottosistema è oggetto di una specifica tecnica d'interoperabilità (STI).
- (3) Come indicato dall'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva l'organismo comune rappresentativo provvederà ad elaborare un progetto di STI.
- (4) Il comitato di cui all'articolo 21 della direttiva 96/48/CE ha designato l'AEIF (European Association for Railway Interoperability) quale organismo comune rappresentativo ai sensi dell'articolo 2, lettera h), della direttiva stessa.
- (5) L'AEIF ha ricevuto mandato di elaborare un progetto di STI per il sottosistema energia, secondo il disposto dall'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva. Tale mandato è stato attribuito nel rispetto della procedura di cui all'articolo 21, paragrafo 2, della direttiva.
- (6) L'AEIF ha elaborato un progetto di STI, nonché una relazione introduttiva contenente una valutazione dei relativi costi e benefici, secondo il disposto dell'articolo 6, paragrafo 3, della direttiva.
- (7) Il progetto di STI è stato esaminato dai rappresentanti degli Stati membri, nell'ambito del comitato istituito dalla direttiva, alla luce della relazione introduttiva.

- (8) Come precisato dall'articolo 1 della direttiva 96/48/CE, le condizioni per garantire l'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità riguardano la progettazione, la costruzione, l'assetto e la gestione delle infrastrutture e del materiale rotabile che concorrono al funzionamento del sistema e che saranno messi in servizio dopo la data di entrata in vigore della direttiva. Per quanto riguarda le infrastrutture ed il materiale rotabile già in servizio al momento dell'entrata in vigore delle STI, queste ultime trovano applicazione nel momento in cui si prevede di effettuare lavori sulle infrastrutture in oggetto. Esse vi verranno tuttavia applicate in misura diversa, a seconda della portata e dell'estensione dei lavori previsti nonché dei costi e dei benefici derivanti dalla loro eventuale applicazione. Per poter contribuire al raggiungimento di una totale interoperabilità, tali interventi parziali devono essere realizzati nell'ambito di una strategia d'attuazione coerente. Interventi di assetto, rinnovo e sostituzione legata alla manutenzione vengono in tale contesto trattati in maniera distinta.

- (9) Benché la direttiva 96/48/CE e le STI non debbano obbligatoriamente essere applicate in caso di rinnovo e di sostituzione legata alla manutenzione, appare comunque opportuno applicare le STI in occasione degli interventi di rinnovo, come già avviene nel caso delle STI del sistema ferroviario convenzionale in base alla direttiva 2001/16/CE. Gli Stati membri sono pertanto invitati, pur non essendovi giuridicamente vincolati, ad applicare le STI anche in occasione degli interventi di rinnovo e sostituzione legata alla manutenzione, nei casi in cui la portata di tali interventi lo renda opportuno.

- (10) Le STI oggetto della presente decisione riguardano, nella loro versione corrente, aspetti specificamente legati al sistema ad alta velocità; esse non riguardano di norma aspetti comuni al sistema ad alta velocità ed a quello ferroviario convenzionale, la cui interoperabilità forma oggetto di un'apposita direttiva ⁽²⁾. Poiché in base al disposto dell'articolo 16, paragrafo 2, della direttiva 96/48/CE la verifica dell'interoperabilità va effettuata con riferimento alle STI, è opportuno stabilire le condi-

⁽¹⁾ GU L 235 del 17.9.1996, pag. 6.

⁽²⁾ Direttiva 2001/16/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 marzo 2001, relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale (GU L 110 del 20.4.2001, pag. 1).

zioni che, in aggiunta alle STI allegate, devono essere rispettate nel periodo che intercorre fra la pubblicazione della presente decisione e quella riguardante le STI relative al «sistema ferroviario convenzionale». È a tal fine necessario che ogni Stato membro informi gli altri Stati membri e la Commissione delle norme tecniche adottate a livello nazionale per garantire l'interoperabilità e soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 96/48/CE. Trattandosi di norme nazionali, è inoltre necessario che ogni Stato membro indichi agli altri Stati membri e alla Commissione gli organismi incaricati di attuare le procedure di valutazione della conformità o dell'idoneità all'impiego, nonché le procedure di controllo adottate per verificare l'interoperabilità dei sottosistemi ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 2, della direttiva 96/48/CE. Nel fissare le norme nazionali per l'applicazione dell'articolo 16, paragrafo 2, gli Stati membri applicano per quanto possibile principi e criteri stabiliti dalla direttiva 96/48/CE. Nel designare gli organismi incaricati di attuare le procedure in questione, gli Stati membri faranno per quanto possibile ricorso agli organismi notificati ai sensi dell'articolo 20 della direttiva 96/48/CE. La Commissione valuta le informazioni ricevute (norme nazionali, procedure e loro durata, organismi nazionali incaricati delle procedure) e, se del caso, discute in seno al comitato le eventuali misure che reputa necessarie.

- (11) Le STI oggetto della presente decisione non fanno obbligo di adottare specifiche tecnologie, salvo nei casi in cui ciò risulti assolutamente necessario per garantire l'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.
- (12) Le STI oggetto della presente decisione si fondano sulle più avanzate conoscenze possedute dagli esperti in materia alla data di elaborazione dei relativi progetti. Progressi tecnologici o considerazioni di carattere sociale potrebbero rendere necessario modificare o integrare le STI. Nei dovuti casi, sarà avviata procedura di revisione o aggiornamento ai sensi dell'articolo 6, paragrafo 2, della direttiva 96/48/CE.
- (13) In alcuni casi le STI oggetto della presente decisione offrono la scelta fra soluzioni alternative, permettendo di adottare soluzioni d'interoperabilità definitive o soluzioni provvisorie compatibili con la situazione in essere. La direttiva 96/48/CE prevede, in determinati casi specifici, speciali misure d'attuazione. Nei casi e nelle condizioni indicati nell'articolo 7 della direttiva, gli Stati membri possono inoltre non applicare talune STI. È pertanto opportuno che gli Stati membri pubblichino ed aggiornino ogni anno un registro dell'infrastruttura e un registro del materiale rotabile. Tali registri devono indicare le principali caratteristiche dell'infrastruttura e del materiale rotabile nazionale (ad esempio parametri di base) e la loro conformità rispetto alle caratteristiche stabilite dalle pertinenti STI. Le STI oggetto della presente

decisione indicano a tal fine dettagliatamente quali informazioni debbano figurare nel registro dell'infrastruttura.

- (14) Nell'applicare le STI oggetto della presente decisione occorre tener conto degli specifici criteri di compatibilità tecnica ed operativa delle infrastrutture sia rispetto al materiale rotabile destinato ad esservi impiegato che rispetto alla rete nella quale dovranno essere integrate. Per soddisfare tali esigenze di compatibilità occorre effettuare complesse analisi di natura tecnica ed economica, realizzate caso per caso, tenendo conto dei seguenti elementi:
- le interfacce fra i diversi sottosistemi indicati nella direttiva 96/48/CE,
 - le diverse categorie di linee e di materiale rotabile indicate nella stessa direttiva,
 - la realtà tecnica ed operativa che caratterizza la rete esistente.

Le STI oggetto della presente decisione devono pertanto essere applicate nel contesto di una strategia che ben definisca le varie fasi tecniche di transizione dalla situazione attuale a quella di interoperabilità della rete.

- (15) Le disposizioni della presente decisione sono conformi al parere del comitato istituito dalla direttiva 96/48/CE,

HA ADOTTATO LA PRESENTE DECISIONE:

Articolo 1

Sono adottate dalla Commissione le STI relative al sottosistema «energia» del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità di cui all'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva 96/48/CE. Tali STI figurano nell'allegato della presente decisione. Le STI si applicano in tutti i loro elementi alle infrastrutture ed al materiale rotabile del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, come definito nell'allegato I della direttiva 96/48/CE, tenuto conto del disposto dei seguenti articoli 2 e 3.

Articolo 2

1. Per quanto riguarda gli aspetti comuni al sistema ad alta velocità ed al sistema ferroviario convenzionale che non figurano nelle allegate STI, le condizioni di verifica dell'interoperabilità ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 2, della direttiva 96/48/CE sono stabilite dalle norme tecniche utilizzate dagli Stati membri per autorizzare la messa in servizio del sottosistema oggetto della presente decisione.

2. Entro sei mesi dalla notifica della presente decisione ogni Stato membro deve notificare agli altri Stati membri ed alla Commissione:

- l'elenco delle norme tecniche applicabili di cui all'articolo 2, paragrafo 1,
- le procedure di valutazione della conformità e le procedure di controllo applicate per garantire l'applicazione di tali norme,
- gli organismi incaricati di attuare le procedure di valutazione della conformità e le procedure di controllo.

Articolo 3

1. Ai fini del presente articolo si intende per:

- «assetto»: intervento sostanziale di trasformazione di un sottosistema o di una sua parte, tale da modificarne le prestazioni,
- «rinnovo»: intervento sostanziale di sostituzione di un sottosistema o di una sua parte, tale da modificarne le prestazioni,
- «sostituzione legata alla manutenzione»: sostituzione di componenti aventi funzione e prestazioni identiche, nell'ambito di interventi preventivi o correttivi di manutenzione.

2. In caso di assetto, l'appaltante presenta allo Stato membro interessato un fascicolo informativo sul progetto. Lo Stato membro esamina la documentazione presentata e, alla luce della strategia di applicazione di cui al capitolo 7 delle allegato STI, decide (ove necessario) se la portata dei lavori è tale da richiedere il rilascio di una nuova autorizzazione di messa in servizio ai sensi dell'articolo 14 della direttiva 96/48/CE. Il rilascio di una nuova autorizzazione di messa in servizio è necessario ogniqualvolta il tenore dei lavori previsti sia obiettivamente tale da influenzare il livello di sicurezza.

Ove fosse reputato necessario procedere al rilascio di una nuova autorizzazione di messa in servizio ai sensi dell'articolo 14 della direttiva 96/48/CE, lo Stato membro decide se:

- a) al progetto vadano applicate integralmente le STI, nel qual caso il sottosistema va soggetto alla procedura di verifica CE prevista dalla direttiva 96/48/CE, oppure
- b) al progetto non sia possibile applicare integralmente le STI, in tal caso il sottosistema non risulterà pienamente conforme alle STI e la procedura di verifica CE prevista dalla direttiva 96/48/CE andrà applicata solo alle parti del sottosistema soggette alle STI.

Nei due casi gli Stati membri ragguagliano il comitato istituito dalla direttiva 96/48/CE in merito al fascicolo informativo, precisando le parti di STI che vi trovano applicazione ed il grado di interoperabilità raggiunto.

3. In caso rinnovo e di sostituzione legata alla manutenzione, l'applicazione delle allegato STI avviene su base volontaria.

Articolo 4

Le pertinenti parti della raccomandazione 2001/290/CE della Commissione ⁽³⁾, del 21 marzo 2001, sui parametri di base del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità sono abrogate a partire dalla data di entrata in vigore delle allegato STI.

Articolo 5

Le allegato STI entrano in vigore entro sei mesi dalla notifica della presente decisione.

Articolo 6

Gli Stati membri sono destinatari della presente decisione.

Fatto a Bruxelles, il 30 maggio 2002.

Per la Commissione
Loyola DE PALACIO
Vicepresidente

⁽³⁾ GU L 100 dell'11.4.2001, pag. 17.

ALLEGATO

SPECIFICA TECNICA DI INTEROPERABILITÀ PER IL SOTTOSISTEMA ENERGIA**1. INTRODUZIONE****1.1. Campo d'applicazione tecnico**

La presente STI si applica al sottosistema energia, uno dei sottosistemi che figurano nell'allegato II, punto 1 della direttiva 96/48/CE.

Essa fa parte di un insieme di sei STI applicabili agli otto sottosistemi definiti nella direttiva citata. Le specifiche relative ai sottosistemi utenti e ambiente, necessarie per assicurare l'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità conformemente ai requisiti essenziali, sono fissate nelle STI corrispondenti.

Ulteriori informazioni in merito al sottosistema energia figurano al capitolo 2.

1.2. Campo d'applicazione geografico

Il campo d'applicazione geografico della presente STI si estende a tutto il sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità di cui all'allegato I della direttiva 96/48/CE.

Particolare riferimento va fatto alle linee della rete ferroviaria transeuropea che figurano nella decisione n. 1692/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 1996, sugli orientamenti comunitari per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti e successive modifiche, effettuate in conformità dell'articolo 21 della decisione stessa.

1.3. Contenuto della STI

Come previsto all'articolo 5, paragrafo 3, e all'allegato I, punto 1, lettera b), della direttiva 96/48/CE, la presente STI:

- a) precisa i requisiti essenziali per i sottosistemi e le loro interfacce (capitolo 3);
- b) fissa i parametri di base, descritti nell'allegato II, punto 3, della suddetta direttiva, necessari al soddisfacimento dei requisiti essenziali (capitolo 4);
- c) fissa le condizioni da rispettare per effettuare le prestazioni per ciascuna delle categorie di linee seguenti (capitolo 4):
 - categoria I: linee specialmente costruite per l'alta velocità, attrezzate per velocità generalmente pari o superiori ai 250 km/h,
 - categoria II: linee specialmente adattate per l'alta velocità, attrezzate per velocità dell'ordine di 200 km/h,
 - categoria III: linee specialmente adattate per l'alta velocità e aventi caratteristiche specifiche a causa di vincoli topografici, di rilievo o di ambiente urbano, la cui velocità deve essere adeguata caso per caso;
- d) fissa le eventuali modalità di applicazione in alcuni casi specifici (capitolo 7);
- e) determina i componenti di interoperabilità e le interfacce che devono essere oggetto di specifiche europee, tra cui le norme europee che sono necessarie per realizzare l'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità nel rispetto dei requisiti essenziali (capitolo 5);
- f) indica in ogni caso previsto i moduli, definiti nella decisione 93/465/CEE o, se del caso, le procedure specifiche da usare per valutare la conformità o l'idoneità all'impiego dei componenti di interoperabilità, nonché la verifica «CE» dei sottosistemi (capitolo 6).

2. DEFINIZIONE DEL SOTTOSISTEMA ENERGIA E CAMPO D'APPLICAZIONE

2.1. Campo d'applicazione

Il sottosistema energia del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità comprende tutti gli impianti fissi necessari a rifornire, nel rispetto dei requisiti essenziali, i treni a partire da reti monofase o trifase ad alta tensione.

Il sottosistema energia comprende:

- Sottostazioni: Sono collegate, sul lato principale, a una rete ad alta tensione in grado di trasformare l'alta tensione in una tensione e/o di convertirla in un sistema di alimentazione di corrente adatta ai treni. Sull'altro lato le sottostazioni sono collegate alle linee aeree di contatto (catenarie).
- Posti di sezionamento: Apparecchiature elettriche poste in posizione intermedia tra le sottostazioni da rifornire e le linee di contatto parallele che garantiscono protezione, isolamento, alimentazioni ausiliarie e compensazione.
- Linee di contatto aeree o catenarie: Le catenarie distribuiscono l'energia ai treni che circolano sulla linea e la trasmettono ai treni per mezzo di pantografi. La catenaria è anche dotata di sezionatori controllati manualmente o a distanza che servono a isolarne tratti o gruppi in base alle necessità operative. Anche i vari tipi di linee di alimentazione fanno parte delle linee di contatto.
- Circuito di ritorno di corrente: La corrente di trazione utilizza rotaie collegate direttamente o indirettamente al suolo, e conduttori di ritorno per risalire nuovamente alle sottostazioni. Perciò, nella misura in cui tale aspetto risulta pertinente, il circuito di ritorno di corrente è parte del sottosistema energia.
- Pantografo: Sebbene installati sul materiale rotabile in movimento, i pantografi costituiscono un importante dispositivo, la cui specifica funzione è direttamente collegata con la catenaria. Per questo motivo, è considerato parte del sottosistema energia.

Gli aspetti seguenti relativi al sottosistema energia sono collegati all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità:

- sistema di elettrificazione,
- catenarie e pantografi,
- interazione tra pantografi e attrezzatura della linea aerea,
- confini tra linee ad alta velocità, linee adattate e linee di raccordo.

2.2. Definizione di sottosistema

2.2.1. Sistema di elettrificazione

Come tutte le apparecchiature elettriche, una macchina di trazione è progettata per funzionare correttamente con una tensione nominale e una frequenza nominale applicate ai suoi dispositivi terminali, cioè i pantografi e le ruote. È necessario definire le variazioni e i limiti di tali parametri al fine di assicurare le previste prestazioni del treno.

I treni ad alta velocità richiedono una potenza proporzionalmente elevata. Pertanto, al fine di alimentare i treni con perdite minime, è necessario aumentare la tensione della rete di alimentazione e diminuire la corrente che comporta l'aumento di perdite resistive. Il sistema di alimentazione elettrica deve essere progettato in modo tale da fornire ad ogni treno l'energia necessaria. Perciò il consumo di potenza di ogni treno e il relativo orario di esercizio sono aspetti importanti dal punto di vista delle prestazioni.

I treni moderni utilizzano il sistema di frenatura a recupero che riporta l'energia all'alimentazione per ridurre il consumo complessivo. Pertanto anche il sistema di alimentazione elettrica deve ammettere il sistema di frenatura a recupero.

In qualsiasi sistema elettrico possono verificarsi cortocircuiti o altri tipi di guasti. Il sistema di elettrificazione deve essere progettato in modo che il sottosistema di controllo riveli tali guasti immediatamente, attui misure volte a eliminare la corrente di corto circuito e isolare la parte di circuito dove è stato individuato il difetto. Qualora si verificano situazioni di questo tipo, il sistema di elettrificazione deve essere in grado di ripristinare nel minor tempo possibile l'alimentazione di tutti gli impianti affinché possa essere ripreso il normale funzionamento.

2.2.2. *Catenaria e pantografo*

Dal punto di vista dell'interoperabilità, la geometria dei dispositivi della catenaria e dei pantografi è un aspetto importante. Per quanto concerne l'interazione geometrica, si devono specificare l'altezza del filo di contatto al di sopra delle rotaie, lo spostamento laterale in aria calma o sotto la pressione del vento e la forza di contatto. Per quanto riguarda il pantografo è anche fondamentale la geometria dell'archetto al fine di garantire una corretta interazione con la linea di contatto, tenendo in considerazione la possibile oscillazione dei veicoli.

2.2.3. *Interazione tra catenaria e pantografo*

L'interazione tra la catenaria e il pantografo, alle elevate velocità previste per il sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, rappresenta un aspetto molto importante per determinare una trasmissione di energia elettrica sicura e che non provochi disturbi inopportuni agli impianti ferroviari e all'ambiente. Tale interazione è determinata principalmente da

- sforzi statici e aerodinamici che dipendono dalla natura dello strisciante del pantografo e dal modello dei pantografi,
- la compatibilità del materiale dello strisciante con il filo di contatto per quanto concerne il limite di usura di tali componenti,
- il comportamento dinamico e gli impatti sulla qualità della captazione di corrente e l'obiettivo di un'alimentazione continua, senza alcuna interruzione e priva di disturbi,
- la protezione del pantografo e dei dispositivi della catenaria in caso di rottura della banda di captazione,
- il numero di pantografi in funzione e la distanza a cui sono posti l'uno dall'altro, aspetto, questo, che ha un impatto fondamentale sulla qualità di captazione poiché ogni pantografo può interferire con gli altri pantografi che si trovano sulla stessa linea di contatto.

2.2.4. *Limiti tra le linee ad alta velocità e le altre linee*

Le linee ad alta velocità devono essere collegate alle linee adattate o alle linee di raccordo. I limiti tra queste linee influiscono sul sistema di alimentazione e sul sistema delle linee di contatto e, pertanto, costituiscono un aspetto che deve essere trattato nell'ambito della STI energia.

2.3. *Collegamenti con altri sottosistemi e all'interno del sottosistema*

2.3.1. *Introduzione*

Il sottosistema energia presenta numerosi collegamenti con altri sottosistemi del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità intesi a realizzare le prestazioni di interoperabilità previste. Tali collegamenti sono oggetto della definizione di interfacce e dei criteri di prestazione.

2.3.2. *Collegamenti relativi al sistema di elettrificazione*

- Tensione e frequenza e i relativi intervalli ammissibili rappresentano le interfacce con il sottosistema materiale rotabile.
- La potenza installata sulle linee e il fattore di potenza specificato determinano le prestazioni del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità e rappresentano le interfacce con il sottosistema materiale rotabile.
- Il sistema di frenatura a recupero riduce il consumo di potenza e rappresenta l'interfaccia con il sottosistema materiale rotabile.
- Gli impianti elettrici fissi e le altre apparecchiature di trazione presenti a bordo devono essere protetti contro eventuali corto circuiti mediante appositi dispositivi collocati nelle sottostazioni. Si deve coordinare l'attivazione dell'interruttore di circuito nelle sottostazioni e sui treni. Per questo motivo tutto quanto concerne la protezione elettrica costituisce l'interfaccia con il sottosistema materiale rotabile.
- Le interferenze elettriche e le emissioni armoniche costituiscono le interfacce con il sottosistema materiale rotabile e con il sottosistema controllo-comando e segnalamento.

2.3.3. **Collegamenti relativi all'impianto della catenaria e ai pantografi**

- Nel caso di linee ad alta velocità l'altezza del filo di contatto riveste una particolare importanza al fine di evitare l'eccessiva usura del filo di contatto. L'altezza del filo di contatto rappresenta l'interfaccia con il sottosistema infrastrutture e con il sottosistema materiale rotabile.
- Per superare i confini dei sistemi di elettrificazione, senza collegare i diversi sistemi, è necessario stabilire il numero e la disposizione dei pantografi sui treni. Questo rappresenta quindi l'interfaccia con il sottosistema materiale rotabile.
- L'eventuale oscillazione dei veicoli e dei pantografi rappresenta l'interfaccia con il sottosistema materiale rotabile e con il sottosistema infrastrutture.

2.3.4. **Collegamenti relativi all'interazione tra catenaria e pantografo**

- La qualità della captazione di corrente dipende dal numero di pantografi in funzione e dalla loro distanza. La disposizione dei pantografi costituisce l'interfaccia con il sottosistema materiale rotabile.

3. **REQUISITI ESSENZIALI**

3.1. **Conformità ai requisiti essenziali**

Ai sensi dell'articolo 4, paragrafo 1, della direttiva 96/48/CE, il sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, i sottosistemi e i componenti di interoperabilità devono soddisfare i requisiti essenziali indicati in termini generali nell'allegato III della direttiva.

3.2. **Aspetti dei requisiti essenziali**

I requisiti essenziali riguardano:

- la sicurezza,
- l'affidabilità e la disponibilità,
- la salute,
- la tutela dell'ambiente,
- la compatibilità tecnica.

A norma della direttiva 96/48/CE i requisiti essenziali sono applicabili al sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità nel suo insieme e possono essere di portata generale o prevedere aspetti specifici per ogni sottosistema e relativi componenti.

3.3. **Aspetti specifici relativi al sottosistema energia**

3.3.1. **Sicurezza**

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i requisiti essenziali relativi alla sicurezza del sottosistema energia sono i seguenti:

- 1.1.1. *La progettazione, la costruzione o la fabbricazione, la manutenzione e la sorveglianza dei componenti critici per la sicurezza e, più in particolare, degli elementi che partecipano alla circolazione dei treni devono garantire la sicurezza ad un livello corrispondente agli obiettivi fissati sulla rete, anche in situazioni specifiche di degrado.*
- 1.1.2. *I parametri legati al contatto ruota-rotaia devono rispettare i criteri di stabilità di passaggio necessari per garantire una circolazione in piena sicurezza alla velocità massima autorizzata.*
- 1.1.3. *I componenti adoperati devono resistere alle sollecitazioni normali o eccezionali specificate per tutta la loro durata di esercizio. Il mancato funzionamento accidentale deve essere limitato nelle sue conseguenze per la sicurezza mediante opportuni mezzi.*

1.1.4. *La progettazione degli impianti fissi e la scelta dei materiali utilizzati devono essere fatti allo scopo di limitare la produzione, la propagazione e gli effetti del fuoco e dei fumi in caso di incendio.*

1.1.5. *I dispositivi destinati ad essere manovrati dagli utenti devono essere progettati in modo da non compromettere la sicurezza di questi ultimi in caso di uso prevedibile non conforme alle istruzioni indicate.*

Quanto indicato ai punti 1.1.2 e 1.1.5 di cui sopra non si applica al sottosistema energia.

Al fine di soddisfare i requisiti essenziali 1.1.1, 1.1.3 e 1.1.4 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.2.2.2, 4.2.3.3, 4.3.1.2, 4.3.1.8, 4.3.2.1, 4.3.2.2 e 4.3.2.4 del capitolo 4 e i componenti di interoperabilità utilizzati devono essere conformi ai requisiti di cui ai paragrafi 5.3.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.4 e 5.3.3.2 del capitolo 5. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui ai capitoli 4 e 5.

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i seguenti requisiti essenziali relativi alla sicurezza interessano in modo particolare il sottosistema energia:

2.2.1. *Il funzionamento degli impianti di alimentazione di energia non deve compromettere la sicurezza dei treni ad alta velocità né quella delle persone (utenti, personale operativo, residenti lungo la strada ferrata e terzi).*

Al fine di soddisfare il requisito essenziale 2.2.1 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.1.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3, 4.2.2.7, 4.2.2.9, 4.3.1.2, 4.3.1.5, 4.3.1.7, 4.3.2.1, 4.3.2.2 e 4.3.2.4 del capitolo 4 e i componenti di interoperabilità utilizzati devono essere conformi ai requisiti di cui al paragrafo 5.3.1.1 del capitolo 5. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui ai capitoli 4 e 5.

3.3.2. **Affidabilità, disponibilità e manutenibilità**

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i requisiti essenziali relativi all'affidabilità, alla disponibilità e alla manutenibilità del sottosistema energia sono i seguenti:

1.2. *La sorveglianza e la manutenzione degli elementi fissi o mobili che partecipano alla circolazione dei treni devono essere organizzate, effettuate e quantificate in modo da mantenere la funzione nelle condizioni previste.*

Al fine di soddisfare il requisito essenziale 1.2 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.3.1.9 e 4.3.2.6 del capitolo 4. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui al capitolo 4.

3.3.3. **Salute**

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i requisiti essenziali relativi alla salute per quanto riguarda il sottosistema energia sono i seguenti:

1.3.1. *I materiali che, quando utilizzati, potrebbero mettere in pericolo la salute delle persone che vi hanno accesso non devono essere utilizzati nei treni e nelle infrastrutture ferroviarie.*

1.3.2. *La scelta, l'impiego e l'utilizzazione di questi materiali devono aver luogo in modo da limitare l'emissione di fumi o di gas nocivi e pericolosi, soprattutto in caso di incendio.*

Al fine di soddisfare i requisiti essenziali 1.3.1 e 1.3.2 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.2.2.2, 4.2.3.2, 4.2.3.3, 4.3.1.2, 4.3.1.8, 4.3.1.10, 4.3.2.2 e 4.3.2.4 del capitolo 4 e i componenti di interoperabilità utilizzati devono essere conformi ai requisiti di cui al paragrafo 5.3.3.2 del capitolo 5. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui ai capitoli 4 e 5.

3.3.4. **Tutela dell'ambiente**

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i requisiti essenziali relativi alla tutela dell'ambiente per quanto riguarda il sottosistema energia sono i seguenti:

- 1.4.1. *Le conseguenze per l'ambiente legate alla realizzazione e alla gestione del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità devono essere valutate e considerate al momento della progettazione del sistema secondo le disposizioni comunitarie vigenti.*
- 1.4.2. *I materiali utilizzati nei treni e nelle infrastrutture devono evitare l'emissione di fumi o di gas nocivi e pericolosi per l'ambiente, soprattutto in caso di incendio.*
- 1.4.3. *Il materiale rotabile e i sistemi di alimentazione di energia devono essere progettati e realizzati per essere compatibili, in materia elettromagnetica, con gli impianti, le apparecchiature e le reti pubbliche o private con cui rischiano di interferire.*

Quanto indicato al punto 1.4.2 non si applica al sottosistema energia.

Al fine di soddisfare i requisiti essenziali 1.4.1 e 1.4.3 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.2.3.2, 4.2.3.3 e 4.3.1.5 del capitolo 4. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui al capitolo 4.

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i seguenti requisiti essenziali relativi alla tutela dell'ambiente interessano in modo particolare il sottosistema energia.

- 2.2.2. *Il funzionamento degli impianti di alimentazione di energia non deve perturbare l'ambiente oltre limiti specificati.*

Al fine di soddisfare il requisito essenziale 2.2.2 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.2.3.2 e 4.3.1.5 del capitolo 4. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui al capitolo 4.

3.3.5. **Compatibilità tecnica**

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i requisiti essenziali relativi alla compatibilità tecnica del sottosistema energia sono i seguenti:

- 1.5. *Le caratteristiche tecniche delle infrastrutture e degli impianti fissi devono essere compatibili tra loro e con quelle dei treni destinati a circolare sul sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.*

Qualora l'osservanza di queste caratteristiche risulti difficile in determinate parti della rete, si potrebbero applicare soluzioni temporanee che garantiscano la compatibilità in futuro.

Al fine di soddisfare il requisito essenziale 1.5 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.1.1, 4.1.2, 4.2.2.1, 4.2.2.3, 4.2.2.4, 4.2.2.5, 4.2.2.6, 4.2.2.7, 4.2.2.8, 4.2.2.9, 4.2.2.10, 4.2.2.11, 4.2.2.12, 4.3.1.1, 4.3.1.3, 4.3.1.4, 4.3.2.1, 4.3.2.3, 4.3.2.5 e 4.3.3 del capitolo 4 e i componenti di interoperabilità utilizzati devono essere conformi ai requisiti di cui ai paragrafi 5.3.1.2, 5.3.1.3, 5.3.1.4, 5.3.1.5, 5.3.1.6, 5.3.1.8, 5.3.2.2, 5.3.2.3, 5.3.2.4, 5.3.2.5, 5.3.2.6, 5.3.2.7, 5.3.2.9, 5.3.3.1, 5.3.3.2, 5.3.3.3 e 5.3.3.4 del capitolo 5. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui ai capitoli 4 e 5.

Conformemente all'allegato III della direttiva 96/48/CE, i seguenti requisiti essenziali relativi alla compatibilità tecnica interessano in modo particolare il sottosistema energia:

- 2.2.3. *I sistemi di alimentazione di energia elettrica utilizzati nel sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità devono:*

- *permettere ai treni di realizzare le prestazioni specificate,*
- *essere compatibili con i dispositivi di captazione installati sui treni.*

Al fine di soddisfare il requisito essenziale 2.2.3 il sottosistema energia deve essere progettato e costruito in modo da rispettare i requisiti di cui ai paragrafi 4.1.1, 4.1.2.1, 4.1.2.2, 4.1.2.3, 4.3.1.1, 4.3.1.3, 4.3.2.1, 4.3.2.3 e 4.3.2.5 del capitolo 4 e i componenti di interoperabilità utilizzati devono essere conformi ai requisiti di cui ai paragrafi 5.3.1.1, 5.3.1.2, 5.3.1.4, 5.3.2.1, 5.3.2.5, 5.3.3.1 e 5.3.3.5 del capitolo 5. I requisiti essenziali sono soddisfatti se si dimostra la conformità alle condizioni di cui ai capitoli 4 e 5.

3.4. **Verifica di conformità**

La conformità del sottosistema energia e dei suoi componenti ai requisiti essenziali è verificata secondo le disposizioni previste dalla direttiva 96/48/CE e le specifiche riportate al capitolo 6 e relativi allegati da A a C della presente STI.

4. **CARATTERISTICHE DEL SOTTOSISTEMA**

Il sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, cui si applica la direttiva 96/48/CE e che comprende il sottosistema energia, è un sistema integrato la cui coerenza va verificata in particolare a livello dei parametri di base, delle interfacce e delle prestazioni, al fine di garantire l'interoperabilità del sistema e nel rispetto dei requisiti essenziali.

4.1. **Parametri di base del sottosistema energia**

4.1.1. **Tensione e frequenza**

Per i servizi dei treni è necessario procedere a una standardizzazione dei valori di tensione e di frequenza come stabilito per l'interoperabilità. Nella tabella 4.1 sono elencate le tensioni e le frequenze applicabili in base alla categoria di linea.

Tabella 4.1
Tensioni e frequenze

Tensione e frequenza	Categoria di linea		
	Linee di raccordo	Linee adattate	Linee ad alta velocità
CA 25 kV 50 Hz	X	X	X
CA 15 kV 16,7 Hz	X	X	(¹)
CC 3 kV	X	X	(²)
CC 1,5 kV	X	X	—

(¹) Nei paesi dove la rete è attualmente elettrificata a corrente alternata a 15 kV 16,7 Hz, si può usare questo tipo di corrente per le nuove linee. Lo stesso sistema può essere usato nei paesi limitrofi qualora sia economicamente giustificato.

(²) In Italia e in Spagna si può utilizzare la tensione di 3 kV corrente continua per le linee esistenti e per i tratti di linee nuove a 250 km/h, dove l'elettrificazione con corrente alternata a 25 kV 50 Hz potrebbe perturbare il funzionamento delle apparecchiature di segnalamento a terra e a bordo su una linea esistente adiacente alla nuova linea.

La tensione ai morsetti delle sottostazioni e ai pantografi deve soddisfare l'allegato N della presente STI. La frequenza della tensione deve soddisfare l'allegato N della presente STI. La tensione e le frequenze devono essere definite nel Registro delle infrastrutture (allegato D della presente STI). Per la valutazione della conformità, cfr. l'allegato N, paragrafo N.4.

4.1.2. **Catenaria e pantografo**

Nelle linee ad alta velocità, nelle linee adattate e nelle linee di raccordo di prossima costruzione dovrebbe essere utilizzato un unico tipo di archetto per tutti i treni che circolano su tali linee. Per questo motivo tutti i futuri treni ad alta velocità utilizzeranno pantografi con archetto di 1 600 mm. Tutte le catenarie ad alta velocità a corrente alternata di nuova costruzione devono soddisfare, rispettivamente, i paragrafi 4.1.2.1 e 4.1.2.3. Questo aspetto riguarda anche le linee di raccordo e le linee adattate a corrente continua e a corrente alternata.

4.1.2.1. **Geometria della catenaria disistemi a corrente alternata**

L'altezza del filo di contatto al di sopra delle rotaie, il gradiente del filo di contatto in relazione al binario e la flessione laterale del filo di contatto sotto l'azione del vento laterale sono tutti aspetti da cui dipende l'interoperabilità della rete ad alta velocità. Nella tabella 4.2 sono riportati i valori ammissibili.

Tabella 4.2

Geometria delle catenarie di sistemi a corrente alternata

N.	Descrizione	Linee di raccordo	Linee adattate	Linee ad alta velocità
1	Altezza nominale del filo di contatto (mm)	Tra 5 000 e 5 750 ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	Tra 5 000 e 5 500 ⁽¹⁾ ⁽³⁾	5 080 o 5 300 ⁽³⁾
2	Gradiente ammissibile del filo di contatto rispetto al binario e variazione del gradiente	EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.8.2		Nessun gradiente accettabile previsto
3	Flessione laterale ammissibile del filo di contatto sotto l'azione di venti trasversali (mm) ⁽³⁾	≤ 400		

⁽¹⁾ Per linee di raccordo destinate al traffico misto merci e passeggeri, per la circolazione di rimorchi ferroviari con sagoma fuori misura, l'altezza del filo di contatto può essere maggiore, purché il pantografo sia adatto a captare la corrente con la qualità specificata e lo sviluppo del pantografo risulti sufficiente come indicato al paragrafo 5.3.2.5.

⁽²⁾ L'altezza del filo di contatto in corrispondenza dei passaggi a livello deve essere progettata in conformità delle direttive nazionali.

⁽³⁾ L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento da prendere in considerazione sono definite nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI.

La geometria della catenaria deve soddisfare i requisiti di cui all'allegato H, paragrafo H.3.1, della presente STI.

4.1.2.2. *Geometria della catenaria di sistemi a corrente continua*

I dati che determinano la geometria della catenaria di sistemi a corrente continua nell'ambito del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità sono riportati nella tabella 4.3.

Tabella 4.3

Geometria delle catenarie di sistemi a corrente continua

N.	Descrizione	Linee di raccordo	Linee adattate
1	Altezza nominale del filo di contatto (mm)	Tra 5 000 e 5 600 ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	Tra 5 000 e 5 500 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾
2	Gradiente ammissibile del filo di contatto rispetto al binario e variazione del gradiente	EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.8.2	
3	Flessione laterale ammissibile del filo di contatto sotto l'azione di venti trasversali (mm) ⁽⁴⁾	≤ 400	

⁽¹⁾ Per linee di raccordo destinate al traffico misto merci e passeggeri, per la circolazione di rimorchi ferroviari con sagoma fuori misura, l'altezza del filo di contatto può essere maggiore, purché il pantografo sia adatto a captare la corrente con la qualità specificata e lo sviluppo del pantografo risulti sufficiente come indicato al paragrafo 5.3.2.5.

⁽²⁾ L'altezza del filo di contatto in corrispondenza di passaggi a livello deve essere progettata in conformità delle direttive nazionali.

⁽³⁾ Per quanto concerne le linee presenti in Italia di cui alla nota (2) della tabella 4.1, l'altezza del filo di contatto è compresa tra 5 000 mm e 5 300 mm. Gli altri valori si applicano ad altri tipi di linee.

⁽⁴⁾ L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento da prendere in considerazione, sono definite nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI.

La geometria della catenaria deve soddisfare i requisiti di cui all'allegato J, paragrafo J.3.1, della presente STI.

4.1.2.3. *Geometria dell'archetto del pantografo*

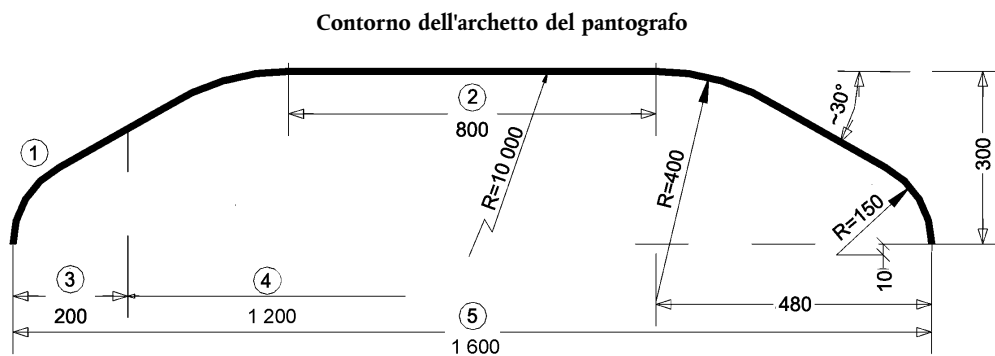
La larghezza e la zona di lavoro dell'archetto del pantografo, la larghezza dello strisciante e il profilo dell'archetto sono definite in modo da ottenere l'interoperabilità. Nella tabella 4.4 sono specificati i dati sia per i sistemi a corrente continua che per i sistemi a corrente alternata. Il profilo dell'archetto del pantografo è rappresentato in figura 4.1.

Tabella 4.4

Geometria dell'archetto del pantografo di sistemi a corrente continua e a corrente alternata

N.	Descrizione	Tutte le categorie di linea
1	Larghezza dell'archetto del pantografo (mm)	1 600
2	Contorno dell'archetto del pantografo	Cfr. figura 4.1
3	Altri requisiti dei sistemi a corrente alternata	Cfr. allegato H, paragrafo H.3.2, della presente STI
4	Altri requisiti dei sistemi a corrente continua	Cfr. allegato J, paragrafo J.3.2, della presente STI

Figura 4.1



- 1 Corno in materiale isolante
- 2 Lunghezza minima dello strisciante
- 3 Lunghezza in proiezione
- 4 Zona di lavoro dell'archetto
- 5 Larghezza dell'archetto

4.2. Interfacce del sottosistema energia**4.2.1. Elenco delle interfacce****4.2.1.1. Interfacce con il sottosistema infrastrutture**

- Sagome
- Protezione contro le scosse elettriche (messa a terra e connettore di terra)

4.2.1.2. Interfacce con il sottosistema controllo-comando e segnalamento

- Correnti armoniche, effetti su segnalamento e telecomunicazione interna
- Segnali di comando necessari per tratti a separazione di sistema e tratti a separazione di fase

4.2.1.3. Interfacce con il sottosistema materiale rotabile

- Ingombro dinamico del veicolo
- Limitazione del consumo massimo di potenza
- Corrente a treno fermo
- Tensione e frequenza
- Coordinamento della protezione elettrica
- Disposizione dei pantografi
- Circolazione attraverso tratti a separazione di fase
- Circolazione attraverso tratti a separazione di sistema
- Regolazione della forza di contatto del pantografo

4.2.1.4. *Requisiti relativi alle prestazioni previsti anche per il sottosistema materiale rotabile*

- Fattore di potenza
- Frenatura a recupero
- Caratteristiche armoniche e relative sovratensioni sulla catenaria

4.2.2. **Dati caratteristici delle interfacce**

4.2.2.1. *Sagome*

La sagoma delle infrastrutture deve tenere in considerazione lo spazio necessario per il passaggio dei pantografi a contatto con i dispositivi della catenaria e per l'installazione di quest'ultima. Le dimensioni delle gallerie e delle altre strutture devono essere reciprocamente compatibili con la geometria della catenaria e con l'ingombro dinamico del pantografo. (L'allegato H paragrafo H.3.6 della presente STI descrive l'ingombro dinamico del pantografo). Lo spazio necessario per l'installazione della catenaria deve essere stabilito dall'ente aggiudicatore. La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito della valutazione del sottosistema infrastrutture.

4.2.2.2. *Messa a terra e connettore di terra, protezione contro le scosse elettriche*

Il sottosistema infrastrutture deve realizzare un sistema di messa a terra generale lungo la linea per soddisfare i requisiti in materia di protezione contro le scosse elettriche stabiliti nella norma EN 50 122-1. La protezione contro le scosse elettriche in fase di esercizio e in condizioni di malfunzionamento è soddisfatta limitando le tensioni di contatto a valori limite accettabili come stabilito nella norma EN 50 122-1, versione 1997, paragrafo 7. Al fine di dimostrare la conformità ai requisiti devono essere forniti i risultati delle indagini effettuate dall'ente aggiudicatore e le disposizioni specifiche corrispondenti. La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito della valutazione del sottosistema infrastrutture.

4.2.2.3. *Correnti armoniche, effetti su segnalamento e telecomunicazione interna*

Le correnti armoniche generate dal sottosistema materiale rotabile influiscono sul sottosistema controllo-comando e segnalamento attraverso il sottosistema energia. Per questo motivo tale argomento è trattato nell'ambito del sottosistema controllo-comando e segnalamento. Il sottosistema energia non richiede alcuna valutazione di conformità.

4.2.2.4. *Ingombro dinamico del veicolo*

Le catenarie devono essere progettate in conformità dell'ingombro dinamico dei veicoli. La sagoma da adottare dipende dalla categoria di linea definita nel Registro delle infrastrutture (allegato D della presente STI). La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema energia.

4.2.2.5. *Limitazione del consumo massimo di potenza*

La potenza installata su una linea ad alta velocità e su una linea adattata o di raccordo determina il consumo di potenza ammissibile per i treni. Pertanto, a bordo devono essere installati dispositivi di limitazione di corrente come descritto nell'allegato O della presente STI. La valutazione deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema materiale rotabile. Il Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI deve contenere informazioni relative al consumo massimo di potenza.

4.2.2.6. *Limitazione della corrente assorbita dai treni fermi*

Nel caso di sistemi a corrente continua a 1,5 kV e a 3,0 kV, quando il treno è fermo, la corrente deve essere limitata rispettivamente a 300 A e 200 A, per ogni pantografo. La valutazione deve essere eseguita nell'ambito della valutazione del sottosistema materiale rotabile.

4.2.2.7. *Tensione e frequenza*

I treni devono essere in grado di circolare con le tensioni e le frequenze di cui al paragrafo 4.1.1 e indicate nell'allegato N della presente STI. La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito della valutazione del sottosistema materiale rotabile.

4.2.2.8. *Coordinamento della protezione elettrica*

Il coordinamento della protezione elettrica delle sottostazioni e delle macchine di trazione è indispensabile al fine di ottimizzare l'eliminazione di eventuali cortocircuiti. (L'allegato E della presente STI riporta i requisiti applicabili). Il Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D del presente documento deve contenere le informazioni relative alla protezione delle sottostazioni.

La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema energia, per quanto concerne la progettazione e il funzionamento della sottostazione, e nell'ambito del sottosistema materiale rotabile per quanto riguarda le apparecchiature presenti sulle macchine di trazione.

4.2.2.9. *Disposizione dei pantografi*

La disposizione dei pantografi sui treni deve tenere in considerazione la lunghezza massima dei treni. La distanza massima tra i pantografi è inferiore a 400 m. Inoltre lo spazio tra tre pantografi consecutivi deve essere superiore a 143 m. Il numero accettabile di pantografi e lo spazio che intercorre tra questi ultimi dipendono dalle prestazioni dinamiche. Nel caso di sistemi di alimentazione a corrente alternata, i pantografi non devono essere collegati elettricamente. Cfr. l'allegato H, paragrafo H.3.5, della presente STI. La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema materiale rotabile.

4.2.2.10. *Circolazione attraverso tratti a separazione di fase*

I treni devono potersi spostare da un tratto a quello adiacente senza il collegamento delle due fasi.

Si devono prevedere i mezzi adeguati per consentire di riavviare un treno fermato in separazione di fase. Per quanto riguarda la progettazione, cfr. l'allegato H, paragrafo H.3.3, della presente STI.

Il Registro delle infrastrutture, di cui all'allegato D della presente STI, deve contenere le informazioni relative ai tratti a separazione di fase.

Il consumo di energia (di trazione e dei dispositivi ausiliari) del treno deve essere portato a zero nel momento in cui si entra nei tratti a separazione di fase. Questo deve essere compiuto in automatico senza l'intervento del macchinista. Non è necessario abbassare il pantografo.

I requisiti per la progettazione del sottosistema energia sono:

Per le linee future possono essere adottati due tipi di progettazione di tratti a separazione di fase.

— Una progettazione che prevede la separazione di fase dove tutti i pantografi dei treni interoperabili di maggiore lunghezza sono all'interno di un tratto neutro. In questo caso non ci sono limitazioni per quanto riguarda la disposizione e la distanza dei pantografi sui treni. La lunghezza del tratto neutro deve essere almeno di 402 m. Per i requisiti dettagliati cfr. l'allegato H, paragrafo H.3.3, della presente STI.

— Una separazione di fase più breve con una limitazione per quanto riguarda la disposizione dei pantografi sui treni, come riportata all'allegato H, paragrafo H.3.3, della presente STI. La lunghezza complessiva di tale separazione è inferiore a 142 m. Per utilizzare questo tipo di progettazione è necessario che la distanza tra i tre pantografi consecutivi in funzione sia superiore a 143 m.

Per le linee esistenti possono essere adottate varie soluzioni, basate sul tipo di disposizione dei pantografi sul treno ammessa e che dipendono dalla possibilità di programmare l'itinerario, dalle prestazioni richieste e dagli investimenti accettabili per l'ente aggiudicatore. Se la progettazione delle separazioni di fase esistenti non consente il passaggio dei treni ad alta velocità interoperabili, l'ente aggiudicatore deve fornire adeguati progetti o procedure in alternativa.

Come indicato nell'allegato D della presente STI, il Registro delle infrastrutture deve fornire le informazioni relative alla progettazione dei tratti a separazione di fase.

Per quanto concerne la progettazione del tratto a separazione di fase, la valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema energia.

I requisiti per il sottosistema controllo-comando e per il sottosistema materiale rotabile sono i seguenti:

Sulle linee ad alta velocità, il sottosistema controllo-comando e segnalamento deve consentire al materiale rotabile di funzionare automaticamente a monte e a valle dei tratti a separazione di fase. Le apparecchiature presenti sulle macchine di trazione devono essere attivate in tempo utile in caso di tratto a separazione di fase tenendo in debito conto la velocità di marcia massima ammissibile. Per quanto concerne la valutazione della conformità, le prove funzionali devono essere effettuate congiuntamente con il sottosistema materiale rotabile e il sottosistema controllo-comando e segnalamento.

4.2.2.11. *Circolazione attraverso tratti a separazione di sistema*

Generalità

I treni devono potersi spostare da un sistema di alimentazione di energia a quello adiacente che utilizza un'alimentazione diversa senza che sia necessario collegare i due sistemi. Gli interventi necessari dipendono dal tipo di entrambi i sistemi di alimentazione, nonché dalla disposizione dei pantografi sui treni e dalla velocità di marcia.

Il treno ha due possibilità per circolare attraverso tratti a separazione di sistema:

- (1) con il pantografo alzato che tocca il filo di contatto,
- (2) con il pantografo abbassato che non tocca il filo di contatto.

La scelta dipende dall'ente aggiudicatore e deve essere dichiarata nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI.

I requisiti per la progettazione del sottosistema energia sono i seguenti:

— *Pantografi alzati*

Se i tratti a separazione di sistema sono superati con il pantografo alzato che tocca il filo di contatto, si applicano le seguenti condizioni:

- (1) La progettazione funzionale del tratto a separazione di sistema è descritta come riportato di seguito:
 - la geometria dei vari elementi della catenaria deve evitare il corto circuito dei pantografi o il collegamento di entrambi i sistemi di alimentazione con la disposizione dei pantografi di cui al paragrafo 4.2.2.9,
 - per quanto concerne brevi tratti neutri, il comportamento meccanico del sistema a catenaria del pantografo, alla massima velocità, deve soddisfare la norma EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2,
 - nel sottosistema energia si devono adottare misure volte ad evitare il collegamento di entrambi i sistemi di alimentazione adiacenti in caso di mancata apertura dell'interruttore di circuito di bordo,
 - la figura H.4 dell'allegato H della presente STI illustra un esempio di disposizione del tratto a separazione di sistema.
- (2) Se la velocità è superiore a 250 km/h, l'altezza dei fili di contatto in entrambi i sistemi deve essere identica. Informazioni dettagliate e tolleranze sono riportati negli allegati H e J della presente STI.
- (3) Sul materiale rotabile, i dispositivi devono aprire automaticamente l'interruttore di circuito prima di raggiungere il tratto di separazione e riconoscere automaticamente la tensione del nuovo sistema di alimentazione al pantografo al fine di attivare i circuiti corrispondenti.

— *Pantografi abbassati*

Se i tratti a separazione di fase sono superati con il pantografo abbassato, si applicano le seguenti condizioni:

- (1) La progettazione dei tratti a separazione tra sistemi di alimentazione di energia diversi deve essere tale da impedire, qualora il pantografo tocchi inavvertitamente la catenaria, il collegamento dei due sistemi di alimentazione e garantire l'immediato disinserimento di entrambi i tratti di alimentazione. L'innescio di un corto circuito assicura il funzionamento dei tratti isolati.
- (2) Questa scelta alternativa deve essere effettuata se le condizioni di esercizio con pantografi alzati non sono soddisfatte.
- (3) Sulle linee ad alta velocità con altezze diverse del filo di contatto e sui tratti a separazione di linee esistenti che non soddisfano ai requisiti STI, i pantografi devono essere abbassati se cambia il sistema di alimentazione di energia o se la velocità di marcia non permette l'installazione di tratti di transizione con gradienti accettabili (cfr. allegati H e J della presente STI).
- (4) Laddove la separazione del sistema di alimentazione richiede un abbassamento del pantografo, questa operazione deve essere eseguita senza l'intervento del macchinista e tramite segnali di comando.

Per quanto concerne la progettazione dei tratti a separazione di sistema, la valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema energia.

I requisiti per il sottosistema controllo-comando e per il sottosistema materiale rotabile sono i seguenti:

Prima di circolare attraverso tratti a separazione tra sistemi diversi di alimentazione di energia l'interruttore di circuito principale delle macchine di trazione deve essere aperto senza l'intervento del macchinista, attivato da segnali di comando. Questa operazione deve essere eseguita in tempo utile in modo che le apparecchiature elettriche delle macchine di trazione del sistema di alimentazione di energia di terminazione si chiudano completamente prima che sia raggiunto il nuovo sistema di alimentazione di energia.

Il sottosistema controllo-comando e segnalamento deve fornire i segnali richiesti alle macchine di trazione.

Le macchine di trazione devono essere progettate in modo da poter ricevere i segnali di comando che servono ad attivare l'apertura dell'interruttore di circuito principale e, se necessario, ad abbassare i pantografi senza l'intervento del macchinista. Quando i pantografi non sono abbassati dal filo di contatto, possono rimanere collegati solo i circuiti elettrici sulle macchine di trazione che immediatamente risultano essere conformi al sistema di alimentazione di energia.

Il Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI deve contenere spiegazioni relative alla progettazione e al funzionamento dei tratti a separazione di sistema.

La valutazione della conformità deve essere eseguita con prove funzionali congiuntamente con il sottosistema controllo-comando e il sottosistema materiale rotabile.

4.2.2.12. *Regolazione della forza di contatto del pantografo*

Il materiale rotabile deve consentire, attraverso comandi interni, la regolazione della forza di contatto del pantografo in modo da soddisfare i requisiti specificati al paragrafo 5.3.2.7. La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito del sottosistema materiale rotabile.

4.2.3. **Disposizioni regolamentari e operative**

4.2.3.1. *Condizioni regolamentari generali*

Per garantire la coerenza del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità si applicano le seguenti disposizioni regolamentari e operative.

4.2.3.2. *Tutela dell'ambiente*

Le disposizioni in materia di tutela dell'ambiente sono contemplate dalla direttiva 85/337/CEE del Consiglio, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti.

Il sottosistema energia delle linee ad alta velocità interoperabili non richiede requisiti specifici.

4.2.3.3. *Protezione antincendio*

Le disposizioni in materia di protezione antincendio sono contemplate dalla direttiva 89/106/CEE, del 21 dicembre 1988, e dal relativo documento interpretativo, in merito al requisito essenziale di sicurezza n. 2 «Sicurezza in caso di incendio».

Il sottosistema energia delle linee ad alta velocità interoperabili non richiede requisiti specifici.

4.2.3.4. *Eccezioni in caso di esecuzione di lavori*

Le specifiche del sottosistema energia e dei componenti di interoperabilità definite ai capitoli 4 e 5 della presente STI si applicano alle linee in condizioni normali di funzionamento o nel caso di anomalie impreviste che richiedono l'attuazione del programma di manutenzione.

A determinate condizioni, laddove i lavori sono stati programmati col dovuto anticipo, può essere necessario derogare temporaneamente da queste disposizioni, al fine di facilitare l'esecuzione di modifiche al sottosistema energia.

Queste eccezioni temporanee alle regole STI devono essere specificate dall'ente aggiudicatore della linea interessata, il quale deve vigilare affinché non ne derivino pericoli per la sicurezza della circolazione, applicando le disposizioni generali che seguono:

- le eccezioni devono essere temporanee e programmate per un determinato periodo di tempo,
- le aziende ferroviarie che effettuano servizi sulla linea interessata devono essere avvisate di queste eccezioni temporanee ed informate in merito alla posizione geografica, alla natura e alla particolare forma di segnalazione impiegata, mediante comunicazioni scritte che indichino eventualmente il tipo di segnalazione specifica utilizzata. Per tali comunicazioni si utilizza il modello allegato al Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI della linea interessata,
- per garantire il mantenimento del livello di sicurezza richiesto sulla rete, ogni eccezione deve essere accompagnata da misure complementari di sicurezza, che possono in particolare comprendere:
 - particolari misure di sorveglianza dei lavori interessati,
 - misure di riduzione temporanea della velocità nel tratto interessato, come stabilito dall'ente aggiudicatore.

4.2.3.5. *Registro delle infrastrutture delle linee interoperabili europee*

Per ciascuna sezione di linea della rete ferroviaria transeuropea ad alta velocità, l'ente aggiudicatore o il suo mandatario, elaborerà un singolo documento, denominato «Registro europeo delle infrastrutture». In questo documento sono indicate le caratteristiche delle linee facenti capo a tutti i sottosistemi dotati di attrezzature fisse.

Questo documento consente:

- allo Stato membro responsabile dell'entrata in servizio del sottosistema di disporre di un documento che descrive, per ciascuna linea della rete ferroviaria transeuropea ad alta velocità, i parametri principali a cui è subordinato il suo impiego,
- alle aziende ferroviarie che forniscono o intendono fornire servizi su tale linea, di essere informati sulle sue particolarità e sui parametri o sulle specifiche di interoperabilità derivanti da scelte specifiche dell'ente aggiudicatore,
- per il sottosistema energia, questo documento indica, per ciascuna sezione di linea omogenea e per ciascuna particolare attrezzatura, le specifiche generali o particolari che sono state adottate e che devono essere conosciute per poter utilizzare la linea. L'elenco è riportato all'allegato D della presente STI.

L'ente aggiudicatore deve allegare questo documento alla dichiarazione CE di verifica del sottosistema energia, quale parte integrante della documentazione tecnica prevista all'allegato V della direttiva 96/48/CE, per poter ottenere l'autorizzazione di entrata in servizio del sottosistema da parte dello Stato membro.

4.3. **Prestazioni specifiche**

4.3.1. ***Prestazioni del sistema di alimentazione di corrente, delle sottostazioni e dei pali***

4.3.1.1. *Potenza installata*

Le prestazioni del sottosistema energia devono corrispondere alle prestazioni specificate per ciascuna delle pertinenti categorie di linee del sistema transeuropeo ad alta velocità per quanto riguarda:

- la massima velocità di linea,
- la potenza di picco ai pantografi e assorbita dai treni,
- la frequenza minima dei treni,
- la tensione utile media.

L'ente aggiudicatore deve dichiarare il tipo di linea in base alle sue funzioni in riferimento all'allegato F della presente STI nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI.

Il sistema di elettrificazione deve essere progettato in modo da garantire le prestazioni specificate per quanto riguarda l'alimentazione. Pertanto, il paragrafo 4.2.2.5 contiene un requisito relativo alla limitazione del consumo di energia del sottosistema materiale rotabile.

La tensione utile media calcolata al pantografo deve essere conforme all'allegato L della presente STI.

4.3.1.2. *Sicurezza, messa a terra e connettore di terra*

Per garantire la sicurezza del sistema di alimentazione di energia, delle sottostazioni e dei pali, tali impianti devono essere progettati e sottoposti a verifica in conformità della norma EN 50 122-1, versione 1997, paragrafi 5, 7 e 9. Le sottostazioni e i pali devono essere recintati in modo da impedire l'accesso a persone non autorizzate.

4.3.1.3. *Fattore di potenza*

I dati ammissibili per quanto riguarda il fattore di potenza sono stabiliti nell'allegato G della presente STI. Sulle linee ad alta velocità il valore minimo è 0,95, nelle condizioni descritte nel documento di cui sopra. La valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito della valutazione del sottosistema materiale rotabile.

4.3.1.4. *Frenatura a recupero*

I sistemi di alimentazione di energia a corrente alternata devono essere progettati in modo da permettere l'utilizzo del sistema di frenatura a recupero come freno di servizio in grado di scambiare energia, senza soluzione di continuità, con gli altri treni o con l'alimentatore di rete principale. Cfr. l'allegato K della presente STI.

Il treno deve essere dotato di apparecchiature che consentano l'utilizzo di altri sistemi di frenatura qualora non sia possibile impiegare il sistema di frenatura a recupero.

Nel caso di sistemi a corrente continua l'ente aggiudicatore può decidere se accettare o rifiutare il sistema di frenatura a recupero. Il Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI deve contenere le informazioni essenziali.

La valutazione della conformità per quanto riguarda gli impianti fissi deve essere eseguita secondo quanto indicato nell'allegato K, paragrafo K.4 della presente STI.

Per quanto riguarda il materiale rotabile, la valutazione della conformità deve essere eseguita secondo quanto indicato nella STI materiale rotabile.

4.3.1.5. *Compatibilità elettromagnetica esterna*

La compatibilità elettromagnetica esterna non è una caratteristica specifica della rete ferroviaria transeuropea ad alta velocità. Gli impianti di alimentazione di energia devono essere conformi alla norma EN 50 121-2 e alle norme della serie EN 50 122 per soddisfare tutti i requisiti di compatibilità elettromagnetica. Nell'ambito della presente STI non è richiesta alcuna valutazione di conformità.

4.3.1.6. *Emissioni armoniche verso il servizio di distribuzione dell'energia*

Per quanto riguarda le emissioni armoniche verso il servizio di distribuzione dell'energia è compito dell'ente aggiudicatore conformarsi alle norme nazionali (o alle norme europee se presenti) e ai requisiti relativi al servizio di distribuzione dell'energia. Nell'ambito della presente STI non è richiesta alcuna valutazione di conformità.

4.3.1.7. *Caratteristiche armoniche e relative sovratensioni sulla catenaria*

Per evitare sovratensioni sulla catenaria causate da armoniche generate dalle macchine motrici di trazione, queste ultime devono essere conformi all'allegato P della presente STI. I requisiti essenziali sono definiti nel sottosistema materiale rotabile e la valutazione della conformità deve essere eseguita nell'ambito di tale sottosistema, come indicato nell'allegato P.

4.3.1.8. *Protezione contro le scosse elettriche*

Il sistema di alimentazione di energia deve essere integrato nel sistema di messa a terra generale lungo la linea per soddisfare i requisiti in materia di protezione dalle scosse elettriche come specificato nella norma EN 50 122-1, versione 1997, paragrafi 5, 7 e 9. La protezione contro le scosse elettriche in fase di esercizio e in condizioni di malfunzionamento è soddisfatta limitando le tensioni di contatto a valori limite accettabili come stabilito nella norma EN 50 122-1, versione 1997, paragrafi 7.2 e 7.3. Per ogni impianto deve essere disposto uno studio atto a dimostrare la protezione contro le scosse elettriche. Tale studio deve includere una serie di prove.

4.3.1.9. *Programma di manutenzione*

L'ente aggiudicatore o il suo mandatario devono stabilire un programma di manutenzione, al fine di garantire il mantenimento delle caratteristiche specificate per il sottosistema energia entro i limiti previsti.

Questo piano deve comprendere almeno gli elementi seguenti:

- interventi di manutenzione ordinaria per le sottostazioni e i pali,
- registrazione delle condizioni, di quanto individuato e dell'esperienza acquisita,
- una serie di valori limite che comporterebbero una limitazione delle velocità dei treni per conformarsi alle specifiche di cui al paragrafo 4.1.1,
- un'indicazione della periodicità dei controlli e delle tolleranze su valori misurati, con l'indicazione, per quanto riguarda le tolleranze, delle regole di equivalenza rispetto ai valori della norma di cui al paragrafo 4.3.1,
- le misurazioni effettuate (limitazione della velocità, tempo di riparazione) nel caso in cui si superino i valori prescritti.

Le procedure di manutenzione non devono diminuire l'importanza delle disposizioni in materia di sicurezza quali il circuito di ritorno di corrente, la limitazione delle sovratensioni, l'individuazione di corto circuiti, non devono ridurre le prestazioni complessive del sistema e devono evitare la disattivazione di qualsiasi parte della catenaria.

4.3.1.10. *Isolamento dell'alimentazione di corrente in caso di pericolo*

Si devono installare apparecchiature e attuare procedure volte ad avviare la fase di isolamento della tensione a partire dalle macchine di trazione e dalle linee elettrificate attraverso dispositivi di allarme che consentano al gestore dell'alimentazione di compiere interventi di emergenza. La valutazione della conformità deve essere eseguita controllando i dispositivi di trasmissione e le istruzioni relative alle procedure.

4.3.1.11. *Continuità dell'alimentazione di corrente in caso di disturbi*

L'alimentazione di corrente e la catenaria devono essere progettate in modo da consentire di proseguire il funzionamento in caso di disturbi. Questo obiettivo può essere raggiunto dividendo le linee di contatto in sezioni di alimentazione e installando apparecchiature di riserva nelle sottostazioni. La valutazione della conformità deve essere eseguita controllando i diagrammi di circuito.

4.3.2. **Prestazioni della catenaria**

4.3.2.1. *Osservazioni generali*

Le prestazioni della catenaria devono corrispondere alle pertinenti prestazioni specificate per ogni singola categoria di linee del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità in funzione:

- della massima velocità di linea,
- della corrente necessaria per i treni ai pantografi.

La catenaria deve essere progettata in modo tale da garantire le prestazioni specificate in conformità della dichiarazione sottoscritta dall'ente aggiudicatore nell'ambito di quanto stabilito al paragrafo 4.3.1.1.

4.3.2.2. *Sicurezza, messa a terra e connettore di terra*

Per garantire la sicurezza della catenaria, questi impianti devono essere progettati in conformità delle norme europee EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.1.2 ed EN 50 122-1, versione 1997, paragrafi 5, 7 e 9. Tutte le parti componenti che svolgono una funzione attiva devono essere installate in modo da non essere accessibili agli utenti e a qualsiasi altra persona.

4.3.2.3. *Requisiti relativi al comportamento dinamico e alla qualità della captazione di corrente*

La catenaria deve essere progettata nel rispetto dei requisiti relativi al comportamento dinamico. Il sollevamento, alla velocità stabilita in fase di progettazione per la linea, deve soddisfare le condizioni di cui alla norma EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.2, riportate nelle tabelle 4.5 e 4.6 della presente STI.

La qualità della captazione di corrente ha un impatto fondamentale sulla durata del filo di contatto e deve, pertanto, rispettare i parametri misurabili concordati.

La qualità della captazione può essere definita mediante il valore medio F_m e lo scarto normale σ_{max} delle forze di contatto misurate o simulate o mediante il calcolo dell'arco elettrico. Nella tabella 4.5 sono elencati i criteri relativi ai sistemi a corrente alternata, nella tabella 4.6 i criteri relativi ai sistemi a corrente continua.

Spetta all'ente aggiudicatore decidere se utilizzare il criterio di interazione N. (1) (forza di contatto) o N. (2) (arco elettrico) conformemente alle tabelle 4.5 o 4.6. L'interazione soddisfa alle disposizioni di cui alla presente STI se

- la voce (1) o (2) della tabella 4.5 e
- la voce (3) della tabella 4.5

sono rispettate.

Come base per la valutazione della conformità possono essere utilizzati i risultati delle prove relativi ad un sistema a catenaria simile.

Per individuare la qualità delle prestazioni con più pantografi, si deve prendere in considerazione il pantografo che presenta i valori più critici.

Tabella 4.5

Requisiti di interazione, sistemi a corrente alternata

N.	Descrizione	Linee di raccordo e linee adattate	Linee ad alta velocità	
			Esistenti	Nuove
1	Forza media corretta F_m (N) ⁽¹⁾	crf. paragrafi 5.3.1.6 e 5.3.2.7 ⁽²⁾		crf. paragrafo 5.3.1.6 ⁽²⁾
	Scarto normale alla velocità massima σ_{max} (N)	0,3 F_m		
2	Percentuale di arco elettrico alla velocità massima, NQ (%)	$\leq 0,14$		
3	Spazio necessario per il massimo sollevamento del braccio di poligonazione in condizioni aerodinamiche sfavorevoli	crf. EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.2		2· S_o ⁽³⁾

Per le definizioni, i valori e le prove, cfr. l'allegato Q

- ⁽¹⁾ F_m è il valore medio regolato dinamicamente della forza di contatto, ottenuto dopo aver analizzato, secondo metodi statistici, i risultati delle simulazioni o delle misurazioni relative alla forza di contatto.
⁽²⁾ La correzione dinamica deve essere applicata sui valori di cui ai paragrafi 5.3.1.6 e 5.3.2.7.
⁽³⁾ S_o è il sollevamento calcolato, simulato o misurato del filo di contatto al braccio di poligonazione in condizioni di normale funzionamento con uno o diversi pantografi con una forza di contatto media F_m alla massima velocità della linea, in conformità della norma EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.2.

Tabella 4.6

Protezione contro le scosse elettriche

N.	Descrizione	Linee di raccordo e linee adattate ⁽¹⁾
1	Forza media corretta F_m (N) ⁽²⁾	crf. paragrafi 5.3.1.6 e 5.3.2.7 ⁽³⁾
	Scarto normale alla velocità massima σ_{max} (N)	0,3 F_m
2	Percentuale di arco elettrico alla velocità massima, NQ (%)	$\leq 0,20$
3	Spazio necessario per il massimo sollevamento del braccio di poligonazione in condizioni aerodinamiche sfavorevoli	crf. EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.2 ⁽⁴⁾

Per le definizioni, i valori e le prove, cfr. l'allegato Q

- ⁽¹⁾ Per quanto riguarda le linee in Italia e in Spagna, in riferimento alla nota (2) della tabella 4.1, si applicano comunque i valori specificati per le linee adattate.
⁽²⁾ F_m è il valore medio regolato dinamicamente della forza di contatto, ottenuto dopo aver analizzato secondo metodi statistici, i risultati delle simulazioni o delle misurazioni relative alla forza di contatto.
⁽³⁾ La correzione dinamica deve essere applicata sui valori di cui ai paragrafi 5.3.1.6 e 5.3.2.7.
⁽⁴⁾ Lo spazio necessario è determinato dal sollevamento calcolato, simulato o misurato del filo di contatto al braccio di poligonazione in condizioni di normale funzionamento con uno o diversi pantografi con una forza di contatto media F_m alla massima velocità della linea.

4.3.2.4. *Protezione contro le scosse elettriche*

La catenaria deve essere integrata nel sistema di messa a terra generale lungo la linea per soddisfare i requisiti in materia di protezione dalle scosse elettriche come specificato nella norma EN 50 122-1, versione 1997, paragrafi 5, 7 e 9. La protezione dalle scosse elettriche in fase di esercizio e in condizioni di malfunzionamento è soddisfatta limitando le tensioni di contatto a valori limite accettabili come stabilito nella norma EN 50 122-1, versione 1997, paragrafi 7.2 e 7.3. Per ogni impianto deve essere disposto uno studio atto a dimostrare la protezione contro le scosse elettriche.

4.3.2.5. *Forza di contatto aerodinamica media e statica*

La forza statica nominale è stabilita dall'ente aggiudicatore nel rispetto dei seguenti valori:

- 70 N + 20 N/-10 N per sistemi di alimentazione a corrente alternata,
- 110 N ± 10 N per sistemi di alimentazione a corrente continua a 3 kV,
- 90 N ± 20 N per sistemi di alimentazione a corrente continua a 1,5 kV.

Nei sistemi a corrente continua per migliorare il contatto delle bande di captazione al carbonio con il filo di contatto, può essere necessaria una forza maggiore, in genere 140 N, per evitare un pericoloso surriscaldamento del filo di contatto quando il treno è fermo con i dispositivi ausiliari in funzione.

Il valore della forza di sollevamento media totale deve essere conforme al valore della forza di contatto media F_m richiesta per un'adeguata qualità di captazione della corrente (cfr. paragrafi 4.3.2.3, 5.3.1.6 e 5.3.2.7).

La valutazione della conformità è eseguita effettuando la valutazione del componente interoperabile «pantografo».

4.3.2.6. *Programma di manutenzione*

L'ente aggiudicatore o il suo mandatario devono stabilire un programma di manutenzione, al fine di garantire il mantenimento delle caratteristiche specificate per il sottosistema energia entro i limiti previsti.

Questo programma deve comprendere almeno gli elementi seguenti:

- interventi di manutenzione ordinaria per le catenarie,
- registrazione delle condizioni, di quanto individuato e dell'esperienza acquisita,
- una serie di valori limite che comporterebbero una limitazione delle velocità dei treni per l'altezza e la poligonazione del filo di contatto in conformità dei paragrafi 4.1.2.2 e 4.1.2.3 della presente STI,
- un'indicazione della periodicità dei controlli e delle tolleranze su valori misurati dei dati dinamici e geometrici e dei mezzi utilizzati per compiere tali controlli, con l'indicazione, per quanto concerne le tolleranze, delle regole di equivalenza rispetto ai valori della norma di cui al paragrafo 4.3.2,
- le misurazioni effettuate, quali la limitazione della velocità e il tempo di riparazione previsto, qualora siano superati i valori prescritti.

Le procedure di manutenzione non devono diminuire l'importanza delle disposizioni in materia di sicurezza quali il circuito di ritorno di corrente, la limitazione delle sovratensioni, la rivelazione di corto circuiti e non devono ridurre le prestazioni complessive del sistema.

4.3.3. *Limiti tra le linee ad alta velocità e le altre linee*

È compito dell'ente aggiudicatore definire, su un tratto di linea breve, che collega una linea ad alta velocità con un'altra linea, dove si devono applicare i requisiti della STI per il sottosistema energia per le linee ad alta velocità e dove devono essere soddisfatte le pertinenti prestazioni specificate.

5. COMPONENTI DI INTEROPERABILITÀ

5.1. Generalità

Ai sensi dell'articolo 2, lettera d), della direttiva 96/48/CE, i componenti di interoperabilità sono così definiti:

«qualsiasi componente elementare, gruppo di componenti, sottoinsieme o insieme completo di materiali incorporati o destinati ad essere incorporati in un sottosistema da cui dipende direttamente o indirettamente l'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità».

I componenti di interoperabilità sono oggetto di specifiche disposizioni della direttiva 96/48/CE e, per quanto riguarda il sottosistema energia, sono elencati al paragrafo 5.2 della presente STI.

5.2. Definizioni dei componenti di interoperabilità

Nel caso del sottosistema energia sono definiti i seguenti componenti:

- *Linea di contatto aerea o catenaria.* Per linea di contatto aerea o catenaria s'intende una linea di contatto posta al di sopra del limite superiore della sagoma del veicolo che fornisce energia elettrica tramite dispositivi di captazione di corrente collocati sul tetto del veicolo detti pantografi. Nel caso di sistemi ferroviari ad alta velocità, le linee di contatto aeree con sospensione a catenaria si utilizzano laddove i fili di contatto sono sospesi a partire da una o più catenarie longitudinali. I componenti di sostegno quali le travi a sbalzo, i sostegni di linea e le fondazioni non influiscono sull'interoperabilità e, pertanto non sono soggette alla presente STI.
- *Pantografo.* I pantografi sono dispositivi per la captazione della corrente a partire da uno o più fili di contatto costituiti da un dispositivo articolato progettato per consentire il movimento verticale del pantografo. L'archetto del pantografo sostiene lo strisciante e i relativi elementi di supporto. La parte terminale dell'archetto del pantografo è costituita da un corno curvato.
- *Strisciante.* Lo strisciante è la parte dell'archetto del pantografo che può essere sostituita e che si trova a diretto contatto con il filo di contatto, e che pertanto tende ad usurarsi.

5.3. Caratteristiche dei componenti

5.3.1. Catenarie

5.3.1.1. Progetto generale

Le catenarie devono essere progettate in conformità della norma EN 50 119, versione 2001, paragrafi 5 e 6. Qui di seguito sono descritti alcuni requisiti supplementari che interessano in particolare le linee ad alta velocità.

La catenaria deve soddisfare le prestazioni stabilite per la linea in questione soprattutto per quanto riguarda la velocità massima di circolazione e la capacità di trasporto di corrente.

5.3.1.2. Capacità di corrente

La capacità di corrente dipende dalle condizioni dell'ambiente circostante cioè dalla massima temperatura ambientale e dalla velocità minima dei venti trasversali definite per ogni specifica linea nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI, nonché dalle temperature ammissibili degli elementi della linea di contatto e dalla durata dell'azione della corrente. Per la progettazione della catenaria si devono tenere presenti i limiti delle temperature massime come specificati nell'allegato B della norma EN 50 119, versione 2001, prendendo in considerazione i dati forniti nella norma EN 50 149, versione 1999, paragrafo 4.5, tabelle 3 e 4. Un'analisi deve dimostrare che la linea di contatto è in grado di soddisfare i requisiti prestabiliti.

5.3.1.3. Parametri di base

La catenaria deve essere progettata in conformità dei parametri di base come indicato ai paragrafi 4.1.2.1 e 4.1.2.2.

5.3.1.4. Velocità di propagazione d'onda

La velocità di propagazione d'onda sui fili di contatto è un parametro caratteristico ai fini della valutazione dell'adeguatezza delle linee di contatto che funzionano con l'alta velocità. Questo parametro dipende dalla massa specifica e dalla tensione meccanica del filo di contatto. La velocità massima di esercizio non deve essere superiore al 70 % della velocità di propagazione d'onda. Cfr. anche la norma EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.4.

5.3.1.5. Elasticità e uniformità di elasticità

L'elasticità e la relativa uniformità lungo la campata sono fondamentali per un'elevata qualità di captazione di corrente e per una diminuzione dell'usura e delle rotture. L'uniformità di elasticità può essere valutata mediante il fattore di uniformità u

$$u = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \cdot 100(\%)$$

dove:

e_{\max} elasticità massima lungo una campata

e_{\min} elasticità minima lungo una campata.

Nel caso di linee ad alta velocità, l'obiettivo dovrebbe essere un parametro u il cui valore sia il più basso possibile; la tabella 5.1 riporta i valori limite di u , accettati per ogni tipo di catenaria.

Tabella 5.1

Uniformità u di elasticità espresso in %

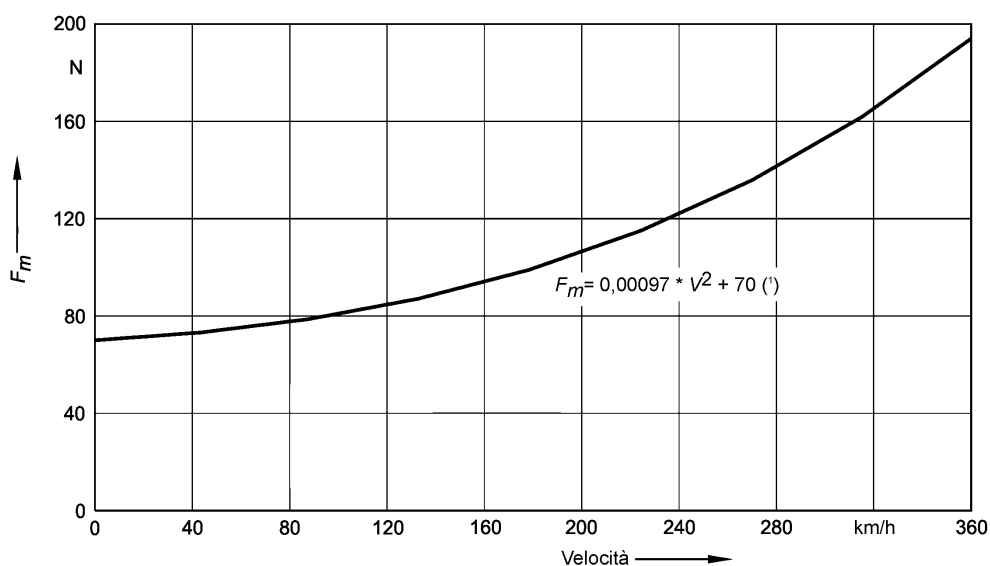
Tipo di linea di contatto	Velocità di marcia km/h		
	da 200 a 230	da 230 a 300	Oltre 300
Senza sospensione a Y	< 40	< 40	< 25
Con sospensione a Y	< 20	< 10	< 10

Nelle linee ad alta velocità l'elasticità della mezza campata dovrebbe essere limitata a valori inferiori a 0,5 mm/N. La linea di contatto deve essere conforme alla norma EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.3.

5.3.1.6. *Forza media di contatto*

Il presente paragrafo riporta le forze medie di contatto in funzione delle quali deve essere progettata la linea di contatto.

Figura 5.1

Valore della forza media di contatto F_m per sistemi CA in funzione della velocità di marcia

(') v in km/h.

Nella figura 5.1 la forza media di contatto F_m formata dai componenti statici e aerodinamici della forza di contatto con correzione dinamica da applicare sul filo di contatto è indicata, per i sistemi CA, come una funzione della velocità di marcia.

In questo contesto F_m rappresenta un valore da raggiungere per garantire una captazione di corrente senza alcun inopportuno innesco di un arco e, contemporaneamente, che non deve essere superato se si vuole limitare l'usura e i rischi per le bande di captazione di corrente.

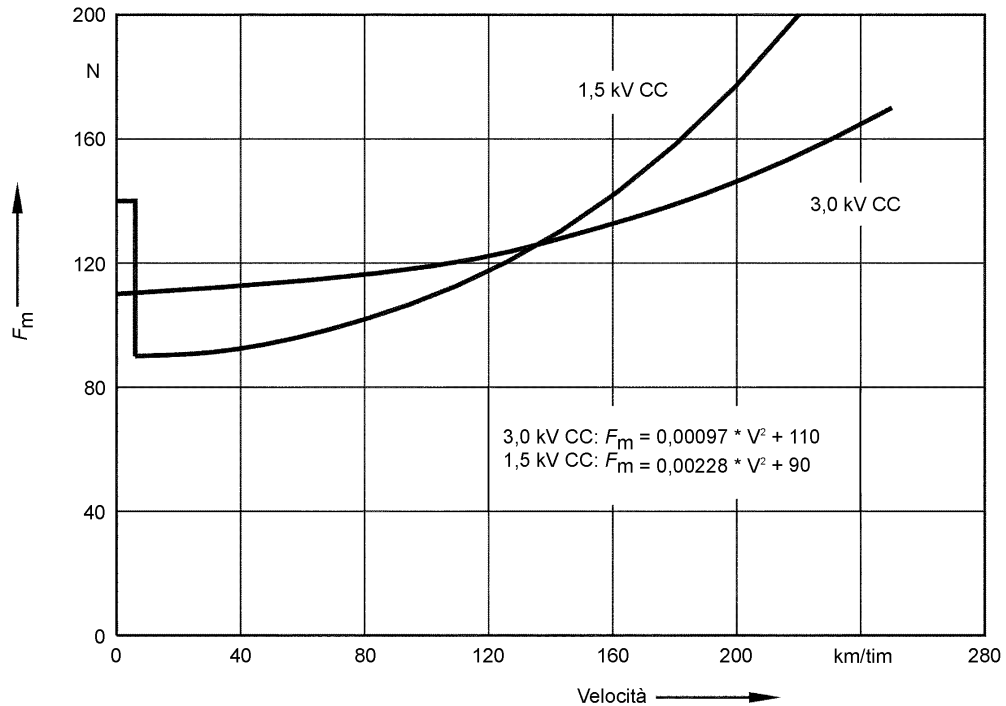
Nel caso di treni con più pantografi contemporaneamente in esercizio, la forza media di contatto F_m per qualsiasi pantografo non deve essere superiore al valore indicato nella figura 5.1 poiché per ogni singolo pantografo devono essere soddisfatti i criteri di captazione di corrente.

Per quanto riguarda i sistemi CC, nella figura 5.2 la forza media di contatto formata dai componenti statici e aerodinamici della forza di contatto con correzione dinamica da applicare ai sistemi CC 1,5 kV e 3,0 kV è rappresentata come una funzione della velocità di marcia. Per quanto riguarda la corrente a treno fermo, per le linee a corrente continua 1,5 kV, la forza di contatto dovrebbe essere, dove necessario, pari a 140 N.

Nel caso di treni con più pantografi contemporaneamente in esercizio, la forza media di contatto F_m per qualsiasi pantografo non deve essere superiore al valore indicato nella figura 5.2 poiché per ogni singolo pantografo devono essere soddisfatti i criteri di captazione di corrente.

Figura 5.2

**Valore della forza media di contatto per F_m per linee CC 1,5 kV e 3,0 kV
in funzione della velocità di marcia**



5.3.1.7. *Manutenzione*

Il fabbricante deve fornire qualsiasi informazione necessaria a consentire all'ente aggiudicatore di redigere un piano relativo alla manutenzione, tenendo in considerazione specialmente la geometria della linea aerea, l'usura del filo di contatto, in particolare in corrispondenza dei punti critici quali passaggi a livello, scambi e nei punti di sovrapposizione.

5.3.1.8. *Corrente a treno fermo*

Un adeguato livello di corrente a treno fermo deve essere accettabile sia per il filo di contatto sia per le bande di captazione del pantografo al fine di consentire un'alimentazione adeguata dei dispositivi ausiliari installati a bordo dei treni. Per sistemi CC 1,5 kV per ogni pantografo deve essere garantita una corrente di 300 A, mentre per i sistemi CC 3,0 kV per ogni pantografo deve essere garantita una corrente di 200 A. Quando si effettuano prove sulla catenaria con la metodologia di cui alla norma EN 50 206-1, versione 1998, paragrafo 6.13, la temperatura del filo di contatto non deve superare i limiti indicati nell'allegato B della norma EN 50 119, versione 2001.

5.3.2. **Pantografo**

5.3.2.1. *Progetto generale*

Il pantografo deve soddisfare le prestazioni stabilite per quanto riguarda la velocità massima di circolazione e la capacità di trasporto di corrente. Per tutto quanto non specificato qui di seguito si applica la norma EN 50 206. L'installazione di pantografi sul materiale rotabile è un argomento trattato nell'ambito del sottosistema materiale rotabile.

5.3.2.2. *Parametri di base*

Il pantografo deve essere progettato in conformità dei parametri di base come indicato al paragrafo 4.1.

5.3.2.3. *Capacità di corrente*

Il pantografo deve essere progettato in modo da consentire la trasmissione della corrente specifica ai veicoli. I valori specifici di corrente devono essere forniti dal fabbricante. Si deve prestare particolare attenzione ai dati specifici che dipendono dall'utilizzo di sistemi CA o CC. Un'analisi deve dimostrare che il pantografo è in grado di condurre la corrente specificata.

5.3.2.4. *Progettazione dell'isolamento*

Il pantografo deve essere montato sul tetto dei veicoli, isolato a terra. L'isolamento deve essere progettato facendo particolare attenzione alle sollecitazioni prodotte dalla tensione. Per i dati da verificare per le tensioni di sistema, cfr. l'allegato N della presente STI, e la norma EN 50 124-1, versione 1999, tabella 2, per quanto concerne i requisiti di coordinamento dell'isolamento. Gli isolatori devono essere sottoposti a verifica conformemente alla norma EN 60 383.

5.3.2.5. *Zona di lavoro dei pantografi*

I pantografi devono essere in grado di lavorare ad altezze del filo di contatto comprese tra 4 800 mm e 6 400 mm. Per l'impiego nel Regno Unito e in Finlandia su linee adattate o di raccordo, l'altezza è diversa. Cfr. paragrafo 7.3.

5.3.2.6. *Forza statica di contatto*

La forza statica è la forza di contatto verticale media esercitata verso l'alto dall'archetto sul filo di contatto e prodotta dal dispositivo di sollevamento del pantografo, mentre il pantografo è sollevato e il veicolo è fermo.

Per i sistemi a corrente alternata, la forza statica deve essere regolabile tra 40 e 120 N.

Nei sistemi a corrente continua, per migliorare il contatto delle bande di captazione al filo di contatto può risultare necessaria una forza superiore al fine di evitare pericolosi surriscaldamenti del filo di contatto quando il treno è fermo con i dispositivi ausiliari in funzione. Per i sistemi a corrente continua la forza statica deve essere regolabile tra 50 e 150 N.

I pantografi e i relativi meccanismi che forniscono le forze di contatto necessarie devono garantire che i pantografi possono essere utilizzati su ogni tipo di catenaria interoperabile. Per i dettagli e la valutazione, cfr. la norma EN 50 206-1, versione 1998, paragrafo 6.3.1.

5.3.2.7. *Forza media di contatto e prestazioni di interazione del sistema catenaria/pantografo*

La forza media di contatto è il valore medio delle forze dovute all'azione statica e aerodinamica. È uguale alla somma della forza statica di contatto (paragrafo 5.3.2.6) e della forza aerodinamica prodotta dal flusso dell'aria sugli elementi del pantografo alla velocità considerata. La forza media di sollevamento è una caratteristica del pantografo per determinati tipi di materiale rotabile e sviluppi del pantografo. La forza media di contatto è misurata all'archetto, conformemente all'allegato Q, paragrafo Q.4.2.2.

Il valore della forza media di contatto deve essere conforme al valore della forza media di contatto F indicata al paragrafo 5.3.1.6.

Nelle linee esistenti, di raccordo, adattate e ad alta velocità a corrente alternata che non soddisfano ai requisiti di cui al paragrafo 5.3.1.6, il pantografo deve essere progettato in modo che la forza media di contatto F_m , alla velocità di marcia, oltre a soddisfare la curva di figura 5.1, consenta ulteriori regolazioni secondo le curve C1 e C2.

Queste curve sono definite nell'allegato Q, paragrafo Q.4.1.

Il fabbricante del pantografo deve prevedere il cambio fra le tre curve, da effettuarsi a bordo, raccogliendo le necessarie informazioni, per esempio relative all'utilizzo di pantografi di 1 950 mm o informazioni sul tipo di tensione sulla catenaria. Il Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI delle linee esistenti deve indicare quale curva deve essere presa in considerazione, vale a dire la curva obiettivo oppure le curve alternative C1 o C2.

Nel caso di treni con più pantografi contemporaneamente in esercizio, la forza media di contatto F_m per qualsiasi pantografo non deve essere superiore al valore assegnato dalla curva obiettivo del paragrafo 5.3.1.6 o da una delle curve C1 o C2 poiché per ogni singolo pantografo devono essere soddisfatti i criteri di captazione di corrente.

Tali requisiti sono specificati nell'allegato Q.

La valutazione deve essere eseguita secondo quanto indicato all'allegato Q.

5.3.2.8. *Dispositivo di distacco automatico*

I pantografi devono essere dotati di un dispositivo che ne consenta il distacco in caso di guasto conformemente alla norma EN 50 206-1, versione 1998, paragrafo 4.9.

5.3.2.9. *Corrente a treno fermo*

La corrente assorbita dai treni fermi deve essere un valore accettabile sia per il filo di contatto che per le bande di captazione del pantografo. Nei sistemi CC, al fine di soddisfare quanto previsto al paragrafo 5.3.1.8, deve essere garantita una corrente di 300 A per ogni pantografo. Uno studio deve dimostrare che il pantografo è in grado di condurre la corrente specificata a treno fermo.

Per quanto riguarda la valutazione della conformità, cfr. la norma EN 50 206-1, versione 1998, paragrafo 6.13 e l'allegato Q.

5.3.3. **Striscianti**

5.3.3.1. *Parametri di base*

Gli striscianti del pantografo devono essere conformi ai parametri di base di cui al paragrafo 4.1.

5.3.3.2. *Materiali*

Il materiale utilizzato per gli striscianti del pantografo deve essere fisicamente ed elettricamente compatibile con il materiale del filo di contatto, al fine di evitare l'eccessiva abrasione della superficie dei fili di contatto e di ridurre al minimo l'usura dei fili e degli striscianti. È consentito l'utilizzo di carbonio semplice o carbonio unito a materiale additivo in interazione con i fili di contatto in rame o leghe di rame. Tale tipo di combinazione dovrebbe quindi essere di preferenza utilizzata nei sistemi ferroviari transeuropei ad alta velocità.

Nel caso di sistemi CC, è ammesso l'utilizzo di altri materiali, se accettati da tutte le parti interessate. In questo caso gli striscianti non possono essere considerati interoperabili. Cfr. l'allegato M, paragrafo M.2, della presente STI.

5.3.3.3. *Capacità di corrente*

Il materiale e la sezione dello strisciante devono essere scelti in base alla massima corrente per la quale la banda di captazione è stata progettata. I valori specifici di corrente devono essere indicati dal fabbricante. Le prove di tipo devono dimostrare la conformità, come definito nell'allegato M, paragrafo M.4, della presente STI.

5.3.3.4. *Corrente a treno fermo*

Un adeguato livello di corrente a treno fermo deve essere accettabile sia per il filo di contatto sia per le bande di captazione del pantografo, al fine di consentire un'alimentazione adeguata dei dispositivi ausiliari installati a bordo dei treni. Nei sistemi CC, al fine di soddisfare quanto indicato al paragrafo 5.3.1.8, deve essere garantita una corrente di 300 A per ogni pantografo. Deve essere effettuato uno studio per dimostrare la capacità delle bande di captazione. Per quanto riguarda la valutazione della conformità, cfr. l'allegato M, paragrafo M.3, della presente STI.

5.3.3.5. *Individuazione di interruzione sullo strisciante*

Lo strisciante deve essere progettato in modo che sia possibile individuare qualsiasi suo guasto, nonché procedere all'abbassamento del pantografo. Cfr. la norma EN 50 206-1, versione 1998, paragrafo 4.9.

6. VALUTAZIONE DELLA CONFORMITÀ E/O DELL'IDONEITÀ ALL'IMPIEGO

6.1. Componenti di interoperabilità

6.1.1. Procedure di valutazione e moduli

La procedura di valutazione della conformità dei componenti di interoperabilità, definiti al capitolo 5 della presente STI, si basa sull'uso dei moduli che figurano nell'allegato A della presente STI.

Se l'ente aggiudicatore è in grado di dimostrare che le prove o le verifiche effettuate per applicazioni precedenti rimangono valide per la nuova applicazione, l'organismo notificato ne tiene conto nella valutazione della conformità.

Le procedure di valutazione della conformità dei componenti di interoperabilità — catenaria, pantografo e strisciante, definiti al capitolo 5 della presente STI — sono indicate nell'allegato B, tabelle da B.1 a B.3, della presente STI.

Se previsto dai moduli di cui all'allegato A della presente STI, la valutazione della conformità di un componente di interoperabilità è accertata dall'organismo notificato, se indicato nella procedura, al quale il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità ha presentato domanda.

Il fabbricante di un componente di interoperabilità o il suo mandatario stabilito nella Comunità redige una dichiarazione CE di conformità ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 1, e conformemente dell'allegato IV, capitolo 3, della direttiva 96/48/CE prima di immettere il componente di interoperabilità sul mercato. La dichiarazione CE d'idoneità all'impiego non è necessaria per i componenti di interoperabilità del sottosistema energia.

6.1.2. Uso dei moduli

Per la procedura di valutazione di ogni componente di interoperabilità del sottosistema energia il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità può scegliere:

- la procedura di esame del tipo (modulo B), di cui all'allegato A, paragrafo A.2, della presente STI, per la fase di progettazione e sviluppo, associata alla procedura di conformità al tipo (modulo C) descritta all'allegato A, paragrafo A.3, della presente STI per la fase di produzione, o
- la procedura di garanzia qualità totale con esame del progetto (modulo H2), di cui all'allegato A, paragrafo A.4, della presente STI per tutte le fasi.

Dette procedure di valutazione sono descritte all'allegato A della presente STI.

Il modulo H2 può essere scelto soltanto se il fabbricante utilizza un sistema qualità per la progettazione, la produzione, l'ispezione e le prove del prodotto finito, approvato e soggetto alla sorveglianza di un organismo notificato.

La valutazione della conformità comprende le fasi e le caratteristiche indicate con X nelle tabelle B.1, B.2 e B.3 dell'allegato B, della presente STI.

6.2. Sottosistema energia

6.2.1. Procedure di valutazione e moduli

Su richiesta dell'ente aggiudicatore o del suo mandatario stabilito nella Comunità, l'organismo notificato effettua la verifica CE in conformità dell'articolo 18, paragrafo 1, e dell'allegato VI della direttiva 96/48/CE, nonché delle disposizioni dei moduli applicabili, precisate nell'allegato A della presente STI.

Se l'ente aggiudicatore è in grado di dimostrare che le prove o le verifiche effettuate per applicazioni precedenti rimangono valide per la nuova applicazione, l'organismo notificato ne tiene conto nella valutazione della conformità.

Le procedure di valutazione per la verifica CE del sottosistema energia figurano nell'allegato C, tabella C.1, della presente STI.

Se previsto dalla presente STI, la verifica CE del sottosistema energia tiene conto delle interfacce con altri sottosistemi del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

L'ente aggiudicatore redige la dichiarazione CE di verifica per il sottosistema energia in conformità dell'articolo 18, paragrafo 1, e dell'allegato V della direttiva 96/48/CE.

6.2.2. **Uso dei moduli**

Per la verifica del sottosistema energia, l'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità può scegliere

- la procedura di verifica di un unico prodotto (modulo SG), di cui all'allegato A, paragrafo A.5, della presente STI, oppure
- la procedura di garanzia qualità totale con esame del progetto (modulo SH2), di cui all'allegato A, paragrafo A.6, della presente STI.

Il modulo SH2 può essere scelto soltanto se per tutte le attività che contribuiscono al progetto relativo al sottosistema da verificare (progettazione, fabbricazione, assemblaggio, installazione) è utilizzato un sistema qualità per la progettazione, la produzione, l'ispezione e le prove del prodotto finito, approvato e soggetto alla sorveglianza di un organismo notificato.

La valutazione comprende le fasi e le caratteristiche indicate nella tabella C.1 dell'allegato C della presente STI.

7. **APPLICAZIONE DELLA STI ENERGIA**

7.1. **Applicazione della presente STI alle linee ad alta velocità e al materiale rotabile destinati ad entrare in servizio**

Per quanto riguarda le linee ad alta velocità comprese nel campo geografico di applicazione della presente STI (cfr. punto 1.2) e il materiale rotabile destinato ad entrare in servizio in seguito all'entrata in vigore della presente STI, i capitoli da 2 a 6 sono interamente applicabili, eccetto per eventuali disposizioni specifiche, di cui al punto 7.3.

7.2. **Applicazione della presente STI alle linee ad alta velocità e al materiale rotabile già in servizio**

Per quanto riguarda installazioni di infrastrutture e materiale rotabile già in servizio, la presente STI si applica ai componenti nelle condizioni precisate all'articolo 3 della decisione. In questo contesto specifico, si fa sostanzialmente affidamento sull'applicazione di una strategia di migrazione che consenta un adattamento degli impianti esistenti giustificabile sotto il profilo economico, da realizzare alla luce del principio dei diritti acquisiti (grandfather rights). Alla STI energia si applicano i principi indicati di seguito.

Mentre la STI può essere pienamente applicata agli impianti nuovi, per l'applicazione sulle linee esistenti può essere necessario apportare modifiche delle installazioni esistenti, a seconda del livello di conformità di queste ultime. Una strategia ai fini dell'attuazione può essere adottata solo singolarmente per talune linee o reti negli Stati membri della CE. Il punto 7.3 indica gli elementi per la cui attuazione è necessario modificare le installazioni esistenti. La tabella 7.1 riassume le caratteristiche da attuare.

L'ente aggiudicatore definisce le disposizioni di ordine pratico e le differenti fasi necessarie a consentire la messa in servizio con le prestazioni richieste. Dette fasi possono comprendere periodi di transizione che prevedono la messa in servizio con prestazioni ridotte.

Tabella 7.1

Applicazione di specifiche tecniche per l'interoperabilità, sottosistema energia

Caratteristiche da attuare	Punto
Tensione e frequenza	4.1.1
Potenza installata, tensione utile media	4.3.1.1
Correnti armoniche	4.2.2.3
Protezione elettrica	4.2.2.8
Compatibilità elettromagnetica esterna	4.3.1.5
Protezione contro le scosse elettriche	4.3.1.8, 4.3.2.4
Isolamento dell'alimentazione di corrente	4.3.1.10
Continuità dell'alimentazione di corrente	4.3.1.11
Frenatura a recupero	4.3.1.4
Geometria della catenaria	4.1.2.1, 4.1.2.2, 5.3.1.3
Ingombro dinamico	4.2.2.4
Tratti di separazione di fase	4.2.2.10
Tratti di separazione di sistema	4.2.2.11
Capacità di corrente	5.3.1.2, 5.3.2.3, 5.3.3.3
Velocità di propagazione d'onda	5.3.1.4
Elasticità e uniformità di elasticità	5.3.1.5
Forza media di contatto	5.3.1.6
Sicurezza, messa a terra e connettore di terra	4.3.1.2, 4.3.2.2
Comportamento dinamico e captazione di corrente	4.3.2.3
Progettazione dei pantografi	4.1.2.3
Progettazione delle bande di captazione	5.3.3
Forze di contatto	4.3.2.5

7.3. Casi specifici

Le seguenti disposizioni particolari regolano i casi specifici indicati qui di seguito. I casi specifici sono classificati in due categorie: disposizioni che trovano applicazione permanente (casi «P») o temporanea (casi «T»). Per quanto riguarda i casi temporanei, il raggiungimento del sistema definitivo è talvolta raccomandato entro il 2010 (casi «T1»), come auspicato dalla decisione n. 1692/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 1996, sugli orientamenti comunitari per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti, talaltra entro il 2020 (casi «T2»).

7.3.1. Particolarità della rete austriaca*Linee di raccordo*

Per modificare la catenaria sulle linee adattate, sulle linee di raccordo e nelle stazioni, affinché siano soddisfatti i requisiti del pantografo Euro da 1 600 mm, è necessario un investimento alquanto elevato. I treni che circolano su dette linee dovranno essere dotati di pantografi aggiuntivi da 1 950 mm per funzionare a media velocità fino ad un massimo di 230 km/h; in questo modo, su queste parti della rete transeuropea, non occorrerà predisporre la catenaria per la circolazione del pantografo Euro. In queste zone è ammessa una flessione laterale massima del filo di contatto sotto l'azione del vento trasversale di 550 mm. I futuri studi sulle linee adattate e sulle linee di raccordo dovrebbero concentrarsi in particolare sul pantografo Euro per dimostrare l'utilità delle scelte attuate.

Linee di raccordo e linee adattate (caso P)

Avendo accettato di progettare la catenaria per il pantografo da 1 950 mm, non sono necessari adattamenti e modifiche.

Linee di raccordo (caso T1)

Per soddisfare i requisiti relativi alla tensione utile media e alla potenza installata sono necessarie sottostazioni aggiuntive. L'installazione è prevista entro il 2010.

7.3.2. Particolarità della rete belga (caso T1)*Linee ad alta velocità esistenti*

Sulle linee ad alta velocità esistenti i tratti di separazione di fase non sono compatibili con il requisito relativo alla distanza tra tre pantografi, la quale deve essere superiore a 143 m. Tra le linee ad alta velocità esistenti e le linee adattate non esiste alcun controllo automatico per attivare l'apertura dell'interruttore di circuito principale sui veicoli di trazione.

In entrambi i casi si devono apportare le opportune modifiche.

Linee di raccordo e linee adattate

In alcuni tratti di linea, sotto i ponti, l'altezza del filo di contatto non è conforme ai requisiti minimi della STI, e deve essere modificata. Le date di scadenza per il termine di detti lavori non sono ancora state stabilite.

7.3.3. Particolarità della rete tedesca

Per modificare la catenaria sulle linee adattate, sulle linee di raccordo e nelle stazioni, affinché siano soddisfatti i requisiti del pantografo Euro da 1 600 mm, è necessario un investimento alquanto elevato. I treni che circolano su dette linee dovranno essere dotati di pantografi aggiuntivi da 1 950 mm per funzionare a media velocità fino ad un massimo di 230 km/h, in questo modo, su queste parti della rete transeuropea, non occorrerà predisporre la catenaria per la circolazione del pantografo Euro. In queste zone è ammessa una flessione laterale massima del filo di contatto sotto l'azione del vento laterale di 550 mm. I futuri studi sulle linee adattate e sulle linee di raccordo dovrebbero concentrarsi in particolare sul pantografo Euro per dimostrare l'utilità delle scelte attuate.

7.3.4. Particolarità della rete spagnola (caso P)

Per modificare la catenaria sulle linee adattate, sulle linee di raccordo e nelle stazioni, affinché siano soddisfatti i requisiti del pantografo Euro da 1 600 mm, è necessario un investimento alquanto elevato. I treni che circolano su dette linee dovranno essere dotati di pantografi aggiuntivi da 1 950 mm per funzionare a media velocità fino ad un massimo di 230 km/h, in questo modo, su queste parti della rete transeuropea, non occorrerà predisporre la catenaria per la circolazione del pantografo Euro. In queste zone è ammessa una flessione laterale massima del filo di contatto sotto l'azione del vento laterale di 550 mm. I futuri studi sulle linee adattate e sulle linee di raccordo dovrebbero concentrarsi in particolare sul pantografo Euro per dimostrare l'utilità delle scelte attuate.

L'altezza nominale del filo di contatto può essere di 5,50 m su alcuni tratti delle prossime linee ad alta velocità in Spagna; in particolare per quanto riguarda la futura linea ad alta velocità tra Barcellona e Perpignan. (Coinvolgerebbe anche la Francia, qualora quest'ultima lo richiedesse, nel tratto tra il confine con la Spagna e Perpignan.)

Per la linea ad alta velocità Madrid-Siviglia, i treni devono essere dotati di pantografo da 1 950 mm.

7.3.5. Particolarità della rete francese (caso T2)*Linee ad alta velocità esistenti*

La modifica della linea aerea è necessaria per ottemperare ai criteri del sistema di captazione della corrente e per il comportamento dinamico sulle linee a corrente alternata.

Sulle linee ad alta velocità esistenti, i tratti a separazione di fase non sono compatibili con il requisito relativo alla distanza tra tre pantografi, la quale deve essere superiore a 143 m. I tratti a separazione di fase devono essere modificati.

Su una specifica linea ad alta velocità è necessaria una modifica della catenaria per permettere il sollevamento consentito senza dover installare dispositivi di arresto del sollevamento sui pantografi.

Linee adattate e linee di raccordo

La modifica all'attrezzatura della linea aerea è necessaria per ottemperare ai criteri del sistema di captazione della corrente sulle linee a corrente continua. Su dette linee la sezione dei fili di contatto non è sufficiente a garantire la conformità con i requisiti della STI per la corrente a treno fermo in stazione o in zone in cui i treni sono preriscaldati.

La linea a corrente continua esistente in Spagna è azionata da un archetto a corrente continua da 1 950 mm. La linea aerea deve essere adattata di conseguenza per consentire il funzionamento di questa linea con archetti Euro interoperabili da 1 600 mm.

Tutte le categorie di linee

Quanto segue si applica ai pantografi:

- per i sistemi a corrente alternata è necessario un archetto Euro da 1 600 mm invece di teste del pantografo da 1 450 mm attualmente utilizzate sui TAV,
- per i sistemi a corrente continua è necessario un archetto Euro da 1 600 mm invece di teste del pantografo grandi da 1 950 mm attualmente utilizzate sui TAV,
- per i sistemi a corrente alternata durante i periodi intermedi è necessario l'utilizzo di pantografi in grado di funzionare con 3 curve obiettivo (C1, C2 e curva obiettivo) per le quali è necessaria una forza media di contatto F_m ,
- per i sistemi a corrente continua può essere necessario l'utilizzo di pantografi in grado di funzionare con due curve F_m , una per 1,5 kV e l'altra per 3 kV.

La conversione non è ancora stata pianificata.

7.3.6. **Particolarità della linea britannica**

Nuove linee ad alta velocità (caso T1)

Sulla linea progettata Channel Tunnel Railway Line (CTRL) (linea ferroviaria del tunnel della Manica) i tratti a separazione di fase possono necessitare di modifiche al fine di mantenere la conformità alle specifiche contenute nella presente STI. Tali modifiche saranno eseguite con l'introduzione del servizio completo che comprende i treni merci.

Linee adattate

Sulla East Coast Main Line (ECML) (linea principale della costa orientale) alcuni tratti non sono conformi alle specifiche per quanto riguarda la tensione e la frequenza, la tensione utile media e la potenza installata. L'attuazione della presente STI è prevista con il prossimo principale adeguamento della ECML.

Sulla ECML e sulla West Coast Main Line (WCML) (linea principale della costa occidentale) la geometria della catenaria e l'ingombro dinamico sono basati sulla sagoma UK1 e sono considerati un caso speciale. L'altezza variabile della catenaria può essere mantenuta per velocità fino a 225 km/h e la forza di contatto media sarà regolata per raggiungere i requisiti di captazione di corrente della norma EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.1.

Sulla WCLM sarà mantenuto il tipo di tratti a separazione di fase esistente.

7.3.7. **Particolarità della rete italiana**

Linee ad alta velocità esistenti (caso T1)

La geometria delle catenarie necessita modifiche per quanto riguarda l'altezza del filo di contatto su una lunghezza di 100 km della linea a doppio binario.

Queste modifiche saranno eseguite entro il 2010.

Linee di raccordo e linee adattate (caso T1)

La geometria delle catenarie necessita modifiche per quanto riguarda l'altezza del filo di contatto sulle parti di linee interessate.

Per soddisfare i requisiti relativi alla tensione utile media e alla potenza installata sono necessarie sottostazioni aggiuntive.

Queste modifiche saranno eseguite entro il 2010.

7.3.8. Particolarità della rete irlandese e dell'Irlanda del Nord (casi P)

Sulle linee elettrificate della rete irlandese e dell'Irlanda del Nord, la sagoma di ostacolo standard irlandese IRL1 e le distanze necessarie definiranno l'altezza nominale del filo di contatto.

7.3.9. Particolarità della rete svedese (caso P)

Per modificare la catenaria sulle linee adattate, sulle linee di raccordo e nelle stazioni, affinché siano soddisfatti i requisiti del pantografo Euro da 1 600 mm, è necessario un investimento alquanto elevato. I treni che circolano su dette linee dovranno essere dotati di pantografi aggiuntivi da 1 950 mm per funzionare a media velocità fino ad un massimo di 230 km/h, in questo modo, su queste parti della rete transeuropea, non occorrerà predisporre la catenaria per la circolazione del pantografo Euro. In queste zone è ammessa una flessione laterale massima del filo di contatto sotto l'azione del vento laterale di 550 mm. I futuri studi sulle linee adattate e sulle linee di raccordo dovrebbero concentrarsi in particolare sul pantografo Euro per dimostrare l'utilità delle scelte attuate.

7.3.10. Particolarità della rete finlandese (caso P)

L'altezza normale del filo di contatto è di 6 150 mm (min. 5 600 mm, max. 6 500 mm).

ALLEGATO A

PROCEDURE DI VALUTAZIONE (MODULI)

- per la conformità dei componenti di interoperabilità e
- per la verifica CE dei sottosistemi.

A.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato riguarda i moduli per le procedure di valutazione di conformità dei componenti di interoperabilità e per la verifica CE del sottosistema energia.

A.2. MODULO B (ESAME DEL TIPO)

Valutazione della conformità dei componenti di interoperabilità

1. Questo modulo descrive la parte della procedura con cui un organismo notificato accerta e dichiara che un esemplare rappresentativo della produzione considerata soddisfa le disposizioni della STI ad esso relativa.
2. Il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità presenta la domanda di esame del tipo ad un organismo notificato di sua scelta.

La domanda deve contenere:

- il nome e l'indirizzo del fabbricante e, qualora la domanda sia presentata dal suo mandatario, anche il nome e l'indirizzo di quest'ultimo,
- una dichiarazione scritta che la stessa domanda non è stata presentata a nessun altro organismo notificato,
- la documentazione tecnica descritta al paragrafo 3.

Il richiedente mette a disposizione dell'organismo notificato un esemplare rappresentativo della produzione considerata, qui di seguito denominato «tipo».

Uno stesso tipo può coprire più varianti del componente di interoperabilità a condizione che le differenze tra le varianti non influiscano sulle disposizioni della STI.

L'organismo notificato può chiedere altri esemplari dello stesso tipo qualora siano necessari per eseguire il programma di prove.

Se non sono richieste prove di tipo nell'ambito della procedura di esame (cfr. paragrafo 4.4.) e il tipo è definito in modo adeguato nella documentazione tecnica descritta al paragrafo 3, l'organismo notificato può accettare che non sia messo a disposizione alcun esemplare.

3. La documentazione tecnica deve consentire di valutare la conformità del componente di interoperabilità alle disposizioni della STI; deve comprendere, nella misura necessaria a tale valutazione, il progetto, la fabbricazione e il funzionamento del prodotto. La documentazione tecnica deve contenere:
 - la descrizione generale del tipo,
 - i disegni di progettazione e fabbricazione, nonché gli schemi di componenti, sottoinsiemi, circuiti, ecc.,
 - le descrizioni e le spiegazioni necessarie per comprendere tali disegni e schemi, nonché il funzionamento del prodotto,
 - le condizioni d'integrazione del componente di interoperabilità nel suo ambito funzionale (sottoinsieme, insieme, sottosistema) e le necessarie condizioni d'interfaccia,
 - le condizioni d'impiego e manutenzione del componente di interoperabilità (restrizioni relative al tempo di marcia o alla distanza, limiti d'usura, ecc.),

- un elenco delle specifiche tecniche in base alle quali deve essere valutata la conformità del componente di interoperabilità (STI e/o specifica europea con paragrafi applicabili),
 - la descrizione delle soluzioni adottate per soddisfare i requisiti della STI qualora non siano state integralmente applicate le specifiche europee cui fa riferimento la STI,
 - i risultati dei calcoli di progetto e degli esami effettuati, ecc.,
 - i rapporti sulle prove.
4. L'organismo notificato:
 - 4.1. esamina la documentazione tecnica;
 - 4.2. qualora la STI richieda un esame del progetto, effettua un esame dei metodi di progettazione, degli strumenti di progettazione e dei risultati del progetto, al fine di accertarne l'idoneità a soddisfare i requisiti di conformità per il componente di interoperabilità al completamento del processo di progettazione;
 - 4.3. qualora la STI richieda un esame del processo di fabbricazione, effettua un esame del processo concepito per la fabbricazione del componente di interoperabilità, al fine di valutare il contributo alla conformità del prodotto, e/o verifica l'esame effettuato dal fabbricante al completamento del processo di progettazione;
 - 4.4. qualora la STI richieda prove di tipo, verifica che l'esemplare o gli esemplari siano stati fabbricati in conformità della documentazione tecnica ed effettua o fa effettuare le prove di tipo conformemente alle disposizioni della STI e delle specifiche europee cui fa riferimento la STI;
 - 4.5. individua gli elementi progettati in conformità delle disposizioni applicabili della STI e delle specifiche europee cui fa riferimento la STI, nonché gli elementi progettati senza applicare le disposizioni previste da tali specifiche europee;
 - 4.6. effettua o fa effettuare gli esami appropriati e le prove necessarie in conformità dei paragrafi 4.2., 4.3. e 4.4. per stabilire se le soluzioni adottate dal fabbricante soddisfano i requisiti della STI qualora non siano state applicate le specifiche europee cui fa riferimento la STI;
 - 4.7. effettua o fa effettuare gli esami appropriati e le prove necessarie in conformità dei paragrafi 4.2., 4.3. e 4.4. per stabilire se, qualora il fabbricante abbia deciso di conformarsi alle relative specifiche europee, tali norme siano state effettivamente applicate;
 - 4.8. concorda con il richiedente il luogo in cui gli esami e le necessarie prove devono essere effettuati.
 5. Se il tipo soddisfa le disposizioni della STI, l'organismo notificato rilascia un attestato di esame del tipo al richiedente. L'attestato deve contenere il nome e l'indirizzo del fabbricante, le conclusioni dell'esame, le condizioni di validità del certificato e i dati necessari per l'identificazione del tipo approvato.

Il periodo di validità non può essere superiore a 3 anni.

All'attestato è allegato un elenco dei fascicoli significativi della documentazione tecnica, di cui l'organismo notificato conserva una copia.

Se al fabbricante o al suo mandatario stabilito nella Comunità viene negato il rilascio di un attestato di esame del tipo CE, l'organismo notificato deve fornire motivi dettagliati per tale rifiuto.

Deve essere prevista una procedura di ricorso.

6. Il richiedente informa l'organismo notificato che detiene la documentazione tecnica relativa all'attestato di esame del tipo CE di tutte le modifiche eventualmente apportate al prodotto approvato, le quali devono ricevere un'ulteriore approvazione qualora possano influire sulla conformità ai requisiti della STI o sulle condizioni di impiego prescritte del prodotto. Questa nuova approvazione viene rilasciata sotto forma di un complemento dell'attestato originale di esame del tipo, oppure viene rilasciato un nuovo certificato previo ritiro di quello vecchio.
7. Qualora non siano state apportate le modifiche di cui al paragrafo 6, la validità di un attestato in scadenza può essere prorogata per un ulteriore periodo di validità. Il richiedente presenta domanda per tale proroga dichiarando per iscritto che non sono state apportate modifiche; in assenza di indicazioni contrarie, l'organismo notificato concede una proroga per un ulteriore periodo di validità di cui al paragrafo 5. Questa procedura può essere ripetuta.

8. Ogni organismo notificato comunica agli altri organismi notificati le informazioni utili riguardanti gli attestati di esame del tipo da esso ritirati o dei quali ha negato il rilascio.
9. Gli altri organismi notificati possono ottenere, su richiesta, copia degli attestati di esame del tipo e/o dei loro eventuali complementi. Gli allegati degli attestati sono tenuti a disposizione degli altri organismi notificati.
10. Il fabbricante, o il suo mandatario stabilito nella Comunità conserva, insieme alla documentazione tecnica, copia degli attestati di esame del tipo CE e dei loro complementi per un periodo di 10 anni dall'ultima data di fabbricazione del prodotto. Nel caso in cui né il fabbricante né il suo mandatario siano stabiliti nella Comunità, l'obbligo di tenere a disposizione la documentazione tecnica incombe alla persona responsabile dell'immissione del prodotto nel mercato comunitario.

A.3 MODULO C (CONFORMITÀ AL TIPO)

Valutazione della conformità dei componenti di interoperabilità

1. Questo modulo descrive la parte della procedura in cui il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità si accerta e dichiara che il componente di interoperabilità in questione è conforme al tipo oggetto dell'attestato di esame del tipo CE e soddisfa i requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI ad esso applicabili.
2. Il fabbricante prende tutte le misure necessarie affinché il processo di fabbricazione assicuri la conformità dei componenti di interoperabilità al tipo oggetto dell'attestato di esame del tipo CE, e ai requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI ad essi applicabili.
3. Il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità redige la dichiarazione CE di conformità del componente di interoperabilità.

Il contenuto della dichiarazione deve comprendere almeno gli elementi indicati nella direttiva 96/48/CE, allegato IV, punto 3 e all'articolo 13, paragrafo 3. La dichiarazione CE di conformità e i documenti di accompagnamento devono essere datati e firmati.

La dichiarazione è redatta nella stessa lingua della documentazione tecnica e comprende i seguenti elementi:

- i riferimenti della direttiva (direttiva 96/48/CE e altre direttive delle quali può essere oggetto il componente di interoperabilità),
- il nome e l'indirizzo del fabbricante o del suo mandatario stabilito nella Comunità (indicare la ragione sociale e l'indirizzo completo e, nel caso del mandatario, indicare anche la ragione sociale del fabbricante o costruttore),
- la descrizione del componente di interoperabilità (marca, tipo, ecc.),
- l'indicazione della procedura (modulo) seguita per dichiarare la conformità,
- ogni descrizione pertinente cui risponde il componente di interoperabilità, in particolare le condizioni di impiego,
- il nome e l'indirizzo dell'organismo (o organismi) notificato intervenuto nella procedura di valutazione della conformità e le date degli attestati d'esame, nonché l'indicazione della durata e delle condizioni di validità degli attestati stessi,
- il riferimento della presente STI e di eventuali altre STI applicabili e, se del caso, il riferimento delle specifiche europee,
- l'identificazione del firmatario abilitato ad impegnare il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità.

Gli attestati ai quali ci si riferisce sono:

- l'attestato di esame del tipo e i complementi.
4. Il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità conserva copia della dichiarazione CE di conformità per un periodo di 10 anni dall'ultima data di fabbricazione del componente di interoperabilità.

Nel caso in cui né il fabbricante né il suo mandatario siano stabiliti nella Comunità, l'obbligo di tenere a disposizione la documentazione tecnica incombe alla persona responsabile dell'immissione del componente di interoperabilità nel mercato comunitario.

5. Se, oltre alla dichiarazione CE di conformità, la STI richiede anche una dichiarazione CE di idoneità all'impiego per il componente di interoperabilità, tale dichiarazione va allegata alla prima in seguito al rilascio da parte del fabbricante nelle condizioni di cui al modulo V.

A.4. MODULO H2 (GARANZIA QUALITÀ TOTALE CON ESAME DEL PROGETTO)

Valutazione della conformità dei componenti di interoperabilità

1. Questo modulo descrive la procedura con cui un organismo notificato svolge un esame del progetto di un componente di interoperabilità e il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità, che soddisfa gli obblighi di cui al paragrafo 2, si accerta e dichiara che il componente di interoperabilità in questione soddisfa i requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI ad esso applicabili.
2. Il fabbricante deve utilizzare un sistema qualità approvato per la progettazione, la fabbricazione, l'ispezione finale e il collaudo del prodotto secondo quanto specificato al paragrafo 3 ed è soggetto alla sorveglianza di cui al paragrafo 4.
3. Sistema qualità
- 3.1. Il fabbricante presenta una domanda di valutazione del suo sistema qualità ad un organismo notificato.

La domanda deve contenere:

- tutte le informazioni utili sulla categoria di prodotti rappresentativa dei componenti di interoperabilità previsti,
- la documentazione relativa al sistema qualità.

- 3.2. Il sistema qualità deve garantire la conformità del componente di interoperabilità ai requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI ad esso applicabili. Tutti i criteri, i requisiti e le disposizioni adottati dal fabbricante devono essere documentati in modo sistematico e ordinato sotto forma di misure, procedure e istruzioni scritte. La documentazione relativa al sistema qualità deve permettere un'interpretazione uniforme di programmi, schemi, manuali e rapporti riguardanti la qualità.

Detta documentazione deve includere, in particolare, un'adeguata descrizione:

- degli obiettivi di qualità e della struttura organizzativa,
- delle responsabilità di gestione in materia di qualità di progettazione e di qualità dei prodotti,
- delle specifiche tecniche di progettazione, comprese le specifiche europee, che si intende applicare e, qualora non vengano applicate pienamente le specifiche europee cui fa riferimento l'articolo 10 della direttiva 96/48/CE, degli strumenti che permetteranno di garantire che siano soddisfatti i requisiti della direttiva e della STI applicabili al componente di interoperabilità,
- delle tecniche, dei processi e degli interventi sistematici in materia di controllo e verifica della progettazione che verranno applicati nella progettazione dei componenti di interoperabilità appartenenti alla categoria in questione,
- delle tecniche, dei processi e degli interventi sistematici che si intende applicare nella fabbricazione, nel controllo qualità e nella garanzia della qualità,
- degli esami e delle prove che saranno effettuati prima, durante e dopo la fabbricazione con indicazione della frequenza con cui si intende effettuarli,
- della documentazione in materia di qualità, quali i rapporti ispettivi e i dati sulle prove, le tarature, le qualifiche del personale, ecc.,
- dei mezzi di sorveglianza che consentono il controllo della qualità richiesta e dell'efficacia di funzionamento del sistema qualità.

Le misure e procedure in materia di qualità comprendono, in particolare, le fasi di valutazione, quali il riesame del progetto, il riesame del processo di fabbricazione e le prove di tipo, secondo quanto specificato nella STI per le diverse caratteristiche e prestazioni del componente di interoperabilità.

- 3.3. L'organismo notificato valuta il sistema qualità per determinare se soddisfa i requisiti di cui al paragrafo 3.2. Esso presume la conformità a tali requisiti dei sistemi di qualità che soddisfano la corrispondente norma armonizzata. Detta norma armonizzata è la EN ISO 9001, versione dicembre 2000, completata, se necessario, per tenere conto della specificità del componente di interoperabilità al quale è applicata.

La valutazione è specificamente adattata alla categoria di prodotti rappresentativa del componente di interoperabilità. Nel gruppo incaricato della valutazione deve essere presente almeno un esperto nella tecnologia produttiva oggetto della valutazione. La procedura di valutazione deve comprendere una visita presso gli impianti del fabbricante.

La decisione è notificata al fabbricante. La notifica deve contenere le conclusioni dell'esame e la motivazione circostanziata della decisione.

- 3.4. Il fabbricante si impegna a soddisfare gli obblighi derivanti dal sistema qualità approvato e a fare in modo che esso rimanga adeguato ed efficace.

Il fabbricante o il suo mandatario tengono informato l'organismo notificato che ha approvato il sistema qualità di qualsiasi prevista modifica del sistema.

L'organismo notificato valuta le modifiche proposte e decide se il sistema qualità modificato continua a soddisfare i requisiti di cui al paragrafo 3.2 o se è necessaria una seconda valutazione.

L'organismo notificato comunica la sua decisione al fabbricante. La comunicazione deve contenere le conclusioni dell'esame e la motivazione circostanziata della decisione.

4. Sorveglianza del sistema qualità sotto la responsabilità dell'organismo notificato

- 4.1. La sorveglianza deve garantire che il fabbricante soddisfi tutti gli obblighi derivanti dal sistema qualità approvato.

- 4.2. Il fabbricante consente all'organismo notificato di accedere a fini ispettivi ai locali di progettazione, fabbricazione, ispezione, prova e deposito fornendo tutte le necessarie informazioni, in particolare:

- la documentazione relativa al sistema qualità,
- la documentazione prevista dalla sezione del sistema qualità relative alla progettazione, quali i risultati di analisi, calcoli, prove, ecc.,
- la documentazione prevista dalla sezione del sistema qualità relativa alla fabbricazione, quali i rapporti ispettivi e i dati sulle prove, le tarature, le qualifiche del personale, ecc.

- 4.3. L'organismo notificato svolge periodicamente verifiche per assicurarsi che il fabbricante mantenga ed utilizzi il sistema qualità e fornisce al fabbricante un rapporto sulle verifiche effettuate.

La frequenza delle verifiche è almeno annuale.

- 4.4. Inoltre, l'organismo notificato può effettuare visite senza preavviso presso il fabbricante. In tale occasione, l'organismo notificato può svolgere o far svolgere prove per verificare il buon funzionamento del sistema qualità, se necessario. Esso fornisce al fabbricante un rapporto sulla visita e, se sono state svolte prove, un rapporto sulle prove.

5. Il fabbricante tiene a disposizione delle autorità nazionali, per un periodo di 10 anni dall'ultima data di fabbricazione del prodotto:

- la documentazione di cui al paragrafo 3.1, secondo comma, secondo trattino,
- gli adeguamenti di cui al paragrafo 3.4, secondo comma,
- le decisioni e i rapporti dell'organismo notificato di cui al paragrafo 3.4, ultimo comma, e ai paragrafi 4.3 e 4.4.

6. Esame del progetto
- 6.1. Il fabbricante presenta una domanda di esame del progetto del componente di interoperabilità ad un organismo notificato.
- 6.2. La domanda deve consentire di comprendere il progetto, il processo di fabbricazione e il funzionamento del componente di interoperabilità nonché di valutare la conformità ai corrispondenti requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI.

La domanda deve contenere:

- le specifiche tecniche del progetto, incluse le specifiche europee, che sono state applicate,
 - le prove che esse sono adeguate, in particolare se le specifiche europee cui fa riferimento l'articolo 10 della direttiva non sono state applicate pienamente; dette prove devono includere i risultati di prove effettuate in un opportuno laboratorio dal fabbricante o a suo nome.
- 6.3. L'organismo notificato esamina la domanda e se il progetto soddisfa le disposizioni della STI che ad esso si applicano rilascia al richiedente un certificato di esame del progetto. Tale certificato contiene le conclusioni dell'esame, le condizioni di validità, i dati necessari per identificare il progetto approvato ed eventualmente la descrizione del funzionamento del prodotto.

Il periodo di validità non potrà essere superiore a 3 anni.

- 6.4. Il richiedente tiene informato l'organismo notificato che ha rilasciato il certificato di esame del progetto di qualsiasi modifica apportata al progetto approvato. Le modifiche al progetto approvato devono ricevere un'approvazione addizionale, da parte dell'organismo notificato che ha rilasciato il certificato di esame del progetto, qualora tali modifiche possano influire sulla conformità ai requisiti della STI o sulle condizioni d'impiego prescritte. Questa approvazione addizionale viene rilasciata sotto forma di complemento al certificato di esame del progetto originale.
- 6.5. Qualora non siano state apportate le modifiche di cui al paragrafo 6.4, la validità di un certificato in scadenza può essere prorogata per un ulteriore periodo di validità. Il richiedente presenta domanda per tale proroga dichiarando per iscritto che non sono state apportate modifiche; in assenza di indicazioni contrarie, l'organismo notificato concede una proroga per un ulteriore periodo di validità di cui al paragrafo 6.3. Questa procedura può essere ripetuta.
7. Ogni organismo notificato comunica agli altri organismi notificati le opportune informazioni riguardanti le approvazioni di sistemi qualità e i certificati di esame del progetto ritirati o rifiutati.

Gli altri organismi notificati possono ottenere, su richiesta, copia:

- delle approvazioni di sistemi qualità e delle approvazioni complementari rilasciate,
 - dei certificati e dei complementi di esame del progetto rilasciati.
8. Il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità redige una dichiarazione CE di conformità del componente di interoperabilità.

Il contenuto della dichiarazione deve comprendere almeno gli elementi indicati nella direttiva 96/48/CE, allegato IV, punto 3 e all'articolo 13, paragrafo 3. La dichiarazione CE di conformità e i documenti di accompagnamento devono essere datati e firmati.

La dichiarazione è redatta nella stessa lingua della documentazione tecnica e comprende i seguenti elementi:

- i riferimenti delle direttive (direttiva 96/48/CE e altre direttive delle quali può essere oggetto il componente di interoperabilità),
- il nome e l'indirizzo del fabbricante o del suo mandatario stabilito nella Comunità (indicare la ragione sociale e l'indirizzo completo e, nel caso del mandatario, indicare anche la ragione sociale del fabbricante o costruttore),
- la descrizione del componente di interoperabilità (marca, tipo, ecc.),
- l'indicazione della procedura (modulo) seguita per dichiarare la conformità,
- ogni descrizione pertinente cui risponde il componente di interoperabilità, in particolare le condizioni di impiego,

- il nome e l'indirizzo dell'organismo (o organismi) notificato intervenuto nella procedura seguita per dichiarare la conformità e la data dei certificati di esame con indicazione della durata e delle condizioni di validità degli stessi,
- il riferimento della presente STI e di eventuali altre STI applicabili e, se del caso, il riferimento delle specifiche europee,
- l'identificazione del firmatario abilitato ad impegnare il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità.

I certificati da indicare sono:

- l'approvazione del sistema qualità e i rapporti sulla sorveglianza di cui ai paragrafi 3 e 4,
 - il certificato di esame del progetto e i suoi eventuali complementi.
9. Il fabbricante o il suo mandatario stabilito nella Comunità conserva copia della dichiarazione CE di conformità per un periodo di 10 anni dall'ultima data di fabbricazione del componente di interoperabilità.
- Nel caso in cui né il fabbricante né il suo mandatario siano stabiliti nella Comunità, l'obbligo di tenere a disposizione la documentazione tecnica incombe alla persona responsabile dell'immissione del componente di interoperabilità nel mercato comunitario.
10. Se, oltre alla dichiarazione CE di conformità, la STI richiede anche una dichiarazione CE di idoneità all'impiego per il componente di interoperabilità, tale dichiarazione va allegata alla prima in seguito al rilascio da parte del fabbricante nelle condizioni di cui al modulo V.

A.5 MODULO SG (VERIFICA SU PRODOTTO)

Verifica CE del sottosistema energia

1. Questo modulo descrive la procedura di verifica CE con cui un organismo notificato si accerta e certifica, su richiesta di un ente aggiudicatore o del suo mandatario stabilito nella Comunità, che un sottosistema energia:
- è conforme alla presente STI e ad eventuali altre STI applicabili, il che dimostra che i requisiti essenziali della direttiva 96/48/CE sono soddisfatti,
 - è conforme agli altri regolamenti derivati dal trattato e può essere messo in servizio.
2. L'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità deve presentare una domanda di verifica CE del sottosistema (mediante verifica su prodotto) ad un organismo notificato di sua scelta.

La domanda contiene:

- il nome e l'indirizzo dell'ente aggiudicatore o del suo mandatario,
 - la documentazione tecnica.
3. La documentazione tecnica deve consentire di comprendere il progetto, la fabbricazione, l'installazione e il funzionamento del sottosistema, nonché di valutare la conformità ai requisiti della STI.

Deve comprendere:

- una descrizione generale del sottosistema, il progetto e la struttura generali,
- il Registro dell'infrastruttura, comprese tutte le indicazioni precisate nella STI,
- i disegni di progettazione e fabbricazione, nonché gli schemi di sottoinsiemi, circuiti, ecc.,
- la documentazione tecnica relativa alla fabbricazione e all'assemblaggio del sottosistema,
- le specifiche tecniche di progettazione, comprese le specifiche europee, che sono state applicate,

- le prove che esse sono adeguate, in particolare se le specifiche europee e i paragrafi pertinenti cui fa riferimento la STI non sono stati applicati pienamente,
- un elenco dei componenti di interoperabilità da incorporare nel sottosistema,
- un elenco dei fabbricanti che hanno contribuito alla progettazione, alla fabbricazione, all'assemblaggio e all'installazione del sottosistema,
- un elenco delle specifiche europee cui fa riferimento la STI o le specifiche tecniche di progettazione.

La documentazione tecnica deve inoltre contenere tutte le altre informazioni eventualmente richieste dalla STI.

4. L'organismo notificato esamina la domanda ed effettua i controlli e le prove indicati nella STI e/o nelle specifiche europee cui fa riferimento la STI, per verificare la conformità ai requisiti essenziali della direttiva indicati nella STI. Gli esami, le prove e i controlli si applicano alle seguenti fasi, secondo quanto indicato nella STI:
 - progetto generale,
 - struttura del sottosistema compresi, in particolare e a seconda dei casi, i lavori di genio civile, l'assemblaggio dei componenti, le regolazioni generali del sottosistema,
 - prova finale del sottosistemae, se specificato nella STI, l'omologazione in condizioni di esercizio.
5. L'organismo notificato può concordare con l'ente aggiudicatore il luogo in cui effettuare le prove e può stabilire che le prove finali del sottosistema e, se richiesto dalla STI, le prove in condizioni di esercizio siano effettuate dall'ente in presenza e sotto la supervisione diretta dell'organismo notificato.
6. L'organismo notificato deve avere accesso in permanenza a fini di prova e verifica, ai luoghi di progettazione, ai cantieri, alle officine di fabbricazione, ai luoghi d'assemblaggio e installazione e, ove necessario, agli impianti di prefabbricazione e di prova per l'espletamento della sua missione, secondo quanto previsto dalla STI.
7. Se il sottosistema soddisfa i requisiti della STI, l'organismo notificato redige, sulla base delle prove, delle verifiche e dei controlli effettuati secondo quanto prescritto dalla STI e dalle specifiche europee cui fa riferimento la STI, il certificato di verifica CE destinato all'ente aggiudicatore o al suo mandatario stabilito nella Comunità che, a sua volta, redige la dichiarazione CE di verifica destinata all'autorità di tutela dello Stato membro nel quale il sottosistema è situato e/o gestito. La dichiarazione CE di verifica e i documenti di accompagnamento devono essere datati e firmati. La dichiarazione deve essere redatta nella stessa lingua della documentazione tecnica e comprendere almeno gli elementi indicati nell'allegato V della direttiva 96/48/CE.
8. All'organismo notificato compete la preparazione della documentazione tecnica di accompagnamento alla dichiarazione CE di verifica. La documentazione tecnica deve contenere almeno gli elementi indicati all'articolo 18, paragrafo 3, della direttiva 96/48/CE, in particolare:
 - tutti i documenti necessari relativi alle caratteristiche del sottosistema,
 - l'elenco dei componenti di interoperabilità incorporati nel sottosistema,
 - copia delle dichiarazioni CE di conformità e, se del caso, delle dichiarazioni CE d'idoneità all'impiego di cui i componenti devono essere muniti a norma dell'articolo 13 della direttiva, eventualmente accompagnate dai documenti corrispondenti (certificati, attestati di approvazione e sorveglianza del sistema qualità) rilasciati dagli organismi notificati sulla base della STI,
 - tutti gli elementi relativi alle condizioni e ai limiti d'impiego,
 - tutti gli elementi relativi alle istruzioni di manutenzione, di sorveglianza continua o periodica, di regolazione e riparazione,
 - il certificato di verifica CE dell'organismo notificato di cui al paragrafo 7, che attesti la conformità del progetto alle disposizioni della direttiva e della STI, accompagnato dalle corrispondenti note di calcolo, da esso vistato e in cui sono precisate, ove necessario, le riserve formulate durante l'esecuzione dei lavori che non sono state sciolte, nonché accompagnato dai rapporti di ispezione e di verifica redatti nell'ambito della sua missione,
 - il Registro delle infrastrutture, contenente tutte le indicazioni precisate nella STI.

9. La documentazione completa che accompagna il certificato di verifica CE deve essere depositata presso l'ente aggiudicatore o il suo mandatario a sostegno del certificato di verifica CE rilasciato dall'organismo notificato e deve essere allegata alla dichiarazione CE di verifica redatta dall'ente aggiudicatore e destinata all'autorità di tutela.
10. L'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità conserva una copia della documentazione per tutta la durata di esercizio del sottosistema e la trasmette, su richiesta, agli altri Stati membri.

A.6. MODULO SH2 (GARANZIA QUALITÀ TOTALE CON ESAME DEL PROGETTO)

Verifica CE del sottosistema energia

1. Questo modulo descrive la procedura di verifica CE con cui un organismo notificato accerta e certifica, su richiesta di un ente aggiudicatore o del suo mandatario stabilito nella Comunità, che un sottosistema energia:
 - è conforme alla presente STI e ad eventuali altre STI applicabili, il che dimostra che i requisiti essenziali della direttiva 96/48/CE sono soddisfatti,
 - è conforme agli altri regolamenti derivati dal trattato e può essere messo in servizio.

L'organismo notificato esegue la procedura, compreso l'esame del progetto del sottosistema, a condizione che l'ente aggiudicatore e i fabbricanti interessati soddisfino gli obblighi di cui al paragrafo 2.

2. Per il sottosistema oggetto della procedura di verifica CE, l'ente aggiudicatore stipula contratti solo con fabbricanti le cui attività che contribuiscono al progetto relativo al sottosistema da verificare (progettazione, fabbricazione, assemblaggio, installazione) siano oggetto di un sistema qualità approvato per la progettazione, la fabbricazione, l'ispezione e le prove del prodotto finito, secondo quanto specificato al paragrafo 3, e soggetto alla sorveglianza di cui al paragrafo 4.

Il termine «fabbricante» comprende anche le imprese:

- responsabili dell'intero progetto relativo al sottosistema [compresa, in particolare, la responsabilità per l'integrazione del sottosistema (appaltatore principale)],
- che prestano servizi di progettazione o eseguono studi (per es. consulenti),
- che provvedono all'assemblaggio (assemblatori) e all'installazione del sottosistema. Per i fabbricanti che eseguono solo l'assemblaggio e l'installazione, è sufficiente un sistema qualità per la fabbricazione, l'ispezione e le prove del prodotto finito.

L'appaltatore principale responsabile dell'intero progetto relativo al sottosistema (compresa, in particolare, la responsabilità per l'integrazione del sottosistema) deve in ogni caso utilizzare un sistema qualità approvato per la progettazione, la fabbricazione, l'ispezione e le prove del prodotto finito, secondo quanto specificato al paragrafo 3, e soggetto alla sorveglianza di cui al paragrafo 4.

Nel caso in cui l'ente aggiudicatore partecipi direttamente alla progettazione e/o fabbricazione (compresi l'assemblaggio e l'installazione) o sia esso stesso responsabile dell'intero progetto relativo al sottosistema (compresa, in particolare, la responsabilità per l'integrazione del sottosistema), detto ente deve applicare un sistema qualità approvato per tali attività, secondo quanto specificato al paragrafo 3, e soggetto alla sorveglianza di cui al paragrafo 4.

3. Sistema qualità
 - 3.1. Il fabbricante e, se interessato, l'ente aggiudicatore, presentano una domanda di valutazione del loro sistema qualità ad un organismo notificato di loro scelta.

La domanda deve contenere:

- tutte le informazioni utili sul sottosistema previsto,
- la documentazione relativa al sistema qualità.

Per i fabbricanti che partecipano soltanto a una parte del progetto relativo al sottosistema, le informazioni sono richieste solo in relazione alla parte di loro competenza.

- 3.2. Per l'appaltatore principale, il sistema qualità deve garantire la conformità generale del sottosistema ai requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI. Per gli altri fabbricanti (subfornitori), il sistema qualità deve garantire che il loro contributo al sottosistema è conforme ai requisiti della STI.

Tutti i criteri, i requisiti e le disposizioni adottati dai richiedenti devono essere documentati in modo sistematico e ordinato, sotto forma di misure, procedure e istruzioni scritte. Questa documentazione relativa al sistema qualità garantisce un'interpretazione uniforme delle misure e delle procedure in materia di qualità, quali programmi, schemi, manuali e rapporti riguardanti la qualità.

Detta documentazione deve includere, in particolare, un'adeguata descrizione dei seguenti elementi

- per tutti i richiedenti:
 - gli obiettivi di qualità e la struttura organizzativa,
 - i corrispondenti processi di fabbricazione, gli interventi sistematici e le tecniche di controllo e garanzia della qualità cui intendono fare ricorso,
 - gli esami, i controlli e le prove che saranno effettuati prima, durante e dopo la fabbricazione, l'assemblaggio e l'installazione, con indicazione della frequenza con cui si intende effettuarli,
 - la documentazione in materia di qualità, quali i rapporti ispettivi e i dati sulle prove, le tarature, le qualifiche del personale, ecc.,
- per l'appaltatore principale e per i subfornitori (solo nella misura in cui riguarda il loro contributo specifico al progetto relativo di sottosistema):
 - le specifiche tecniche di progettazione, comprese le specifiche europee, che si intende applicare e, qualora non vengano applicate pienamente le specifiche europee cui fa riferimento l'articolo 10 della direttiva, gli strumenti che permetteranno di garantire che siano soddisfatti i requisiti della STI applicabili al sottosistema,
 - le tecniche, i processi e gli interventi sistematici in materia di controllo e verifica della progettazione che verranno applicati nella progettazione del sottosistema,
 - gli strumenti di controllo dell'ottenimento della qualità richiesta e dell'efficacia di funzionamento del sistema qualità,
- e per l'appaltatore principale:
 - le responsabilità di gestione per quanto riguarda la qualità generale del progetto del sottosistema, compresa in particolare la gestione dell'integrazione del sottosistema.

Gli esami, le prove e i controlli si applicano alle seguenti fasi:

- progetto generale,
- struttura del sottosistema, in particolare, i lavori di genio civile, l'assemblaggio dei componenti, la regolazione finale,
- le prove finali del sottosistema,
- e, se specificato nella STI, l'omologazione in condizioni di esercizio.

- 3.3. L'organismo notificato di cui al paragrafo 3.1 valuta il sistema qualità per determinare se soddisfa i requisiti di cui al paragrafo 3.2. Esso presume la conformità a tali requisiti dei sistemi qualità che soddisfano la corrispondente norma armonizzata. Detta norma armonizzata è la EN ISO 9001, versione dicembre 2000, completata, se necessario, per tenere conto della specificità del sottosistema al quale è applicata.

Per i richiedenti che partecipano solo all'assemblaggio e all'installazione, la norma armonizzata è la EN ISO 9001, versione dicembre 2000, completata, se necessario, per tenere conto della specificità del sottosistema al quale è applicata.

La valutazione è specificamente adattata al sottosistema interessato, tenendo conto del contributo specifico del richiedente al sottosistema stesso. Nel gruppo incaricato della valutazione deve essere presente almeno un esperto nella tecnologia utilizzata per il sottosistema. La procedura di valutazione deve comprendere una visita ispettiva presso gli impianti del richiedente.

La decisione è notificata al richiedente. La notifica deve contenere le conclusioni dell'esame e la motivazione circostanziata della decisione.

- 3.4. Il fabbricante e, se interessato l'ente aggiudicatore, si impegnano a rispettare gli obblighi derivanti dal sistema qualità approvato e a fare in modo che esso rimanga adeguato e efficace.

Il fabbricante o il suo mandatario tengono informato l'organismo notificato che ha approvato il sistema qualità di qualsiasi modifica prevista del sistema di qualità.

L'organismo notificato valuta le modifiche proposte e decide se il sistema qualità modificato continua a soddisfare i requisiti di cui al paragrafo 3.2 o se è necessaria una seconda valutazione.

L'organismo notificato comunica la sua decisione al richiedente. La comunicazione deve contenere le conclusioni dell'esame e la motivazione circostanziata della decisione.

4. Sorveglianza del sistema di qualità sotto la responsabilità degli organismi notificati

- 4.1. La sorveglianza deve garantire che il fabbricante e, se interessato, l'ente aggiudicatore soddisfino tutti gli obblighi derivanti dal sistema qualità approvato.

- 4.2. L'organismo notificato di cui al paragrafo 3.1 deve avere accesso in permanenza a fini di ispezione ai locali di progettazione, ai cantieri, alle officine di produzione, ai luoghi di assemblaggio e installazione, alle zone di deposito e, ove necessario, agli impianti di prefabbricazione e di prova e, più in generale, a tutti i luoghi eventualmente ritenuti necessari per l'espletamento della sua missione, in relazione al contributo specifico del richiedente al progetto relativo al sottosistema.

- 4.3. Il fabbricante e, se interessato, l'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità, devono consegnare (o far pervenire) all'organismo notificato di cui al paragrafo 3.1 ogni documento utile a tale effetto, in particolare i piani di esecuzione delle opere e la documentazione tecnica relativa al sottosistema (nella misura in cui riguarda il contributo specifico del richiedente al sottosistema), in particolare:

- la documentazione relativa al sistema qualità, compresi gli strumenti specifici che permettono di garantire:
 - (per l'appaltatore principale) una definizione adeguata delle responsabilità generali di gestione per quanto riguarda la conformità dell'intero sottosistema,
 - la corretta gestione dei sistemi qualità di ogni fabbricante ai fini dell'integrazione a livello di sottosistema,
- la documentazione prevista dalla sezione del sistema qualità relativa alla progettazione, quali i risultati di analisi, calcoli, prove, ecc.,
- la documentazione prevista dalla sezione del sistema qualità relativa alla fabbricazione (compresi l'assemblaggio e l'installazione), quali i rapporti ispettivi e i dati sulle prove, le tarature, le qualifiche del personale, ecc.

- 4.4. L'organismo notificato svolge periodicamente verifiche ispettive per assicurarsi che il fabbricante e, se interessato, l'ente aggiudicatore mantengano ed utilizzino il sistema qualità e fornisce loro un rapporto sulle verifiche effettuate.

Le verifiche ispettive devono essere effettuate almeno una volta all'anno, con almeno una verifica durante il periodo di esecuzione delle attività (progettazione, fabbricazione, assemblaggio o installazione) riguardanti il sottosistema oggetto della procedura di verifica CE di cui al paragrafo 6.

- 4.5. L'organismo notificato può inoltre effettuare visite senza preavviso presso il richiedente, nei luoghi indicati al paragrafo 4.2. In occasione di tali visite, l'organismo notificato può svolgere verifiche complete o parziali al fine di accertare il regolare funzionamento del sistema qualità, se necessario. Esso fornisce al richiedente un rapporto ispettivo e, se è stata effettuata una verifica, un rapporto di verifica.

5. Il fabbricante e, se interessato, l'ente aggiudicatore tengono a disposizione delle autorità nazionali, per un periodo di 10 anni dall'ultima data di fabbricazione del sottosistema:

- la documentazione di cui al paragrafo 3.1, secondo comma, secondo trattino,
- gli adeguamenti di cui al paragrafo 3.4, secondo comma,
- le decisioni e i rapporti dell'organismo notificato di cui al paragrafo 3.4, ultimo comma, e ai paragrafi 4.4 e 4.5.

6. Procedura di verifica CE
- 6.1. L'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità presenta una domanda di verifica CE del sottosistema (mediante garanzia qualità totale con esame del progetto), compreso il coordinamento della sorveglianza dei sistemi qualità di cui ai paragrafi 4.4 e 4.5, ad un organismo notificato di sua scelta. L'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità informa i fabbricanti interessati della sua scelta e della domanda.
- 6.2. La domanda deve consentire di comprendere il progetto, il processo di fabbricazione, l'installazione e il funzionamento del sottosistema nonché di valutare la conformità ai requisiti della STI.

Deve contenere:

- le specifiche tecniche del progetto, comprese le specifiche europee, che sono state applicate,
 - le prove che esse sono adeguate, in particolare se le specifiche europee cui fa riferimento la STI non sono state applicate pienamente. Dette prove devono includere i risultati di prove effettuate in un opportuno laboratorio dal fabbricante o a suo nome,
 - il Registro del sottosistema energia, comprese tutte le indicazioni specificate nella STI,
 - la documentazione tecnica relativa alla fabbricazione e all'assemblaggio del sottosistema,
 - un elenco dei componenti di interoperabilità da incorporare nel sottosistema,
 - un elenco di tutti i fabbricanti che hanno contribuito alla progettazione, alla fabbricazione, all'assemblaggio e all'installazione del sottosistema,
 - la prova che tutte le fasi di cui al paragrafo 3.2 sono oggetto di sistemi qualità dei fabbricanti e/o dell'ente aggiudicatore interessato e la dimostrazione della loro efficacia,
 - l'identificazione dell'organismo notificato responsabile dell'approvazione e della sorveglianza di detti sistemi qualità.
- 6.3. L'organismo notificato esamina la domanda di esame del progetto e se il progetto soddisfa le disposizioni della direttiva 96/48/CE e della STI ad esso applicabili rilascia al richiedente un rapporto di esame del progetto. Tale rapporto contiene le conclusioni dell'esame, le condizioni di validità, i dati necessari per identificare il progetto esaminato ed eventualmente la descrizione del funzionamento del sottosistema.
- 6.4. Per quanto riguarda le altre fasi della verifica CE, l'organismo notificato esamina se tutte le fasi del sottosistema di cui al paragrafo 3.2. siano contemplate in modo adeguato dall'approvazione e dalla sorveglianza del sistema qualità.
- Se la conformità del sottosistema ai requisiti della STI si basa su più di un sistema qualità, l'organismo esamina in particolare:
- se le relazioni e le interfacce tra i sistemi qualità sono chiaramente documentate,
 - e se le responsabilità generali di gestione dell'appaltatore principale in materia di conformità del sottosistema nel suo insieme sono definite in modo sufficiente e appropriato.
- 6.5. L'organismo notificato responsabile della verifica CE, qualora non provveda alla sorveglianza del sistema qualità interessato di cui al paragrafo 4, coordina le attività di sorveglianza di eventuali altri organismi notificati cui è affidata tale missione, al fine di garantire che le interfacce tra i diversi sistemi qualità, nell'ottica dell'integrazione del sottosistema, siano state gestite in modo corretto. Questo coordinamento include il diritto dell'organismo notificato responsabile della verifica CE di:
- ottenere tutta la documentazione (approvazione e sorveglianza) rilasciata dagli altri organismi notificati,
 - essere presente alle verifiche di cui al paragrafo 4.4,
 - procedere a verifiche complementari, secondo quanto previsto al paragrafo 4.5, sotto la propria responsabilità, insieme agli altri organismi notificati.

- 6.6. Se il sottosistema soddisfa i requisiti della direttiva 96/48/CE e della STI, l'organismo notificato redige, sulla base dell'esame del progetto e dell'approvazione e sorveglianza del sistema qualità, il certificato di verifica CE destinato all'ente aggiudicatore o al suo mandatario stabilito nella Comunità che, a sua volta, redige la dichiarazione CE di verifica destinata all'autorità di tutela dello Stato membro nel quale il sottosistema è installato e/o gestito.
- La dichiarazione CE di verifica e i documenti di accompagnamento devono essere datati e firmati. La dichiarazione deve essere redatta nella stessa lingua della documentazione tecnica e comprendere almeno gli elementi indicati nell'allegato V della direttiva 96/48/CE.
- 6.7. All'organismo notificato compete la preparazione della documentazione tecnica di accompagnamento alla dichiarazione CE di verifica. La documentazione tecnica deve contenere almeno gli elementi indicati all'articolo 18, paragrafo 3, della direttiva 96/48/CE, in particolare:
- tutti i documenti necessari relativi alle caratteristiche del sottosistema,
 - l'elenco dei componenti di interoperabilità incorporati nel sottosistema,
 - copia delle dichiarazioni CE di conformità e, se del caso, delle dichiarazioni CE di idoneità all'impiego, di cui detti componenti devono essere muniti a norma dell'articolo 13 della direttiva, eventualmente accompagnate dai documenti corrispondenti (certificati, attestati di approvazione e sorveglianza del sistema qualità) rilasciati dagli organismi notificati sulla base della STI,
 - tutti gli elementi relativi alle condizioni e ai limiti di impiego,
 - tutti gli elementi relativi alle istruzioni di manutenzione, di sorveglianza continua o periodica, di regolazione e riparazione,
 - il certificato di verifica CE dell'organismo notificato di cui al paragrafo 6.6, che attesti la conformità del progetto alle disposizioni della direttiva e della STI, accompagnato dalle corrispondenti note di calcolo, da esso vistato e in cui sono precisate, ove necessario, le riserve formulate durante l'esecuzione dei lavori che non sono state sciolte, nonché accompagnato dai rapporti ispettivi e di verifica redatti nell'ambito della sua missione, come precisato ai paragrafi 4.4 e 4.5,
 - il Registro del sottosistema energia, comprese tutte le indicazioni specificate nella STI.
7. La documentazione completa che accompagna il certificato di verifica CE deve essere depositata presso l'ente aggiudicatore o il suo mandatario a sostegno del certificato di verifica CE rilasciato dall'organismo notificato e deve essere allegata alla dichiarazione CE di verifica redatta dall'ente aggiudicatore e da questi presentata all'autorità di tutela.
8. L'ente aggiudicatore o il suo mandatario stabilito nella Comunità conserva una copia della documentazione per tutta la durata di esercizio del sottosistema e la trasmette, su richiesta, agli altri Stati membri.
-

ALLEGATO B

VALUTAZIONE DEI COMPONENTI DI INTEROPERABILITÀ

B.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato descrive la valutazione di conformità dei componenti di interoperabilità (catenaria, pantografo e strisciante) del sottosistema energia.

B.2. CARATTERISTICHE

Le caratteristiche dei componenti di interoperabilità da valutare nelle varie fasi di progettazione e fabbricazione sono indicate con una X nelle tabelle B.1-B 3.

Tabella B.1

Valutazione dei componenti di interoperabilità: catenaria

1		2	3	4	5	6
Caratteristiche da valutare		Valutazione nelle seguenti fasi				
Caratteristica	Paragrafo	Fase di progettazione e sviluppo				Fase di fabbricazione
		Esame del progetto	Esame del processo di fabbricazione	Prova del tipo	Omologazione in condizioni di esercizio	(in serie)
Geometria CA	4.1.2.1	X	n. a.	X	n. a.	X
Geometria CC	4.1.2.2					
Progetto generale	5.3.1.1					
Parametri di base	5.3.1.3					
Capacità di corrente	5.3.1.2	X	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Velocità di propagazione d'onda	5.3.1.4	X	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Elasticità e uniformità di elasticità	5.3.1.5	X	n. a.	X	n. a.	n. a.
Forza media di contatto	5.3.1.6	X	n. a.	X	n. a.	n. a.
Corrente a treno fermo	5.3.1.8	X	n. a.	X	n. a.	n. a.
Manutenzione	5.3.1.7	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	X

n.a.: non applicabile.

Tabella B.2

Valutazione dei componenti di interoperabilità: pantografo

1		2	3	4	5	6
Caratteristiche da valutare		Valutazione nelle seguenti fasi				
Caratteristica	Paragrafo	Fase di progettazione e sviluppo				Fase di fabbricazione (in serie)
		Esame del progetto	Esame del processo di fabbricazione	Prova del tipo	Omologazione in condizioni di esercizio	
Progetto generale	5.3.2.1	X	n. a.	X	n. a.	X
Geometria dell'archetto	4.1.2.3, 5.3.2.2	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Capacità di corrente	5.3.2.3	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Progettazione dell'isolamento	5.3.2.4	X	n. a.	X	n. a.	X
Zona di lavoro	5.3.2.5	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Forza statica di contatto	4.3.2.5, 5.3.2.6	X	n. a.	X	n. a.	X
Forza media di contatto e prestazioni di interazione	5.3.2.7	X	n. a.	X	n. a.	X
Condizioni di forza di contatto alternata	5.3.2.7	X	n. a.	X	n. a.	X
Dispositivi di distacco automatico	5.3.2.8	X	n. a.	X	n. a.	X
Corrente a treno fermo	5.3.2.9	X	n. a.	X	n. a.	n. a.

N.B.: con 25 kV/95 kV 50 Hz 1 min e 250 kV di picco, 1,2/50 µs.

n.a.: non applicabile.

Tabella B.3

Valutazione dei componenti di interoperabilità: strisciante

1		2	3	4	5	6
Caratteristiche da valutare		Valutazione nelle seguenti fasi				
Caratteristica	Paragrafo	Fase di progettazione e sviluppo				Fase di fabbricazione (in serie)
		Esame del progetto	Esame del processo di fabbricazione	Prova del tipo	Omologazione in condizioni di esercizio	
Parametro di base, lunghezza dello strisciante	5.3.3.1	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Materiale	5.3.3.2	n. a.	n. a.	X	n. a.	X
Capacità di corrente	5.3.3.3	n. a.	n. a.	X	n. a.	n. a.
Corrente a treno fermo	5.3.3.4	X	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Individuazione di interruzione sullo strisciante	5.3.3.5	X	n. a.	n. a.	n. a.	X

n.a.: non applicabile.

ALLEGATO C

VALUTAZIONE DEL SOTTOSISTEMA ENERGIA

C.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato descrive la procedura di valutazione di conformità del sottosistema energia.

C.2. CARATTERISTICHE E MODULI

Le caratteristiche dei componenti di interoperabilità da valutare nelle varie fasi di progettazione, installazione e funzionamento sono indicate con una X nella tabella C.1.

Tabella C.1

Valutazione del sottosistema energia

1		2	3	4	5
Caratteristiche da valutare		Valutazione nelle seguenti fasi			
		Fase di progettazione e sviluppo	Fase di fabbricazione		
Caratteristica	Paragrafo	Esame del progetto	Costruzione, assemblaggio, montaggio	Assemblato prima della messa in servizio	Omologazione in condizioni di pieno esercizio
Geometria della catenaria	4.1.2.1, 4.1.2.2	X	X	X	n. a.
Sicurezza, messa a terra e connettore di terra	4.3.1.2, 4.3.2.2	X	X	n. a.	n. a.
Gradiente del filo di contatto	4.1.2.1, 4.1.2.2	X	n. a.	X	n. a.
Ingombro dinamico	4.2.2.4	X	n. a.	n. a.	n. a.
Tratti a separazione di fase	4.2.2.10	X	n. a.	X	n. a.
Tratti a separazione di sistema	4.2.2.11	X	n. a.	X	n. a.
Qualità della captazione di corrente	4.3.2.3	X	n. a.	X	n. a.
Spazio per il sollevamento	4.3.2.3	X	n. a.	X	n. a.
Tensione e frequenze	4.1.1	X	n. a.	n. a.	X
Valore medio utile della tensione su un'area di alimentazione	4.3.1.1	X	n. a.	n. a.	X
Tipo di linea (prestazioni)	4.3.1.1, 4.3.2.1	X	n. a.	X	n. a.
Protezione contro le scosse elettriche	4.3.1.8, 4.3.2.4	X	X	X	n. a.
Protezione elettrica (coordinamento con il sottosistema MR)	4.2.2.8	X	n. a.	X	n. a.
Frenatura a recupero	4.3.1.4	X	n. a.	n. a.	n. a.
Manutenzione	4.3.1.9, 4.3.2.6	n. a.	n. a.	X	n. a.
Isolamento della corrente Alimentazione in caso di pericolo	4.3.1.10	X	n. a.	n. a.	n. a.
Continuità dell'alimentazione di corrente	4.3.1.11	X	n. a.	n. a.	X

n. a.: non applicabile.

ALLEGATO D

REGISTRO DELLE INFRASTRUTTURE, INFORMAZIONI SUL SOTTOSISTEMA ENERGIA

D.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato riguarda le informazioni relative al sottosistema energia da includere nel Registro delle infrastrutture per ogni tratto omogeneo delle linee interoperabili da elaborare conformemente al paragrafo 4.2.3.5.

D.2. CARATTERISTICHE DA DESCRIVERE

La tabella D.1 contiene le caratteristiche di interoperabilità del sottosistema energia per le quali si devono fornire dati per ogni tratto di linea.

Tabella D.1

Informazione che l'ente aggiudicatore deve fornire al Registro delle infrastrutture

Parametro, elemento di interoperabilità	Paragrafo
Indicazione di tensione e frequenza	4.1.1
Altezza del filo di contatto per linee ad alta velocità	4.1.2.1, 4.1.2.2, 7.3
Utilizzo di archetto Euro 1 600 mm o di archetto accettato sulla linea	
Velocità del vento da considerare	4.1.2.1, 4.1.2.2
Temperatura ambiente massima	5.3.1.2
Venti trasversali minimi	5.3.1.2
Regolazione della forza di contatto del pantografo	5.3.2.7
Tratti a separazione di fase: tipo di tratti a separazione utilizzati	4.2.2.10
Informazioni sul funzionamento	
Tratti di separazione di sistema: tipo di tratti a separazione utilizzati	4.2.2.11
Informazioni sul funzionamento: attivazione dell'interruttore di circuito, abbassamento dei pantografi	
Categorie di linea: dichiarazione di prestazioni	4.3.1.1
Frenatura a recupero su elettrificazione CC: accettazione o rifiuto	4.3.1.4
Caratteristiche armoniche: dati elettrici relativi all'alimentazione di corrente	4.3.1.7
Limitazione di potenza/corrente richiesta a bordo: sì o no	4.2.2.5
Coordinamento della protezione elettrica	4.2.2.8
Qualsiasi altro scostamento dai requisiti della STI	

ALLEGATO E

COORDINAMENTO DELLA PROTEZIONE ELETTRICA SOTTOSTAZIONI E MACCHINE DI TRAZIONE

E.1. GENERALITÀ

È necessario verificare la compatibilità dei sistemi di protezione tra la macchina di trazione e la sottostazione.

E.2. PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Ogni macchina di trazione è dotata di un interruttore di circuito la cui capacità di interruzione è superiore o inferiore al valore massimo della corrente di cortocircuito che potrebbe verificarsi sul suo circuito elettrico «primario», in base al sistema di trazione.

Tabella E.1

Linea di contatto massima – livello di cortocircuito della rotaia

Sistema di alimentazione	Sottostazione generalmente collegata in parallelo	Corrente massima di cortocircuito della rotaia che potrebbe verificarsi
	Sì/No	kA
CA 25 000 V-50Hz	No	15 ⁽¹⁾
CA 15 000 V-16,7 Hz	Sì	40
CC 3 000 V	Sì	50 (prospettiva mantenuta) ⁽²⁾
CC 1 500 V	Sì	75 (prospettiva mantenuta) ⁽²⁾
CC 750 V	Sì	65 (prospettiva mantenuta) ⁽²⁾

⁽¹⁾ Il valore di 12 kA è stato in precedenza accettato di comune accordo.

⁽²⁾ Per la definizione cfr. la norma EN 50123-1.

Tabella E.2

Azione sugli interruttori di circuito al verificarsi di un'anomalia interna alla macchina di trazione

Sistema di alimentazione	Al verificarsi di un'anomalia interna alle macchine di trazione Sequenza di apertura di ...	
	Interruttore di circuito di alimentazione della sottostazione	Interruttore di circuito della macchina di trazione
CA 25 000 V-50 Hz	Attivazione immediata ⁽¹⁾	Attivazione immediata
CA 15 000 V-16,7 Hz	Attivazione immediata ⁽¹⁾	<i>Lato principale del trasformatore:</i> Attivazione in un momento successivo <i>Lato secondario del trasformatore:</i> Attivazione immediata
CC	Attivazione immediata ⁽²⁾	Attivazione immediata

⁽¹⁾ L'attivazione dell'interruttore di circuito deve essere molto rapida a causa delle elevate correnti di cortocircuito.

⁽²⁾ Quando la corrente di cortocircuito è estremamente elevata, l'attivazione degli interruttori di circuito nelle sottostazioni deve essere molto rapida, impedendo in questo modo che l'interruttore di circuito della macchina di trazione elimini le anomalie su di esso.

E.3. CHIUSURA AUTOMATICA DI UNO O PIÙ INTERRUITORI DI CIRCUITO DI SOTTOSTAZIONE

I sistemi di chiusura automatica (se presenti) degli interruttori di circuito nella sottostazione possono riattivare la linea. In tal caso, gli interruttori di circuito della sottostazione possono essere chiusi solo dopo l'attivazione degli interruttori di circuito sulla macchina di trazione presente nell'area alimentata dalla sottostazione. Gli interruttori di circuito della macchina di trazione devono attivarsi automaticamente secondo quanto spiegato al successivo punto E.4.

E.4. EFFETTO DI PERDITA DI TENSIONE DI LINEA E RIECCITAZIONE SULLA MACCHINA DI TRAZIONE

Gli interruttori di circuito della macchina di trazione devono attivarsi automaticamente entro tre secondi dalla perdita della tensione di linea.

Nota 1: cfr. allegato N della presente STI.

Al momento della riecitazione, l'interruttore di circuito della macchina di trazione non deve richiudersi entro tre secondi da tale operazione.

Nota 2: il periodo di tempo della riecitazione consente la verifica di cortocircuiti persistenti sulla linea.

E.5. SISTEMI DI ELETTRIFICAZIONE CC: CORRENTE TRANSITORIA DURANTE LA CHIUSURA

La presente disposizione si applica solo alle macchine di trazione a CC dotate di filtro di ingresso.

Quando l'interruttore di circuito di una macchina di trazione sta per essere chiuso, con il filtro in ingresso (se previsto), la corrente transitoria non deve provocare l'inutile intervento dei dispositivi di protezione nelle sottostazioni. Le informazioni necessarie saranno disponibili presso le linee ferrovie in questione nel momento in cui saranno progettati i filtri montati sui veicoli.

Il differenziale di/dt della corrente transitoria sulla chiusura dell'interruttore di circuito della macchina di trazione deve possedere le seguenti caratteristiche:

Tabella E.3

Differenziale di/dt durante la chiusura dell'interruttore di circuito della macchina di trazione

T	Condizione applicabile a di/dt
0 ms	$di/dt < 60 \text{ A/ms}$
20 ms	$di/dt < 20 \text{ A/ms}$

con un'induttanza minima della linea aerea e della sottostazione di 2 mH.

ALLEGATO F

TIPO DI LINEA

F.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato riguarda:

- linee attrezzate per velocità generalmente pari o superiori a 250 km/h e
- linee adattate per velocità dell'ordine di 200 km/h.

F.2. OBIETTIVI

Il presente allegato definisce il tipo di percorso di una linea in funzione del traffico in termini di velocità e frequenza dei treni e la potenza della macchina di trazione al pantografo.

F.3. DEFINIZIONI

Tipo di linea

Classificazione delle linee in funzione dei parametri indicati in seguito.

Velocità massima della linea

Velocità in km/h per la quale la linea è stata omologata per il funzionamento.

Potenza del treno in corrispondenza del pantografo

Potenza continua massima espressa in MW richiesta dal treno tenendo conto della potenza per la trazione (da sforzo/velocità in curva), rigenerazione e dispositivi ausiliari.

Frequenza minima dei treni

Intervallo di tempo in minuti al quale i treni possono viaggiare in condizioni di programmazione limitata, secondo quanto consentito dal sistema di segnalamento.

F.4. DATI PER I TIPI DI LINEE

F.4.1. Generalità

La tabella F.1 fornisce informazioni comuni a tutti i sistemi di elettrificazione.

Per le linee ad alta velocità si assume quanto segue: $V \geq 250$ km/h; i sistemi di elettrificazione scelti sono CA 25 000 V 50 Hz e CA 15 000 V 16,7 Hz.

Per le linee adattate e di raccordo, la tabella F.1 riguarda tutti i sistemi di elettrificazione in uso in Europa, indipendentemente dalla velocità della linea.

Tabella F.1

Tipo di linee

Gamma di velocità v	Frequenza minima possibile	Potenza del treno al pantografo	Tipo di linea	
km/h	Minuti	MW		
$V \geq 300$	3	20-25 o più	I	a
	3	15-20		b
	3	10-15		c
$250 \leq V < 300$	2	20	II	a
	3	15-20		b
	3	10-15		c
	4	15-20		d
	4	10-15		e
	5	15-20		f
$200 \leq V < 250$	5	10-15		g
	2	15	III	a
	3	10-15		b
	4	10-15		c
5	10-15	d		
$160 \leq V < 200$	2	6-10	IV	a
	2	10-15		b
	2	15-25		c
	3	6-10		d
	3	10-15		e
	4	6-10		f
	4	10-15		g
	5	6-10		h
	5	10-15		i
120-160	2	(1)	V	a
	3			b
	4			c
	5			d
< 120	2	(1)	VI	a
	3			b
	4			c
	5			d

(1) Per le linee a velocità inferiore a 160 km/h, vista l'ampia gamma di potenze e di treni in circolazione su dette linee, il tipo di linea deve essere definito solo in termini di velocità della linea e di frequenza dei treni.

ALLEGATO G

FATTORE DI POTENZA DI UN TRENO

G.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato si applica ai treni progettati per il traffico interoperabile sulle linee del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

G.2. GENERALITÀ

Maggiore è il fattore di potenza, migliori sono le prestazioni dell'alimentazione di corrente; si applicano pertanto le seguenti regole. La potenza capacitiva o induttiva di un treno può essere utilizzata per modificare e migliorare la tensione della catenaria.

G.3. DEFINIZIONI DI FATTORE DI POTENZA

Il fattore di potenza totale λ definito da

$$\lambda = \alpha \cos \varphi$$

dove:

α = fattore di deformazione e

φ = angolo di sfasamento.

G.4. FATTORE DI POTENZA INDUTTIVA

G.4.1. Obiettivo

Il presente paragrafo descrive il fattore di potenza induttivo e il consumo di potenza considerati in valori di tensione tra $U_{\min 1}$ e $U_{\max 1}$ definiti nell'allegato N della presente STI.

G.4.2. Requisiti

Per ogni treno interoperabile che circola su una linea interoperabile devono essere soddisfatti i requisiti specificati nella tabella G.1.

Tabella G.1

Fattore di potenza totale λ di un treno

Consumo di potenza di un treno MW	Categoria di linea		
	Alta velocità	Adattata	Di raccordo ⁽³⁾
a) $P > 6$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$ ⁽¹⁾
b) $2 < P \leq 6$	$\geq 0,93$	$\geq 0,93$	$\geq 0,93$ ⁽¹⁾
c) $0 \leq P \leq 2$	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾

⁽¹⁾ Questi sono valori consigliati.

⁽²⁾ Al fine di controllare il fattore di potenza totale del carico ausiliario di un treno durante le fasi di marcia per inerzia, il valore medio complessivo λ (trazione e dispositivi ausiliari) definito dalla simulazione e/o dalla misurazione deve essere superiore a 0,85 su un percorso di marcia completo.

Il calcolo del valore λ medio complessivo per un percorso del treno è ricavato dall'energia attiva W_p (MWh) e reattiva W_Q (MVarh) fornite dalla simulazione elaborata dal computer di un percorso del treno o realmente rilevate su di un treno

$$\lambda = 1 / \sqrt{1 + (W_Q / W_p)^2}$$

⁽³⁾ L'ente aggiudicatore può stabilire condizioni di natura economica, operativa, o relative alla limitazione della potenza per l'accettazione di treni con fattori di potenza inferiori al valore obiettivo.

Per piazzali o depositi, nel caso di treno fermo, con l'alimentazione di trazione disinserita, e la potenza attiva prelevata dalla linea aerea superiore a 10 kW per veicolo, il fattore di potenza totale risultante dal carico del treno non deve essere inferiore a 0,8, ma con un valore obiettivo di 0,9.

I valori delle condizioni (a) e (b) devono essere controllati o misurati con un sistema di alimentazione tale da non limitare le prestazioni del treno.

G.5. FATTORE DI POTENZA CAPACITIVA

Per le tensioni comprese tra $U_{\min 1}$ e $U_{\max 1}$ definite nell'allegato N della presente STI, i fattori di potenza capacitiva non sono limitati. Nel caso delle tensioni comprese tra $U_{\max 1}$ e $U_{\max 2}$, un treno non deve comportarsi come un condensatore.

ALLEGATO H

ATTREZZATURA DELLA CATENARIA, INTERAZIONE GEOMETRICA DI CATENARIE E PANTOGRAFI, SISTEMI CA

H.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato riguarda:

- i requisiti geometrici per catenarie,
- i requisiti geometrici per pantografi, e
- i requisiti per l'interazione di catenarie e pantografi

per le linee del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità alimentato con sistemi CA.

H.2. OBIETTIVI

Il presente allegato integra i parametri di base specificati per le linee alimentate con sistemi CA. Detti requisiti sono necessari al fine di garantire una circolazione sicura dei treni, un'alimentazione senza interruzione e interferenze indesiderate, e di raggiungere l'interazione senza eccessiva usura e rottura dei fili di contatto e delle bande di captazione.

H.3. REQUISITI GEOMETRICI

H.3.1. Catenarie

Nella tabella H.1 sono indicati i requisiti geometrici e le tolleranze.

Tabella H.1

Geometria delle catenarie

N.	Descrizione	Linee di raccordo	Linee adattate	Linee ad alta velocità
1	Altezza del filo di contatto			
1.1	Altezza nominale del filo di contatto (mm)	Tra 5 000 e 5 750 ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	Tra 5 000 e 5 500 ⁽¹⁾ ⁽³⁾	5 080 e 5 300 ⁽³⁾
1.2	Tolleranza (mm)	± 30	± 30	0 + 20
1.3	Valori limite	4 950 e 6 200	4 950 e 6 200	—
2	Gradiente ammissibile del filo di contatto rispetto al binario e variazione ammissibile del gradiente	Cfr. EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.8.2		Nessun gradiente accettabile previsto
3	Flessione laterale ammissibile del filo di contatto sotto l'azione di venti trasversali (mm) ⁽³⁾	≤ 400		

⁽¹⁾ Per linee di raccordo destinate a traffico misto merci e passeggeri, per la circolazione di rimorchi ferroviari con sagoma fuori misura, l'altezza del filo di contatto può essere maggiore, purché il pantografo sia adatto a captare la corrente con la qualità specificata e lo sviluppo del pantografo risulti sufficiente come indicato al paragrafo 5.3.2.5.

⁽²⁾ L'altezza del filo di contatto in corrispondenza dei passaggi a livello deve essere progettata in conformità delle direttive nazionali.

⁽³⁾ L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento da prendere in considerazione sono definite nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI.

H.3.2. Pantografi

Nella tabella H.2 sono indicati i requisiti geometrici per un pantografo adatto al sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità. La figura H.1 indica i dettagli dell'archetto del pantografo. I pantografi saranno utilizzati su tutte le linee del sistema interoperabile, pertanto non è possibile effettuare alcuna distinzione tra le categorie di linee.

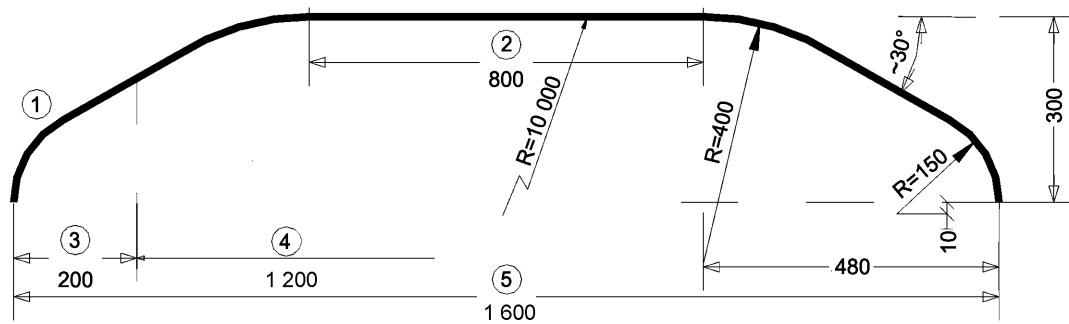
Tabella H.2

Geometria dell'archetto del pantografo

N.	Descrizione	Tutte le categorie di linee
1	Larghezza dell'archetto del pantografo (mm)	1 600
2	Zona di lavoro dell'archetto del pantografo (mm)	1 200
3	Ampiezza elettrica dell'archetto del pantografo — massimo	650
4	Lunghezza degli striscianti (mm)	≥ 800
5	Profilo dell'archetto del pantografo	Cfr. figura H.1
6	Dispositivo per rivelare difetti nell'archetto del pantografo	Necessario

Figura H.1

Profilo dell'archetto del pantografo



- 1 Corno in materiale isolante
- 2 Lunghezza minima dello strisciante
- 3 Lunghezza in proiezione
- 4 Zona di lavoro dell'archetto
- 5 Larghezza dell'archetto

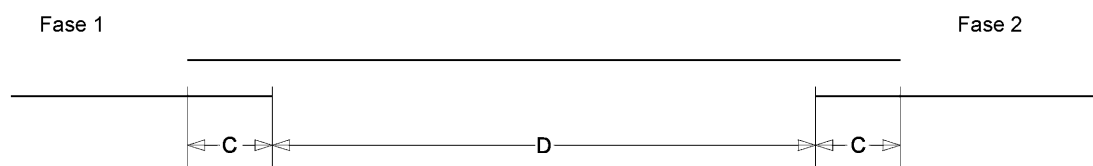
H.3.3. Trattati a separazione di fase

Sono presi in esame due diversi tipi di tratti a separazione di fase.

Nel caso di disposizione secondo la figura H.2, il tratto neutro risulta più lungo della distanza rispetto al pantografo più lontano in esercizio su un treno interoperabile, che è di 400 m.

Figura H.2

Disposizione della separazione di fase con tratto neutro lungo

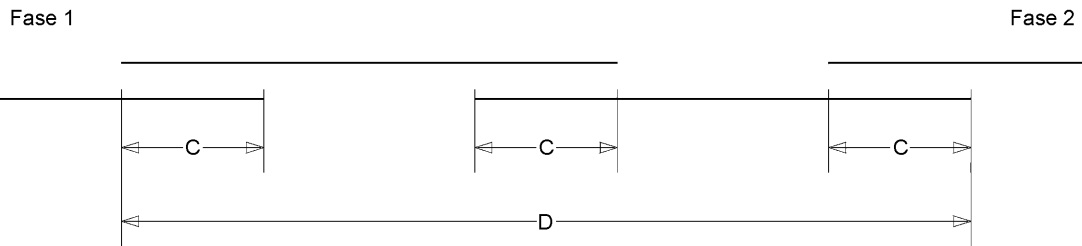


Lunghezza $D > 402$ m

Tratti di sovrapposizione C: Pantografo in contatto con due fili di contatto

Nella figura H.3 il tratto a separazione totale è più breve della distanza di 143 m tra tre pantografi consecutivi.

Figura H.3

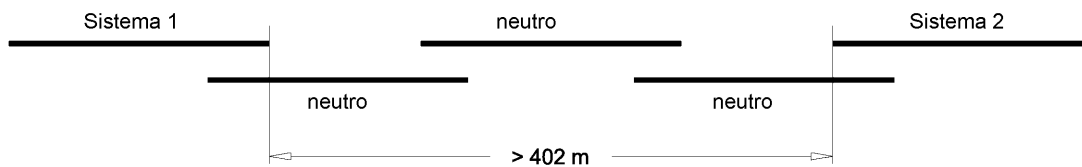
Disposizione di separazione di fase con tratto neutro breveLunghezza $D < 142$ m

Tratti di sovrapposizione C: Pantografo in contatto con due fili di contatto

H.3.4. Esempio di tratto a separazione di sistema

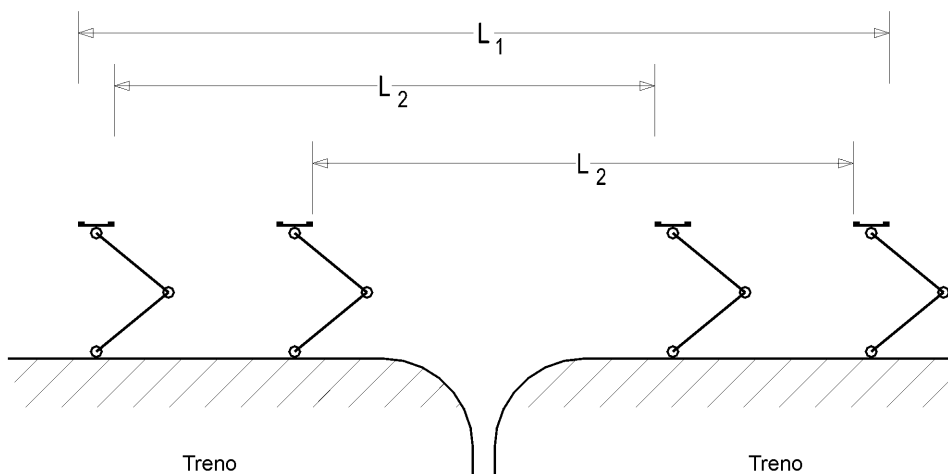
Se i tratti a separazione di sistema sono superati con pantografi sollevati, il tratto a separazione è costituito da tre tratti di linea isolati uno rispetto all'altro. La lunghezza totale deve essere di almeno 402 m. La figura H.4 indica il principio di progettazione.

Figura H.4

Disposizione del tratto a separazione di sistema con tratto neutro lungo**H.3.5. Disposizione del pantografo sui treni**

Per superare i tipi specifici di separazione di fase la spaziatura massima dei pantografi è di 400 m, la quale rappresenta la lunghezza massima dei treni. Inoltre, la spaziatura di tre pantografi costruttivi deve essere superiore a 143 m. Il pantografo che si trova tra altri due pantografi può essere disposto ovunque. Tra i pantografi in servizio non può esistere alcun collegamento elettrico. La figura H.5 indica la disposizione del pantografo.

Figura H.5

Disposizione del pantografoLunghezza $L_1 < 400$ mLunghezza $L_2 > 143$ m

H.3.6. Ingombro dinamico per il passaggio del pantografo

La figura H.6 indica le dimensioni relative allo spazio necessario per il passaggio di pantografi Euro sulle linee interoperabili. In aggiunta a questo spazio, l'infrastruttura deve tener conto dello spazio necessario per l'installazione della linea di contatto stessa e la necessaria distanza di sicurezza. Detto spazio dipende dalla progettazione delle singole linee di contatto e dalla relativa tensione.

Nella figura H.6 la larghezza L_1 si riferisce all'altezza del filo di contatto di 5,0 m, mentre L_2 dipende dall'altezza del filo di contatto applicabile ad una linea specifica. S è la misura imposta per il sollevamento, che corrisponde al doppio di S_0 secondo quanto riportato nelle tabelle 4.5 e 4.6.

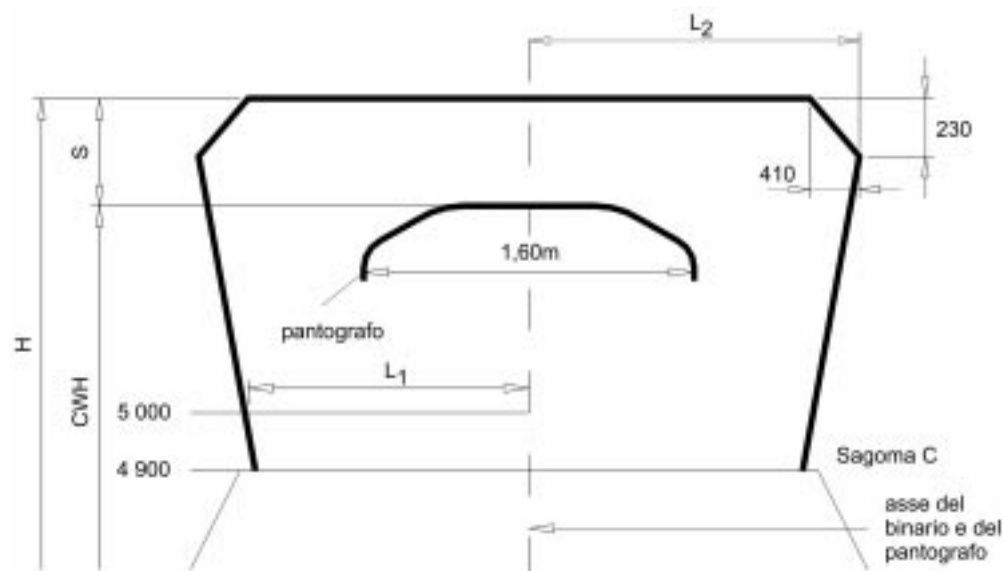
Il valore L_2 è

$$L_2 = 0,74 + 0,04 \cdot H + 0,15 \cdot H \cdot C - 0,075 \cdot C + 2,5 / R,$$

dove lo scartamento massimo è pari a 1,45 m. La sopraelevazione C , il raggio R e la dimensione H sono espressi in metri.

Figura H.6

Ingombro dinamico per il passaggio di pantografi su linee interoperabili



La tabella H.3 indica un esempio di relazioni tra il raggio di curvatura del binario, la sopraelevazione e le dimensioni L_1 e L_2 per linee ad alta velocità con raggio del binario superiore a 3 000 m. La dimensione H esprime la somma dell'altezza del filo di contatto CWH e la misura imposta S per il sollevamento.

Tabella H.3

Dimensioni dell'ingombro dinamico per il passaggio del pantografo su linee ad alta velocità (esempi, raggio di curvatura del binario superiore a 3 000 m)

Sopraelevazione C (m)	Larghezza L_1 a 5,00 m di altezza (m)	Larghezza L_2 (cfr. figura H.6) (m)
0,0	0,94	$0,74 + 0,04 H$
0,066	0,99	$0,74 + 0,05 H$
0,180	1,08	$0,73 + 0,07 H$

ALLEGATO J

ATTREZZATURA DELLA CATENARIA, INTERAZIONE GEOMETRICA DI CATENARIE E PANTOGRAFI, SISTEMI CC

J.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato riguarda:

- i requisiti geometrici per catenarie,
- i requisiti geometrici per pantografi, e
- i requisiti per l'interazione di catenarie e pantografi

per le linee adattate e di raccordo del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità alimentato con sistemi CC.

J.2. OBIETTIVI

Il presente allegato integra i parametri di base specificati per le linee alimentate con sistemi CC. Detti requisiti sono necessari al fine di garantire la circolazione sicura dei treni mediante un'alimentazione senza interruzione e interferenze indesiderate, e di raggiungere l'interazione senza eccessiva usura e rottura dei fili di contatto e delle bande di captazione.

J.3. REQUISITI GEOMETRICI

J.3.1. **Catenarie**

Nella tabella J.1 sono indicati i requisiti geometrici e le tolleranze.

Tabella J.1

Geometria delle catenarie

N.	Descrizione	Linee di raccordo	Linee adattate
1	Altezza del filo di contatto		
1.1	Altezza standard del filo di contatto (mm)	Tra 5 000 e 5 600 ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	Tra 5 000 e 5 500 ⁽³⁾ ⁽⁴⁾
1.2	Tolleranza (mm)	0 + 60	0 + 60
1.3	Valori limite (mm)	4 900 e 6 200 ⁽⁵⁾	4 900 e 6 200
2	Gradiente ammissibile del filo di contatto rispetto al binario e variazione del gradiente	Cfr. EN 50 119, versione 2001, paragrafo 5.2.8.2	
3	Flessione laterale ammissibile del filo di contatto sotto l'azione di venti trasversali (mm)	≤ 400	

⁽¹⁾ Per linee di raccordo destinate a traffico misto merci e passeggeri, per la circolazione di rimorchi ferroviari con sagoma fuori misura, l'altezza del filo di contatto può essere maggiore, purché il pantografo sia adatto a captare la corrente con la qualità specificata e lo sviluppo del pantografo risulti sufficiente come indicato al paragrafo 5.3.2.5.

⁽²⁾ L'altezza del filo di contatto in corrispondenza dei passaggi a livello deve essere progettata in conformità delle direttive nazionali.

⁽³⁾ Per quanto concerne le linee presenti in Italia di cui alla nota 2 della tabella 4.1 l'altezza del filo di contatto è compresa tra 5 000 mm e 5 300 mm. Gli altri valori si applicano agli altri tipi di linee.

⁽⁴⁾ L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento da prendere in considerazione sono definite nel Registro delle infrastrutture di cui all'allegato D della presente STI.

⁽⁵⁾ Per quanto riguarda le linee di raccordo presenti in Spagna: 4 600 mm e 6 200 mm.

J.3.2. Pantografi

Nella tabella J.2 sono indicati i requisiti geometrici per un pantografo adatto al sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità. La figura J.1 indica i dettagli dell'archetto del pantografo. I pantografi saranno utilizzati sulle linee di raccordo e sulle linee adattate del sistema interoperabile, pertanto non è possibile effettuare alcuna distinzione tra le categorie di linee.

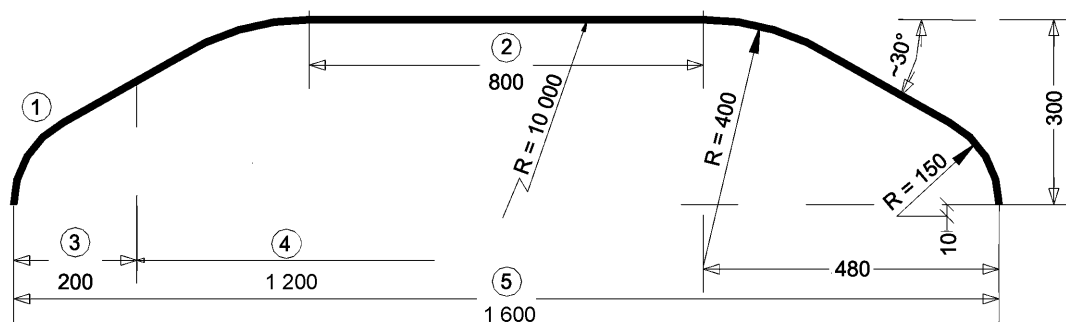
Tabella J.2

Geometria dell'archetto del pantografo

N.	Descrizione	Tutte le categorie di linee
1	Larghezza dell'archetto del pantografo	
1.1	Archetto unificato (mm)	1 600
1.2	Archetto durante il periodo di transizione (mm)	1 450 e 1 950
2	Zona di lavoro dell'archetto del pantografo (mm)	1 200
3	Lunghezza degli striscianti (mm)	≥ 800
4	Profilo dell'archetto del pantografo	
4.1	Profilo dell'archetto unificato	Cfr. figura J.1
4.2	Profilo dell'archetto di transizione	EN 50 367
5	Collegamento elettrico tra pantografi	Quando esisterà tale collegamento, sarà fornito un metodo per interromperlo
6	Dispositivo per rivelare difetti nell'archetto del pantografo	Necessario

Figura J.1

Profilo dell'archetto di captazione di corrente



- 1 Corno in materiale isolante
- 2 Lunghezza minima dello strisciante
- 3 Lunghezza in proiezione
- 4 Zona di lavoro dell'archetto
- 5 Larghezza dell'archetto

J.3.3. Ingombro dinamico per il passaggio del pantografo

Le condizioni definite per i sistemi CC si applicano anche ai sistemi CA. Cfr. l'allegato H, paragrafo H.3.6.

ALLEGATO K

FRENATURA A RECUPERO

K.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato si applica al traffico interoperabile su linee alimentate con sistema CA. Stabilisce le condizioni per l'uso della frenatura a recupero sui sistemi di trazione ad alimentazione di corrente.

Nota: Nei sistemi CC, su richiesta dell'azienda ferroviaria, l'ente aggiudicatore può decidere l'accettazione della frenatura a recupero.

K.2. CONSIDERAZIONI SUL MATERIALE ROTABILE

I treni non continueranno ad utilizzare il freno a recupero qualora:

- vi sia una perdita di tensione di alimentazione o una linea di contatto — corto circuito a massa/rotaia sul tratto alimentato dalla sottostazione,
- la catenaria non riesca ad assorbire energia,
- la tensione di linea sia superiore a $U_{\max 2}$. Cfr. l'allegato N della presente STI.

Qualora non sia disponibile l'assorbimento di energia di retroazione da parte di altri dispositivi, il materiale rotabile dovrà essere riconvertito ad altri sistemi di frenatura.

K.3. CONSIDERAZIONI SUL SOTTOSISTEMA ENERGIA

Il sottosistema energia deve essere progettato in modo da poter utilizzare la frenatura a recupero come freno di servizio.

L'ente aggiudicatore deve chiedere all'autorità che regola la fornitura di corrente di accettare la retroazione di energia di frenatura sulla rete di alimentazione, dove l'energia non può essere assorbita da altri dispositivi della linea ferroviaria.

K.4. VALUTAZIONE

I dispositivi di controllo e protezione della sottostazione devono consentire la risposta dell'energia alla rete di alimentazione. I diagrammi di collegamento devono consentire la valutazione.

————

Allegato L

TENSIONE AL PANTOGRAFO (INDICE DI QUALITÀ DELL'ALIMENTAZIONE)

L.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

L'obiettivo di uno studio di progettazione consiste nella definizione delle caratteristiche degli impianti fissi, i quali devono tollerare le condizioni più difficili specificate nell'orario secondo:

- il periodo di esercizio più intenso presente nell'orario, corrispondente al traffico di picco,
- le caratteristiche dei vari tipi di treni interessati, tenendo conto delle macchine di trazione selezionate.

Il presente allegato riguarda:

- le linee ad alta velocità progettate per velocità pari o superiori a 250 km/h, e
- le linee adattate per velocità dell'ordine di 200 km/h.

L.2. OBIETTIVI

L'obiettivo consiste nel fornire un'indicazione della qualità degli impianti fissi per trazione elettrica, e si basa su uno studio matematico della tensione rilevata su una linea elettrificata con treni in esercizio secondo l'orario di riferimento.

L'indice di qualità $U_{\text{utile media}}$ è calcolato mediante simulazione, e può essere verificato tramite apposite misurazioni su un treno critico.

Nota: Per garantire i livelli di prestazione per tutti i treni che dipendono dal tipo di linea, occorre che l'ente aggiudicatore progetti le apparecchiature in modo che la tensione utile media al pantografo di ogni treno presente nel tratto alimentato sia sufficientemente elevata. Ciò non significa che i treni non siano soggetti, per periodi molto brevi, alle tensioni estreme di cui all'allegato N della presente STI.

L.3. DEFINIZIONE DELLA TENSIONE UTILE MEDIA

La tensione utile media $U_{\text{utile media}}$ è calcolata mediante la simulazione al computer di un'area geografica, che tiene conto di tutti i treni che si prevede transitino in tale zona in un determinato periodo di tempo corrispondente al periodo di traffico di picco dell'orario. Tale periodo di tempo deve essere sufficiente per tenere conto del carico massimo esercitato su ciascuna sezione elettrica dell'area geografica.

Nella simulazione si dovrà tenere conto delle caratteristiche elettriche dell'impianto di alimentazione di corrente e di quelle di ciascun tipo diverso di treno.

In ciascuna fase della simulazione si deve analizzare la tensione fondamentale al pantografo di ogni treno presente nell'area geografica. Per i sistemi a corrente alternata, si deve utilizzare il valore efficace della tensione fondamentale. Per i sistemi a corrente continua, si deve utilizzare la media. La fase della simulazione deve essere sufficientemente breve da tenere conto di tutti gli eventi previsti nell'orario.

I valori di tensione risultanti dalla simulazione servono per lo studio di:

1. $U_{\text{utile media}}$ dell'area di alimentazione di corrente

Si tratta della media di tutti i valori di tensione analizzati in una simulazione e fornisce un'indicazione della qualità dell'alimentazione di corrente per l'intera area.

In quest'analisi, in ogni fase della simulazione devono essere compresi tutti i treni presenti nell'area geografica, per l'intero periodo di traffico di picco considerato, indipendentemente dal fatto che essi si trovino o meno nella modalità di trazione (stazionari, in trazione, in rigenerazione e in marcia per inerzia).

2. $U_{\text{utile media}}$ del treno

Si tratta della media di tutti i valori di tensione nella stessa simulazione utilizzata per lo studio dell'area geografica, con un'analisi limitata ai valori di tensione di un determinato treno in tutti i passi temporali durante i quali il treno assorbe un carico di trazione (non stazionari, non in rigenerazione e non in marcia per inerzia).

La media di tali valori di tensione consente di controllare le prestazioni di ciascun treno esaminato nella simulazione e, di conseguenza, identifica il treno caratterizzante, vale a dire quello la cui capacità di accelerazione è maggiormente limitata dalla bassa tensione.

L.4. VALORI CONSIGLIATI DELLA TENSIONE UTILE MEDIA AL PANTOGRAFO

I valori minimi della tensione utile media $U_{\text{utile media}}$ al pantografo sono indicati nella tabella L.1:

Tabella L.1

Valore minimo della tensione utile media al pantografo (kV)

Sistema di elettrificazione	CC 1,5 kV	CC 3 kV	CA 15 kV	CA 25 kV
Area	1,30	2,80	14,2	22,5
Treno	1,30	2,80	14,2	22,5

L.5. RAPPORTO FRA LA TENSIONE UTILE MEDIA $U_{\text{utile media}}$ E U_{min1}

L'alimentazione di corrente deve essere progettata in modo che le simulazioni che permettono il calcolo della tensione utile media $U_{\text{utile media}}$ al pantografo non producano mai valori istantanei della tensione al pantografo di qualsiasi treno inferiori al limite « U_{min1} » come indicato nell'allegato N della presente STI per il traffico corrispondente al tipo di linea in questione di cui all'allegato F della presente STI.

L.6. CRITERI DI SELEZIONE PER DETERMINARE LA TENSIONE AL PANTOGRAFO PER I TRENI AD ALTA VELOCITÀ

Il progetto degli impianti fissi per trazione elettrica può essere realizzato simulando l'orario critico tenendo conto della potenza assorbita da ogni treno esaminato nella simulazione in ciascun intervallo di tempo. Oltre agli aspetti di taratura delle apparecchiature (trasformatori, catenarie, autotrasformatori per 2×25 kV e convertitori per CC) e di compatibilità con le prestazioni apparenti tollerate nei punti di collegamento dell'alta tensione, la qualità dei componenti dell'alimentazione di corrente è un importante parametro per qualificare lo schema di alimentazione studiato.

La curva caratteristica dello sforzo di trazione rispetto alla velocità di una macchina di trazione varia in funzione della tensione al pantografo. La definizione dell'inviluppo della curva caratteristica sforzo di trazione-velocità in condizioni di tensione ridotta si ottiene, rispetto alla curva caratteristica nominale, mediante un'estrapolazione sull'intervallo di velocità con un coefficiente di proporzionalità leggermente inferiore al valore del rapporto fra la tensione al pantografo e quella nominale ($U_{\text{pantografo}}/U_{\text{nominale}}$).

I valori di tensione ottenuti devono consentire il raggiungimento dei livelli di prestazioni desiderati. Ad esempio, per studiare l'elettrificazione a 25 kV, la scelta di una tensione di almeno 22,5 kV permette di non scendere statisticamente al di sotto del limite minimo di 19 kV. Valori di tensione inferiori a 19 kV sono possibili in periodi di traffico anomalo, in particolare in caso di treni frequenti che viaggiano a distanza ravvicinata, o in situazioni speciali che non sempre si verificano nelle simulazioni, come la coincidenza di traffico in entrambe le direzioni.

L'incidenza delle situazioni con prestazioni ridotte, sia dal punto di vista dello schema di alimentazione di corrente, sia da quello del grafico di esercizio, deve essere valutata tenendo conto delle riduzioni ammesse delle prestazioni.

La scelta della tensione utile media corretta presenta i seguenti vantaggi, in quanto:

- consente alle macchine di trazione di funzionare con una tensione il cui valore è vicino a quello della tensione nominale prevista, ottimizzando in tal modo l'efficienza e le prestazioni,
- garantisce il rispetto dei valori di tensione minima specificati dalle norme,

- riflette il fatto che gli impianti fissi per trazione elettrica offrono le prestazioni corrette e, di conseguenza, è possibile considerare aumenti del volume di traffico,
- consente di affrontare determinate situazioni di traffico limitato.

L.7. CALCOLO DELLA TENSIONE UTILE MEDIA AL PANTOGRAFO

La tensione utile media $U_{\text{utile media}}$ al pantografo è definita come segue:

$$U_{\text{utilemedia}} = \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{T_j} \int_0^{T_j} U_p \cdot |I_{pj}| dt \right) \cdot \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{T_j} \int_0^{T_j} |I_{pj}| dt \right)$$

dove:

T_j = integrazione del periodo studiato rispetto al treno numero j ,

n = numero di treni presi in esame nello studio.

Per i sistemi CA:

U_{pj} = tensione efficace istantanea alla frequenza di alimentazione e al pantografo del treno numero j ,

$|I_{pj}|$ = valore assoluto della corrente efficace istantanea alla frequenza di alimentazione che passa attraverso il pantografo del treno numero j .

Per l'elettificazione CC:

U_{pj} = tensione CC media istantanea al pantografo del treno/dei treni numero j ,

$|I_{pj}|$ = valore assoluto della corrente CC media istantanea che passa attraverso il pantografo del treno numero j .

Quanto indicato in precedenza esprime la relazione fra la potenza media calcolata per il treno (i treni) durante le sequenze di trazione e la relativa corrente media.

Si ottiene un risultato equivalente utilizzando la formula che segue, più adatta per determinati programmi informatici:

$$U_{\text{utilemedia}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{MN\Delta t} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^M U_{j,k}(t) \cdot \Delta t$$

dove:

n = numero di treni presi in esame nella simulazione,

$U_{j,k}$ = valore efficace della tensione alla frequenza di alimentazione ricavato dalla fase di calcolo di base per i sistemi di elettificazione CA

Tensione media ottenuta nella fase di calcolo di base per i sistemi di elettificazione CC,

M = numero di fasi di calcolo contenuti nel periodo di integrazione,

N = numero di periodi di integrazione contenuti nella simulazione,

Δt = durata della simulazione di ciascuna fase M .

Nota: Δt deve essere sufficientemente breve da tenere conto di tutti gli eventi previsti nell'orario.

Questa espressione per la tensione offre il vantaggio di rispecchiare molto fedelmente la qualità dell'alimentazione di corrente nel caso di simulazioni del traffico comprendenti un grande numero di treni sulla ferrovia in fase di studio.

La formula precedente serve per lo studio dei seguenti aspetti:

Un'area geografica (vale a dire la parte della rete studiata) in un determinato periodo di tempo, tenendo conto di tutti i treni che attraversano tale area, a prescindere dal fatto che essi si trovino o meno nella modalità di trazione (stazionari, in trazione, in rigenerazione e in marcia per inerzia). Il valore della tensione utile media $U_{\text{utile media}}$ media è pertanto un indicatore della qualità dell'alimentazione di corrente per l'intera area.

La tensione utile media al pantografo di ciascuno dei treni presenti nella parte di linea studiata; si tiene conto soltanto dei periodi di trazione del treno. In questo caso, nella formula precedente n è uguale a 1. Questo valore serve per controllare le prestazioni di ciascun treno preso in esame nella simulazione e, di conseguenza, identifica il treno caratterizzante.

L.8. INDICE QUALITATIVO DELL'ALIMENTAZIONE

L.8.1. $U_{\text{utile media}}$ (area)

Cosa	Quando	Come	Condizioni di accettazione
<i>Simulazione</i>			
Su di un'area specifica del sistema di alimentazione	Dopo ogni simulazione	Utilizzando i risultati della simulazione dei treni nella zona considerata e calcolo secondo la definizione di cui al paragrafo L. 3	Il valore è superiore al valore indicato alla riga «Area» della tabella L.1

L.8.2. $U_{\text{utile media}}$ (treno)

Cosa	Quando	Come	Condizioni di accettazione
<i>Simulazione</i>			
Per un treno specifico nell'orario di simulazione — in particolare il treno di dimensionamento	Come risultato delle simulazioni	Utilizzando i risultati della simulazione del calcolo del treno secondo le definizioni di cui al paragrafo L.3	Il valore è superiore al valore indicato alla riga «Treno» della tabella L.1 (linee STI o linee classiche)

L.8.3. Rapporto tra $U_{\text{utile media}}$ e U_{min1}

Cosa	Quando	Come	Condizioni di accettazione
<i>Simulazione</i>			
	Dopo ogni simulazione	Utilizzando i risultati di simulazione di ogni treno considerato nella prova di zona da effettuarsi solo se $U_{\text{utile media}}$ al pantografo è superiore ai valori di cui al paragrafo L.5	Verificare che la tensione al pantografo di ogni treno non sia mai inferiore a U_{min1}

ALLEGATO M

PROVA E VERIFICA DEGLI STRISCIANTI

M.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato si applica alle prove e alla verifica delle bande di captazione da utilizzare sui pantografi per il traffico interoperabile ad alta velocità.

M.2. STRISCIANTI

M.2.1. **Generalità**

Il tipo di strisciante utilizzato deve essere conforme a:

- capacità di corrente,
- forza statica,
- materiale dello strisciante.

Il materiale degli striscianti deve essere accettabile per l'ente aggiudicatore. I materiali di uso comune per gli striscianti sono:

- carbonio semplice, se necessario impregnato con un materiale aggiuntivo,
- acciaio-rame, lega di rame, rame,
- carbonio rivestito di rame,
- materiale sinterato.

Per l'uso di altri materiali è necessario dimostrare che le relative caratteristiche sono uguali o superiori a quelle dei materiali raccomandati.

Il funzionamento con striscianti in materiali diversi sulla rete delle linee di contatto deve essere concordato tra l'ente aggiudicatore e l'azienda ferroviaria.

Nota: L'impiego di materiali misti per le bande di captazione utilizzate nella rete può causare un aumento dell'usura delle bande di captazione e del filo di contatto.

M.3. CORRENTE A TRENO FERMO

M.3.1. **Condizioni di prova**

Nei sistemi CC, occorre controllare a treno fermo il riscaldamento del filo di contatto dovuto alla corrente. Tale controllo non è necessario per i sistemi CA a causa del valore inferiore della corrente a treno fermo.

La prova deve essere eseguita con un pantografo dotato di un archetto munito di due bande di captazione.

Le due bande di captazione devono essere sottoposte a prova su una superficie piana secondo una condizione di uso comune.

Il pantografo deve essere montato su una macchina di trazione. Le prove devono essere effettuate in un ambiente protetto (ad esempio in un'officina chiusa) per evitare qualunque influenza dovuta al flusso dell'aria.

Le prove devono essere eseguite sotto uno o due fili di contatto dotati di sensori di temperatura, che dovranno essere disposti a 2 mm di distanza dalla superficie di contatto.

M.3.2. Procedura di prova

Le prove devono essere eseguite con una forza statica di contatto conforme a quanto indicato al paragrafo 5.3.2.6.

La corrente fornita dal pantografo deve essere messa in relazione con il consumo massimo del materiale rotabile entro i limiti di cui al paragrafo 5.3.3.4.

Ciascuna prova deve avere una durata minima di 30 minuti, salvo i casi in cui la temperatura rilevata da uno dei sensori raggiunge il valore massimo ammissibile per i fili di contatto. Tale valore deve essere specificato dall'ente aggiudicatore. In questo caso, la prova deve essere sospesa.

L'intensità della corrente e la temperatura devono essere registrate in modo continuo.

Le prove sono considerate soddisfacenti se dopo 30 minuti la temperatura massima dei fili di contatto non supera il valore limite concordato.

M.4. CORRENTE AL CARICO ELETTRICO

M.4.1. Condizioni di prova

Nei sistemi CC, occorre controllare l'usura degli striscianti dovuta alla corrente al carico elettrico. Tale controllo non è necessario per i sistemi CA a causa del valore inferiore della corrente al carico elettrico.

Il pantografo deve essere montato su una macchina di trazione la cui capacità consenta almeno il prelievo della massima corrente elettrica.

Durante le prove su binario e prima delle misurazioni, il pantografo dotato delle bande di captazione di prova deve essere disposto in modo che siano presenti le condizioni meno favorevoli per la trasmissione della corrente.

M.4.2. Procedura di prova

La macchina di trazione deve trainare un treno della massa massima consentita a una velocità tale da raggiungere la massima corrente.

In ciascuna configurazione, si deve trasferire per 30 minuti la corrente massima durante le misurazioni di rilievo.

Per garantire che le prestazioni di esercizio delle bande di captazione siano sufficientemente rappresentative, in ciascuna configurazione devono essere effettuate dieci corse di misurazione.

In ciascun caso, si raccomanda di sostituire le bande di captazione dopo un ciclo di dieci corse.

Dopo ciascun ciclo, si devono esaminare visivamente le condizioni delle bande di captazione e definire l'entità dell'usura (mm/1 000 km), in modo da permettere la valutazione delle loro prestazioni di esercizio.

Le prove sono considerate soddisfacenti quando non si rilevano difetti che possano ridurre le prestazioni di esercizio delle bande di captazione e quando l'usura è conforme alle prestazioni di esercizio indicate nella STI energia.

ALLEGATO N

TENSIONE E FREQUENZA DEI SISTEMI DI TRAZIONE

N.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato definisce la tensione, la frequenza e le relative tolleranze ai terminali della sottostazione e al pantografo.

N.2. TENSIONE

Le caratteristiche dei principali sistemi di tensione (sovratensioni escluse) sono precisate nella tabella N.1.

Tabella N.1

Tensione nominale e relativi limiti ammissibili in valore e in durata

Sistema di elettrificazione	Tensione minima non permanente	Tensione minima permanente	Tensione nominale	Tensione massima permanente	Tensione massima non permanente
	$U_{\min 2}$ (V)	$U_{\min 1}$ (V)	U_n (V)	$U_{\max 1}$ (V)	$U_{\max 2}$ (V)
CC (valori medi)	400 ⁽¹⁾	400	600	720	800 ⁽²⁾
	400 ⁽¹⁾	500	750	900	1 000 ⁽²⁾
	1 000 ⁽¹⁾	1 000	1 500	1 800	1 950 ⁽²⁾
	2 000 ⁽¹⁾	2 000	3 000	3 600	3 900 ⁽²⁾
CA (valori efficaci)	11 000 ⁽¹⁾	12 000	15 000	17 250	18 000 ⁽²⁾
	17 500 ⁽¹⁾	19 000	25 000	27 500	29 000 ⁽²⁾

⁽¹⁾ La durata dei valori di tensione compresi fra $U_{\min 1}$ e $U_{\min 2}$ non è superiore a due minuti.

⁽²⁾ La durata dei valori di tensione compresi fra $U_{\max 1}$ e $U_{\max 2}$ non è superiore a cinque minuti.

— La tensione della barra di distribuzione nella sottostazione compresi tutti gli interruttori di circuito di linea aperti non deve superare $U_{\max 1}$.

— Nelle normali condizioni di esercizio i valori di tensione devono rimanere compresi tra $U_{\min 1}$ e $U_{\max 2}$.
Se le condizioni di esercizio sono disturbate, sono ammessi valori di tensione compresi tra $U_{\min 1}$ e $U_{\min 2}$.

Rapporto $U_{\max 1}/U_{\max 2}$

Ogni incidenza di $U_{\max 2}$ deve essere seguita da un livello non superiore a $U_{\max 1}$ per una durata indeterminata.

Tensione minima di esercizio

Se le condizioni di esercizio sono anormali, $U_{\min 2}$ è il valore minimo della tensione della catenaria alla quale i treni possono circolare.

Nota: Valori raccomandati per l'attivazione di sottotensioni:

i relè di minima tensione, in punti fissi o a bordo, possono essere regolati su valori compresi tra l'85 e il 95 % di $U_{\min 2}$.

N.3. FREQUENZA

La frequenza del sistema di trazione elettrica a 50 Hz è imposta dalla rete di distribuzione trifase. Si applicano pertanto i valori indicati nella norma EN 50 160. La frequenza del sistema di trazione elettrica a 16,7 Hz (ad eccezione del convertitore sincrono-asincrono) non è imposta dalla rete di distribuzione trifase.

La tabella N.2 fornisce i valori applicabili a entrambi i sistemi elettrici.

Tabelle N.2

Frequenza del sistema di alimentazione ferroviario e relativi limiti ammissibili

Durata	Frequenza nominale del sistema	Sistema di alimentazione ferroviario alimentato da	
		Rete trifase interconnessa	Rete trifase non interconnessa
95 % della settimana	50 Hz	50,50 Hz	51,00 Hz
		49,50 Hz	49,00 Hz
	16,7 Hz	16,83 Hz	n.a.
		16,50 Hz	n.a.
100 % della settimana	50 Hz	52,00 Hz	57,50 Hz
		47,00 Hz	42,50 Hz
	16,7 Hz	17,36 Hz	17,00 Hz
		15,69 Hz	16,17 Hz

n.a.: non applicabile.

Nota 1: In pratica, in Europa le variazioni della frequenza sono inferiori ai valori sopra indicati.

N.4. METODOLOGIA DI PROVA

N.4.1. Misurazione della tensione sulla linea

N.4.1.1. Materiale rotabile

Il materiale rotabile deve essere sottoposto a prove come descritto nella norma EN 50 215, versione 1999, paragrafo 9.15.

N.4.1.2. Impianti fissi

Dove	Quando	Come	Condizioni di accettazione
N.4.1.2.1. Sottostazione sbarra di distribuzione, apertura interruttori di circuito di linea, condizioni normali di esercizio	Al momento della messa in servizio	<ul style="list-style-type: none"> — Indicatore di tensione per la frequenza fondamentale, o — registratori di dati digitali con un intervallo di frequenza maggiore o uguale a 2 kHz. In media oltre 1 secondo, — periodo di misurazione 1 minuto 	Tutti i valori di tensione non sono superiori a U_{max1}
N.4.1.2.2. Se lungo la linea non sono installati dispositivi che possono condizionare la tensione Effettuare la misurazione su entrambi i lati del dispositivo di assenza di carico e in condizioni normali di esercizio	Al momento della messa in servizio e in fase di esercizio	<p>In assenza di carico ⇒ cfr. sezione precedente sottostazione</p> <p>In fase di esercizio ⇒ cfr. sezione successiva misurazione ad hoc</p>	<p>In assenza di carico ⇒ cfr. sezione precedente sottostazione</p> <p>In fase di esercizio ⇒ cfr. sezione successiva misurazione ad hoc</p>

Dove	Quando	Come	Condizioni di accettazione
<p>N.4.1.2.3. <i>Misurazione ad hoc</i></p> <p>In loco, dove si riscontrano problemi</p>	In risposta ai problemi	<ul style="list-style-type: none"> — Indicatore di tensione per la frequenza fondamentale, o — registratori di dati digitali con un intervallo di frequenza maggiore o uguale a 2 kHz. In media oltre 1 secondo, — periodo di misurazione min. 1 ora max. 1 settimana 	<ul style="list-style-type: none"> — Tutti i valori di tensione sono maggiori o uguali a $U_{\min 2}$ — Ogni durata di tensione inferiore a $U_{\min 1}$ non è superiore alla durata di cui al paragrafo N.2 requisito 1 — Il valore medio della tensione è compreso tra $U_{\min 1}$ e $U_{\max 1}$ — Ogni durata di tensione superiore $U_{\max 1}$ non è superiore alla durata di cui al paragrafo N.2 requisito b — I valori di tensione non superano $U_{\max 2}$

N.4.2. Misura della frequenza sulla linea

Dove	Quando	Come	Condizione di accettazione
<p><i>Monitoraggio continuo</i></p> <p>Solo per le reti la cui frequenza non è imposta dalla rete di distribuzione trifase.</p> <p>Continuo in collegamento con il controllo di ciclo chiuso di frequenza nelle centrali elettriche o nel centro di controllo di rete</p>	Al momento della messa in servizio e in fase di esercizio	Registratori di dati digitali con intervallo di frequenza ≥ 2 kHz	Tutti i valori di frequenza sono compresi nel campo di cui alla tabella 2 ultima colonna

ALLEGATO O

LIMITAZIONE DEL CONSUMO MASSIMO DI POTENZA

O.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato fornisce i requisiti per i limitatori di corrente e di potenza installati a bordo delle macchine di trazione.

O.2. CORRENTE MASSIMA DEL TRENO

La tabella O.1 riporta la corrente massima ammissibile del treno è indicata: i livelli si applicano sia nella modalità di trazione, sia in quella di rigenerazione. Nel Registro delle infrastrutture devono essere indicati valori inferiori per le linee dotate di alimentazione di corrente debole (cfr. l'allegato D della presente STI).

Tabella O.1

Corrente massima ammissibile del treno (Ampere)

Sistema di alimentazione	Linea ad alta velocità	Linea adattata	Linea di raccordo
750 V CC	—	—	6 800
1 500 V CC ⁽¹⁾	—	5 000	5 000
3 000 V CC	4 000	4 000	2 500
15 000 V CA 16,7 Hz	1 700	1 000	900
25 000 V CA 50 Hz	1 500	600	500

⁽¹⁾ Sulle linee speciali (ad esempio per merci in aree montane e reti suburbane) questi valori possono essere superiori.

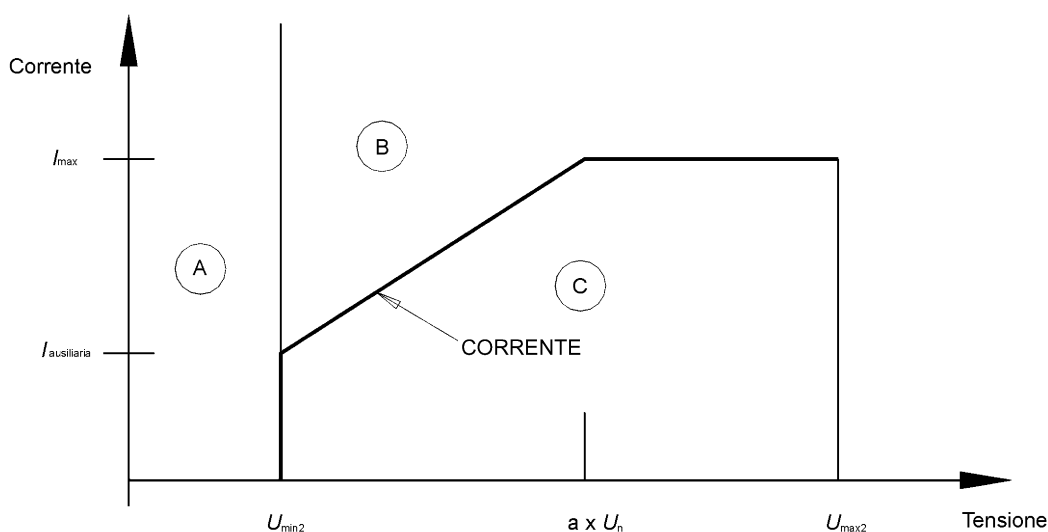
O.3. REGOLAZIONE AUTOMATICA

I treni devono essere dotati di un dispositivo automatico che adegui il livello di consumo di corrente alla tensione della catenaria in condizioni stazionarie. La figura O.1 indica i valori di corrente in funzione della tensione della catenaria.

Quanto riportato in questa figura non si applica nella modalità di frenatura a recupero.

Figura O.1

Corrente massima del treno in funzione della tensione



I_{max} corrente massima assorbita dal treno

A assenza di trazione

B superamento del livello di corrente

C livelli di corrente ammissibili

a fattore indicato nella tabella O.2

Tabella O.2

Valori del fattore a

Sistema di alimentazione	25 000 V CA 50 Hz	15 000 V CA 16,7 Hz	3 000 V CC	1 500 V CC	750 V CC
a	0,9	0,95	0,9	0,9	0,8

O.4. LIMITATORE DELLA POTENZA O DELLA CORRENTE

Per consentire alle macchine di trazione potenti di circolare ovunque (su linee dotate di alimentazione adeguata o debole), occorre installare a bordo un selettore della corrente o della potenza che limiti la potenza assorbita dal treno adeguandola alla capacità elettrica della linea. Ciò si applica soltanto alle linee adattate e di raccordo della rete transeuropea ad alta velocità e a tutte le altre linee della rete convenzionale.

L'ente aggiudicatore deve dichiarare le limitazioni di ciascuna linea nel Registro delle infrastrutture.

Questa impostazione può essere effettuata manualmente dal macchinista o, se la linea è attrezzata in tal senso, deve essere effettuata in modo automatico.

ALLEGATO P

CARATTERISTICHE ARMONICHE E RELATIVE ALLE SOVRATENSIONI SULLA CATENARIA

P.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato definisce i requisiti necessari per evitare sovratensioni inaccettabili sulla catenaria dovute alle armoniche generate dalle macchine di trazione.

P.2. GENERALITÀ

Le caratteristiche armoniche del sistema di alimentazione e del materiale rotabile del sistema ferroviario determinano le sovratensioni nelle catenarie. Per ottenere la compatibilità del sistema elettrico in condizioni stazionarie e dinamiche, tali sovratensioni devono essere mantenute al di sotto di valori critici all'interno dell'intervallo di frequenze di rilievo. In presenza di dispositivi di protezione installati, le sovratensioni causano interruzioni del funzionamento normale e risultano critiche più dal punto di vista operativo che per gli aspetti di sicurezza.

Le sovratensioni sono causate dai seguenti effetti fisici:

Sovratensioni causate da instabilità del sistema

I moderni veicoli ferroviari dotati di propulsione a invertitori e di sistemi ausiliari, nonché di convertitori statici di frequenza, sono in generale dispositivi attivi in grado di trasferire l'energia da una frequenza all'altra del campo previsto. Il loro comportamento di trasferimento è determinato in larga misura dai dispositivi di controllo, nonché dagli elementi passivi presenti nel sistema.

I combinatori devono essere tarati in modo da garantire un comportamento stabile in tutte le condizioni di funzionamento. Nei sistemi instabili, i valori fisici (come quelli di tensione o di corrente) tendono all'infinito, causando nella pratica la disattivazione (sia nei sistemi lineari sia in quelli non lineari), o l'oscillazione continua (stato stazionario) ad una o più frequenze (solo nei sistemi non lineari).

I problemi di stabilità sono sempre associati ai cicli di retroazione presenti nel sistema soprattutto tramite uno o più combinatori di uno o più sottosistemi elettrici. Non occorre la presenza di una sorgente di eccitazione esplicita, ma sono sufficienti piccoli disturbi. Occorre distinguere questa condizione dagli altri casi descritti in seguito, nei quali si hanno sempre una sorgente di eccitazione e un percorso di trasmissione/amplificazione.

Di solito, le possibili oscillazioni causate dalle instabilità sono comprese nella gamma di frequenze fino a circa 500 Hz (larghezza di banda dei combinatori in questione). Le oscillazioni a bassa frequenza (a frequenze non superiori a quella di alimentazione) sono associate in modo marcato alle caratteristiche non lineari dei veicoli moderni, mentre le instabilità a frequenza più elevata possono essere linearizzate in modo approssimativo.

Sovratensioni causate dalle armoniche

Gli invertitori a stato solido (sia del tipo a comando ritardato sia quelli a commutazione forzata) installati sul materiale rotabile o per l'alimentazione di corrente, producono armoniche in corrente e tensione che possono essere rappresentate in modo semplificato mediante sorgenti di corrente o tensione. Tutti i tipi di convertitore generano uno spettro tipico di corrente e tensione. I convertitori, unitamente agli elementi passivi come i trasformatori e i filtri, mostrano un comportamento da sorgente di corrente o di tensione dotata di un'impedenza interna caratteristica.

Tutti i sistemi di alimentazione di corrente comprendono risonanze dovute alla risonanza delle linee e dei cavi di trasmissione, e in parte anche ai componenti passivi di filtro. Ciò provoca un'amplificazione delle armoniche iniettate dai convertitori nel sistema di alimentazione di corrente. L'amplificazione (o la parziale soppressione) si verifica sia nella posizione del convertitore (a causa dell'impedenza della linea vista da quest'ultimo), sia fra la posizione del convertitore e altri punti della rete (comportamento di trasferimento del sistema di alimentazione di corrente).

L'amplificazione di armoniche intense può dare luogo a notevoli sovratensioni nel punto in cui si trova il veicolo o in punti completamente diversi della rete.

Il sistema di alimentazione (sottostazioni e catenaria) presenta picchi di risonanza dovuti ai suoi parametri distribuiti, vale a dire induttanza e capacità per unità di lunghezza. Tali picchi di risonanza possono causare corrente e tensione dai valori estremamente elevati. Il rapporto fra la corrente massima e quella minima registrata lungo la catenaria alle frequenze specifiche di risonanza può essere 100 volte superiore. Per veicoli dotati di convertitori a quattro quadranti, le correnti armoniche al pantografo del veicolo possono risultare moltiplicate per un fattore tre a causa di un'impedenza della rete di alimentazione diversa da zero.

Fra gli ulteriori fenomeni tecnici di cui occorre tenere conto per la compatibilità dei sistemi elettrici dell'alimentazione di corrente e del materiale rotabile, vi sono:

- passaggi multipli per lo zero,
- picchi e cali di tensione e transitori,
- variazioni della fase della tensione di alimentazione,
- oscillazioni a bassa frequenza.

Dal punto di vista delle interferenze condotte, possono risultare importanti i seguenti effetti:

- slittamento/scorrimento delle ruote,
- carichi ausiliari,
- eventi dinamici,
- armoniche prodotte dal convertitore ausiliario,
- modulazioni prodotte da vari convertitori.

P.3. PROCEDURA DI ACCETTAZIONE

Tutti le macchine di trazione o i componenti di un'infrastruttura nuovi o revisionati (ad esempio apparecchiature per l'alimentazione di corrente, convertitori statici e cavi ad alta tensione) vengono integrati in una rete di alimentazione di corrente esistente con macchine di trazione.

Occorre pertanto controllare la compatibilità fra le macchine di trazione e la rete esistenti e le macchine di trazione e i componenti dell'infrastruttura futuri in relazione ai fenomeni di cui al paragrafo P.2.

Le parti o gli enti interessati sono:

- l'ente aggiudicatore,
- l'operatore/gli operatori del traffico esistente,
- l'acquirente/il proprietario delle nuove macchine di trazione o dei nuovi impianti dell'infrastruttura,
- il fabbricante delle nuove macchine di trazione o dei nuovi impianti dell'infrastruttura.

Una specifica generale per il materiale rotabile o l'alimentazione di corrente, che eviti le sovratensioni in qualsiasi situazione, potrebbe risultare molto conservativa e impossibile da soddisfare. Per il controllo della compatibilità occorre pertanto applicare il processo descritto al paragrafo P.6 (caso di compatibilità).

P.4. CARATTERISTICA DEGLI IMPIANTI FISSI PER L'ALIMENTAZIONE DI CORRENTE DI TRAZIONE

Definire in modo completo e approfondita le caratteristiche degli impianti fissi per l'alimentazione di corrente è un compito di notevole portata. Non è inoltre possibile fornire per tutti i tipi di impianti fissi una caratterizzazione semplice e generale adeguata per il caso di compatibilità (paragrafo P.6).

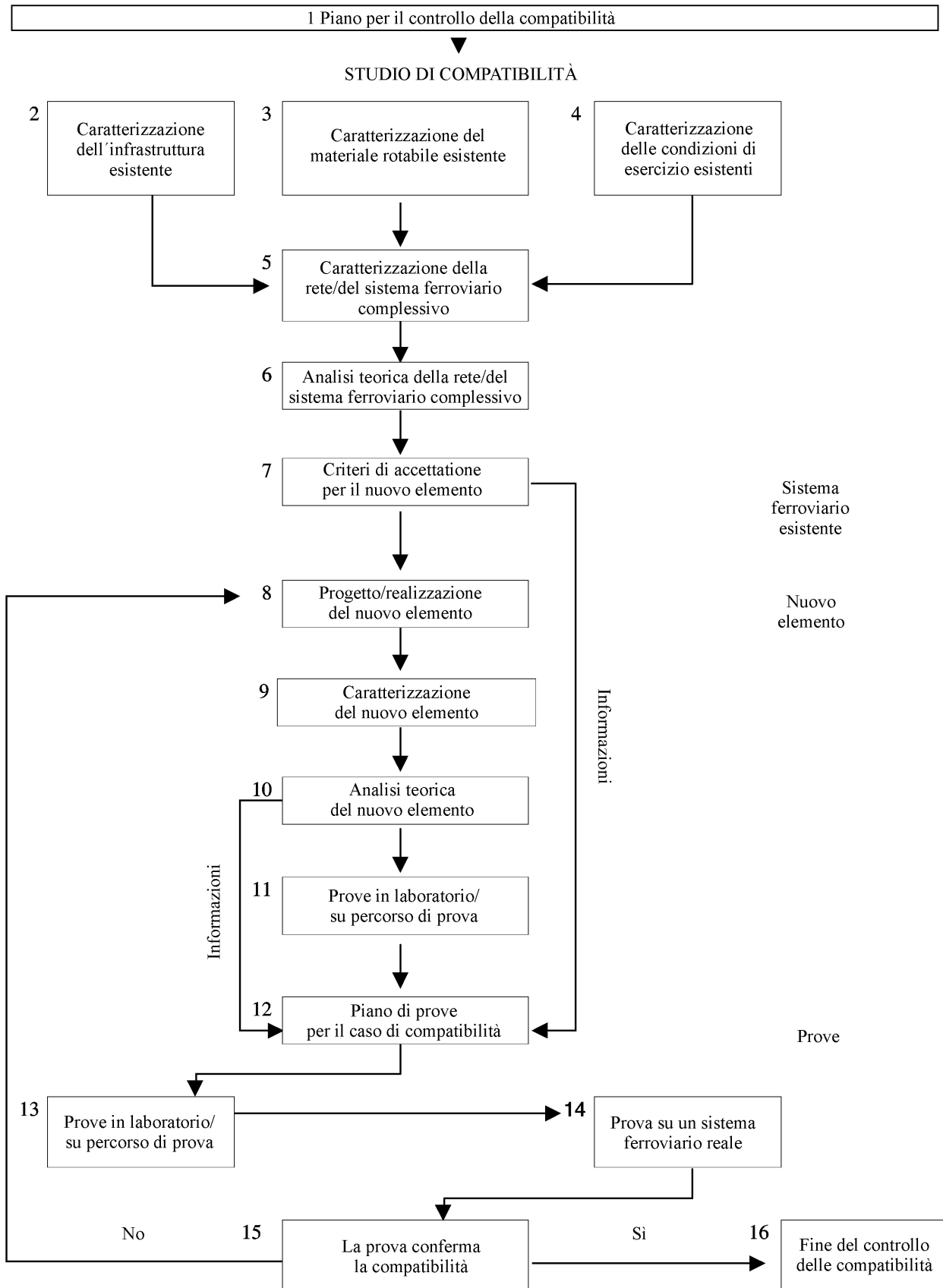
I valori relativi ai sistemi devono essere forniti dall'ente aggiudicatore.

P.5. CARATTERISTICHE DEI TRENI

L'ente aggiudicatore deve ricevere i valori relativi ai veicoli dall'operatore del traffico esistente.

Figura P.1

Procedura di introduzione di un nuovo veicolo o di un nuovo elemento



P.6. STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Lo studio di compatibilità (o caso di compatibilità) è un processo volto a dimostrare la compatibilità di nuovo materiale rotabile o di nuovi elementi dell'infrastruttura con le macchine di trazione e la rete di alimentazione di corrente esistenti. Come mostrato nella figura P.1, la prima attività di verifica della compatibilità consiste nella pianificazione dell'intero caso di compatibilità. Lo schema di flusso si applica sia al nuovo materiale rotabile, sia ai nuovi componenti dell'infrastruttura di alimentazione di corrente. Si tratta di una procedura per la loro introduzione in un sistema ferroviario esistente.

L'ente aggiudicatore è responsabile della caratterizzazione dell'infrastruttura e della rete complessiva, come descritto ai paragrafi P.4 e P.5. È inoltre di sua responsabilità la definizione di criteri di accettazione particolari per i veicoli o i nuovi elementi dell'infrastruttura, come descritto ai punti da 1 a 7 della tabella P.1. L'acquirente/il proprietario del nuovo componente (macchina di trazione o impianto di alimentazione di corrente) deve svolgere uno studio che ne dimostri la compatibilità. I criteri di accettazione particolari sono necessari per garantire la compatibilità con il sistema completo, come descritto al paragrafo P.7.

Tabella P.1

Descrizione delle fasi

N.	Titolo	Descrizione	Responsabile
1	Programma per il controllo della compatibilità	Il piano per uno specifico controllo di compatibilità definisce il campo di applicazione dell'analisi, nonché i compiti e le responsabilità specifici. Il piano rappresenta un accordo fra tutte le parti coinvolte	Organizzazione incaricata del controllo di compatibilità, di solito il fornitore del nuovo elemento
2	Caratterizzazione dell'infrastruttura esistente	Caratteristiche dell'infrastruttura esistente (principalmente il sistema di alimentazione di corrente), e relative informazioni di rilievo per la compatibilità. Le informazioni possono essere fornite sotto forma di modelli elaborati tramite computer	Ente aggiudicatore
3	Caratterizzazione del materiale rotabile esistente	Caratteristiche dei veicoli già in esercizio sulla rete e informazioni di rilievo per la compatibilità con l'alimentazione di corrente. Le caratteristiche possono essere fornite sotto forma di modelli elaborati tramite computer	Azienda ferroviaria / proprietario del materiale rotabile
4	Caratterizzazione delle condizioni di esercizio esistenti	Informazioni sul funzionamento del sistema esistente: numero di treni in servizio, orari tipici e configurazioni di alimentazione normale e di emergenza	Operatore del sistema ferroviario
5	Caratterizzazione del sistema / della rete ferroviaria complessiva	Si tratta della sintesi delle informazioni delle fasi 2, 3 e 4. È possibile che occorra definire vari scenari diversi	Ente aggiudicatore
6	Analisi teorica del sistema / della rete complessiva	Esame degli aspetti relativi alla compatibilità per vari scenari diversi. La prima parte consiste nell'accertamento della compatibilità del sistema esistente. La seconda parte prevede invece una prova dei nuovi elementi potenziali (veicoli o sistemi di alimentazione di corrente), verificando le caratteristiche che questi devono soddisfare per mantenere la stabilità del sistema	Ente aggiudicatore

N.	Titolo	Descrizione	Responsabile
7	Criteri di accettazione per il nuovo elemento	Il risultato delle analisi teoriche della fase 6 è costituito dai criteri di accettazione specifici per i nuovi veicoli o per i nuovi elementi del sistema di alimentazione di corrente (ad esempio trasformatori per sottostazioni, cavi ad alta tensione e così via). I criteri di accettazione specifici devono essere comprensibili e misurabili durante la progettazione e le prove del nuovo elemento	Ente aggiudicatore
8	Progetto/realizzazione del nuovo elemento	Si tratta del progetto di nuovi veicoli o di nuovi elementi del sistema di alimentazione di corrente, tenendo conto anche dei criteri di accettazione della fase 7	Fornitore del nuovo elemento (veicolo o impianto di alimentazione di corrente)
9	Caratterizzazione del nuovo elemento	Il nuovo elemento deve essere caratterizzato sotto il profilo della compatibilità con altri veicoli e con gli elementi dell'alimentazione di corrente. Dopo la convalida di cui alla fase 15, questa caratterizzazione dovrà consentire una rettifica della caratterizzazione del sistema ferroviario esistente di cui alle fasi 2 e 3	Fornitore del nuovo elemento (veicolo o impianto di alimentazione di corrente)
10	Analisi teorica del nuovo elemento	In una fase iniziale del progetto si deve controllare, con un'analisi teorica svolta ad esempio mediante modelli elaborati tramite computer, che il nuovo elemento sia in grado di soddisfare ai criteri di accettazione	Fornitore del nuovo elemento (veicolo o impianto di alimentazione di corrente)
11	Prove in laboratorio/su percorso di prova	Una volta fabbricata, la prima apparecchiatura (veicolo o impianto di alimentazione di corrente) deve essere sottoposta a prove in laboratorio o su un percorso di prova, per verificare che questa soddisfi i criteri di accettazione definiti mediante l'analisi di cui alla fase 10. Questa serie di prove costituisce una prova del tipo di nuovo elemento	Fornitore del nuovo elemento (veicolo o impianto di alimentazione di corrente)
12 ⁽¹⁾	Programma delle prove per il caso di compatibilità	<p>Si deve predisporre un piano che definisca le prove necessarie per confermare, per quanto possibile e ragionevole:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. che il nuovo elemento soddisfa i criteri di accettazione; 2. che i criteri di accettazione della norma sono soddisfatti e che i criteri di accettazione sono pertanto adeguati 	Organizzazione responsabile del caso di compatibilità

N.	Titolo	Descrizione	Responsabile
13 ⁽¹⁾	Prove in laboratorio/su percorso di prova	Per quanto possibile, le prove sono effettuate in laboratorio e su percorsi di prova. Tali prove devono dimostrare in modo ufficiale che i criteri di accettazione sono soddisfatti. Il mancato rispetto dei criteri di accettazione comporta la riprogettazione della nuova apparecchiatura da parte del fornitore	Organizzazione responsabile del caso di compatibilità
14 ⁽¹⁾	Prove su un sistema ferroviario reale	Le prove sul sistema reale devono fornire la certezza che i criteri di accettazione sono sufficienti a garantire la stabilità del sistema dopo l'introduzione dei nuovi elementi. Se tali prove evidenziano problemi di compatibilità nonostante la nuova apparecchiatura soddisfi i criteri di accettazione, ciò implica l'inadeguatezza di questi ultimi	Organizzazione responsabile del caso di compatibilità
15	Le prove confermano la compatibilità?	L'esito positivo di entrambe le serie di prove dimostra la compatibilità del nuovo elemento con il sistema esistente. Questo fatto deve essere documentato in un rapporto di compatibilità	Organizzazione responsabile del caso di compatibilità
16	Fine del controllo di compatibilità	Al completamento con esito positivo del caso di compatibilità, i nuovi elementi (veicoli o impianti di alimentazione di corrente) entrano a fare parte ⁽²⁾ del sistema ferroviario esistente. A questo punto, la responsabilità della loro compatibilità è dell'operatore del sistema ferroviario	Operatore del sistema ferroviario

⁽¹⁾ Il programma delle prove definisce se procedere alle fasi 13 e 14, oppure a una sola di esse.

⁽²⁾ Dal punto di vista della compatibilità.

Il risultato è un documento che descrive le analisi teoriche e le prove dimostrative svolte per garantire che i veicoli e l'infrastruttura sono compatibili sotto il profilo delle correnti dovute a interferenze condotte e della stabilità.

P.7. METODOLOGIA E CRITERI DI ACCETTAZIONE

Il caso di compatibilità di cui al paragrafo P.5 deve dimostrare la compatibilità fra il sistema ferroviario esistente e i nuovi elementi.

Il criterio generale relativo alle sovratensioni e alla stabilità è il seguente:

- Sulla catenaria non devono verificarsi sovratensioni di picco superiori a 30 kV per le reti a 15 kV e 16,7 Hz, e a 50 kV per le reti a 25 kV e 50 Hz in alcun punto della rete di alimentazione di corrente con tensione U , secondo quanto definito nell'allegato N della presente STI, non superiore a $U_{\max 2}$. Si tratta del valore di picco dell'onda distorta di tensione.

Questi criteri generali possono sempre essere applicati.

- Poiché i criteri generali di accettazione possono essere applicati soltanto al sistema ferroviario completo (sistema ferroviario esistente e nuovi elementi), è opportuno fornire linee guida per la progettazione dei nuovi elementi che riducano il rischio di errori nel corso dello studio di compatibilità. Per le macchine di trazione è possibile utilizzare il seguente orientamento:

Il veicolo deve essere passivo (vale a dire presentare una fase di ammettenza di ingresso compresa fra -90 gradi e $+90$ gradi) per tutte le frequenze pari o superiori alla prima frequenza (frequenza minima) di risonanza del sistema ferroviario esistente (infrastruttura e materiale rotabile esistenti).

La distanza fra la frequenza attiva più elevata del veicolo (vale a dire la frequenza più elevata con una fase di ammettenza di ingresso inferiore -90 gradi o superiore a $+90$ gradi) e la frequenza minima di risonanza del sistema ferroviario esistente, come appena descritto, deve essere superiore al 20 % della frequenza minima di risonanza.

ALLEGATO Q

INTERAZIONE DINAMICA TRA IL PANTOGRAFO E LA CATENARIA

Q.1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Il presente allegato definisce i requisiti e i metodi di prova relativi all'interazione dinamica tra il pantografo e la catenaria.

Q.2. DEFINIZIONI

Forza di contatto: la forza verticale esercitata dal pantografo sulla catenaria. La forza di contatto è la somma delle forze di tutti i punti di contatto di un pantografo.

Forza verticale statica: la forza verticale media che l'archetto esercita verso l'alto su di una catenaria e prodotta dal dispositivo di sollevamento del pantografo mentre il pantografo è alzato e il veicolo è fermo.

Forza media: il valore medio statistico della forza di contatto.

Forza massima: il valore massimo della forza di contatto.

Forza minima: il valore minimo della forza di contatto.

Catenaria: una linea di contatto posta al di sopra (o accanto) al limite superiore della sagoma del veicolo e che fornisce a quest'ultimo l'energia elettrica tramite un dispositivo di captazione di corrente posizionato sul tetto del veicolo (IEC 50 811-33- 02).

Innesco di un arco: il flusso della corrente attraverso uno spazio d'aria tra lo strisciante e il filo di contatto di solito caratterizzato dall'emissione di una luce intensa [pr EN 50 317].

Percentuale di innesco di un arco: si ottiene applicando la seguente formula:

$$NQ = \frac{\sum t_{\text{arc}}}{t_{\text{total}}} \cdot 100$$

Il risultato, espresso in %, è una caratteristica di una determinata velocità del veicolo [pr EN 50 317].

Testa del pantografo: dispositivo del pantografo che comprende gli striscianti e i relativi supporti di montaggio.

Punto di contatto: punto di contatto meccanico tra lo strisciante e il filo di contatto.

Forza aerodinamica: forza verticale aggiuntiva applicata al pantografo derivante dal flusso d'aria attorno al pantografo.

Forza quasi statica: somma della forza statica e della forza aerodinamica ad una particolare velocità.

Lunghezza di tensione: distanza da un punto terminale della catenaria a quello successivo [EN 50 119].

Sezione di controllo: rappresenta parte della lunghezza di misurazione totale, sulla quale sono effettuati i controlli delle condizioni di misurazione.

Corrente al pantografo: corrente che passa attraverso il pantografo.

Q.3. SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

σ_{\max} Scarto massimo normale della forza di contatto

F_m Forza media

NQ Forza minima

F_{\max} Percentuale di innesco di un arco

F_{\min} Forza massima

d è la distanza tra il sensore dell'arco e la sorgente di luce (strisciante)

y è la distanza di riferimento tra il sensore dell'arco e la sorgente di luce

x è la densità di potenza dell'arco minimo che si può individuare

$F_{\text{applicata}}$ è la forza applicata alla testa del pantografo

F_{misurata} è la forza misurata

n è il numero di passi di frequenza

f_1 è la frequenza minima

f_n è la frequenza massima

f_i è la frequenza effettiva

Q.4. PRESTAZIONI DI INTERAZIONE

Q.4.1. Forza media di contatto per intervalli intermedi

Figura Q.1

Curva di regolazione C1

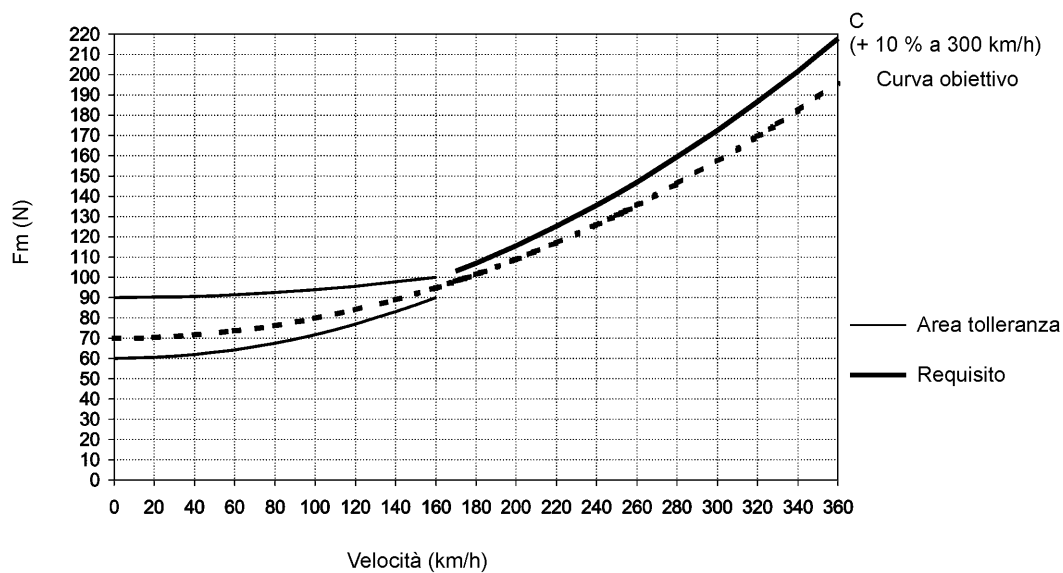
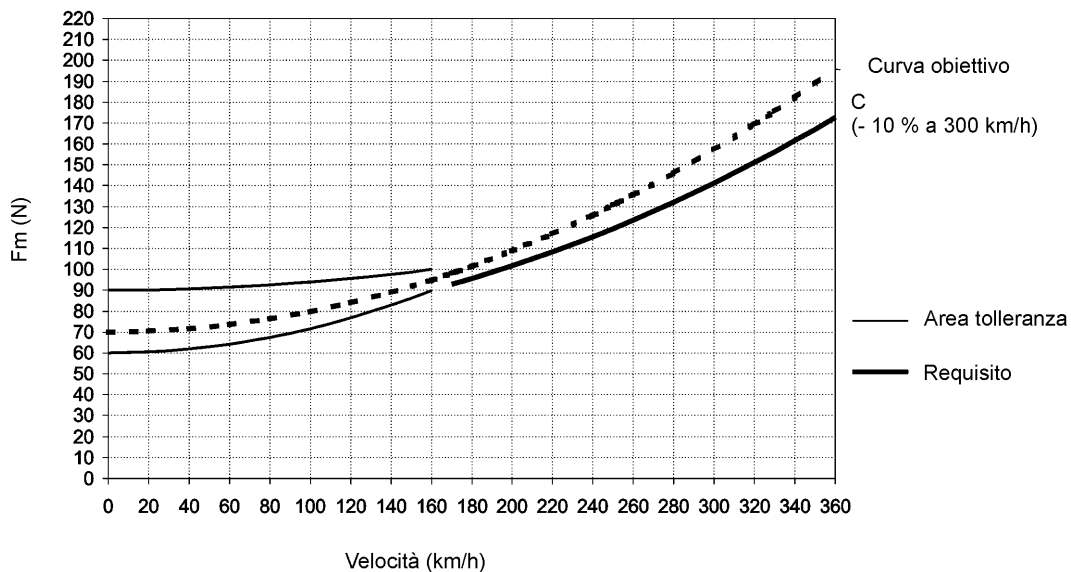
 $F_m = f(v)$ curve (intervallo intermedio)

Figura Q.2

Curva di regolazione C2

 $F_m = f(v)$ curve (intervallo intermedio)

Q.4.2. Requisiti per la produzione e l'omologazione delle misurazioni dell'interazione dinamica tra il pantografo e la catenaria

Q.4.2.1. Generalità

La misurazione dell'interazione tra la linea di contatto e il pantografo è volta a dimostrare la sicurezza e la qualità del sistema di captazione di corrente. Per consentire il libero accesso dei componenti in Europa, i risultati delle misurazioni dei diversi sistemi di captazione della corrente devono essere confrontabili.

Nota: I valori misurati sono indispensabili anche al fine di consentire la convalida dei programmi di simulazione e di altri sistemi di misurazione.

Per controllare la capacità di prestazione del sistema di captazione della corrente è necessario misurare almeno i seguenti dati:

- la forza di contatto o la percentuale di innesco di un arco,
- il sollevamento del filo di contatto in corrispondenza del sostegno al passaggio del pantografo.

Oltre ai valori misurati, si devono registrare in modo continuo le condizioni di esercizio (velocità del treno, posizione, ecc.) e le condizioni ambientali (pioggia, gelo, temperatura, vento, galleria, ecc.), e nel rapporto di prova si deve riportare la configurazione di prova (parametri e disposizione dei pantografi, tipo di sistema di contatto aereo, ecc.) utilizzata per la misurazione. Queste informazioni aggiuntive devono assicurare una ripetibilità della misurazione e un possibile confronto dei risultati.

Q.4.2.2. Misurazioni della forza di contatto

Requisiti generali

La misurazione della forza di contatto deve essere eseguita sul pantografo utilizzando appositi sensori. I sensori di forza devono essere posizionati il più vicino possibile ai punti di contatto.

Il sistema di misurazione deve misurare le forze in direzione verticale, senza l'interferenza di forze in altre direzioni.

Lo scarto di misurazione dei sensori di forza causato dalla temperatura deve essere inferiore a 10 N (per la somma della forza di tutti i sensori) in tutte le condizioni di misurazione.

Per i pantografi con striscianti indipendenti, ogni strisciante deve essere misurato separatamente.

Il sistema di misurazione non deve essere sensibile alle interferenze elettromagnetiche.

L'errore massimo del sistema di misurazione deve essere inferiore al 10 %.

Influenza del sistema di misurazione

Il sistema di misurazione non deve influenzare in alcun modo la forza misurata che potrebbe modificare il risultato di oltre il 5 %.

Nota: L'influenza maggiore nella distorsione del risultato da parte del sistema di misurazione è data da forze aerodinamiche sul dispositivo di misurazione. Tale distorsione può essere controllata effettuando prove aerodinamiche con o senza il sistema di misurazione.

Correzione di inerzia

Le forze di inerzia dovute all'effetto della massa tra i sensori e il punto di contatto devono essere regolate.

Nota: Quanto sopra può essere eseguito attraverso la misurazione dell'accelerazione di tali componenti.

Correzione aerodinamica

Si deve applicare una correzione per tenere in considerazione l'influenza delle forze aerodinamiche su tutti i componenti tra i sensori e i punti di contatto.

Per stabilire le correzioni aerodinamiche, si devono effettuare prove aerodinamiche.

Nota: L'influenza aerodinamica può essere verificata attraverso una prova vincolata sulla linea.

Le prove aerodinamiche devono essere eseguite con la stessa configurazione di calcolo (altezza filo di contatto, configurazione del treno, dispositivo di misurazione, condizioni ambientali, ...) utilizzata durante la misurazione della forza di contatto.

Nota: La prova aerodinamica può essere eseguita durante una prova di linea.

Taratura del sistema di misurazione

Il sistema di misurazione deve essere sottoposto a prove di laboratorio per verificare la precisione della forza misurata. Questa prova deve essere eseguita sul pantografo nel suo insieme dotato di dispositivi di misurazione della forza completi e accelerometro, sistema di trasferimento dei dati (telemetria, sistema ottico) e amplificatori.

Il rapporto tra le forze applicate e le forze misurate (la funzione di trasferimento del pantografo e della strumentazione) è determinato da un'eccitazione dinamica alla testa del pantografo in un intervallo di frequenze.

Nota: Si è utilizzata una forza sinusoidale, un'ampiezza (picco-picco) del 30 % della forza statica fornisce risultati rappresentativi.

La prova deve essere eseguita per due casi:

- forza applicata in centro alla testa del pantografo,
- forza applicata, se possibile, ad una distanza di 250 mm dall'asse della testa del pantografo. Altrimenti il punto in cui si applica la forza deve essere il più possibile vicino a questo valore. Se si utilizza un altro valore, quest'ultimo deve essere annotato nel rapporto di prova.

La prova è effettuata con la testa del pantografo posta ad un'altezza utile.

Questa prova deve essere eseguita con la forza media uguale alla forza statica. Se la forza di contatto del pantografo aumenta con la velocità, la prova deve essere anche eseguita sulla forza quasi statica massima.

Le misurazioni della forza applicata e della forza misurata devono essere effettuate a frequenze fino a 20 Hz a passi di 0,5 Hz, con intervalli ridotti per le frequenze di risonanza. Si devono specificare i passi di frequenza utilizzati all'avvicinarsi delle frequenze di risonanza.

Nota: La funzione di trasferimento è una funzione continua con maggiori variazioni in corrispondenza delle frequenze di risonanza. La riduzione dei passi di frequenza in corrispondenza delle frequenze di risonanza è indispensabile.

La precisione della funzione di trasferimento deve essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$\left(1 - \frac{1}{(f_n - f_i)} \sum_{i=1}^{n-1} \left((f_{i+1} - f_i) \left| 1 - \frac{F_{\text{misurata}}}{F_{\text{applicata}}} \right| \right) \right) \cdot 100 \%$$

La funzione di trasferimento del sistema di misurazione della forza del pantografo deve possedere una precisione superiore all'80 % fino ad un limite di frequenza di 10 Hz senza alcuna correzione. Questa precisione è un requisito obbligatorio del sistema di misurazione.

Per l'utilizzo della misurazione dell'interazione dinamica tra il pantografo e il sistema di contatto aereo, la precisione della funzione di trasferimento del sistema di misurazione deve essere superiore al 90 % fino ad un limite di frequenze di 20 Hz (conformemente ai requisiti generali). Al fine di raggiungere questi risultati è possibile effettuare le opportune correzioni ricorrendo ad appositi filtri.

Parametri di misurazione

Il tasso di campionatura è superiore a 200 Hz nel caso di campionatura riferita a serie temporali o inferiore a 0,40 m nel caso di campionatura riferita a serie di distanza.

La forza di contatto deve essere sottoposta ad un filtraggio passa-basso con una frequenza di taglio pari a 20 Hz.

L'intervallo di misurazione deve essere almeno:

- per pantografi CA: da 0 N a 500 N,
- per pantografi CC: da 0 N a 700 N.

Risultati di misurazione

Si devono valutare le misurazioni effettuate all'interno di una sezione di controllo.

Per calcolare i valori statistici, la sezione di controllo non è inferiore ad una lunghezza di tensione.

Per una sezione di controllo si devono calcolare almeno i seguenti valori statistici:

- valore medio (F_m),
- valore massimo,
- valore minimo,
- scarto normale (σ),
- istogramma o curva di probabilità della forza di contatto.

Q.4.2.3. Misurazione dello spostamento

Il sistema di misurazione non deve influenzare in alcun modo lo spostamento misurato che potrebbe modificare il risultato di oltre il 3 %.

Sollevamento in corrispondenza del sostegno

L'errore del sistema di misurazione deve essere inferiore a 5 mm.

Spostamento verticale del punto di contatto

Lo spostamento verticale del punto di contatto è misurato in relazione al telaio base del pantografo.

La precisione del sistema di misurazione deve essere superiore a 10 mm.

Misurazione di altri spostamenti nella catenaria

La precisione del sistema di misurazione deve essere superiore al 10 % dell'ampiezza del valore misurato o inferiore o uguale a 10 mm, che comunque fornisce una maggiore precisione.

Q.4.2.4. Misurazione dell'innesco di un arco

Requisiti generali

Per consentire l'individuazione dell'innesco di un arco, il rivelatore deve essere sensibile alle lunghezze d'onda della luce emessa dai materiali in rame. Per i fili di contatto in rame e in lega di rame, deve essere utilizzata una lunghezza d'onda che comprenda 220 nm-225 nm oppure 323 nm-329 nm.

Nota: Queste due serie di lunghezza d'onda sono caratterizzate da un coefficiente di emissione di rame sostanziale.

Il sistema di misurazione non deve essere sensibile alla luce visibile con lunghezza d'onda superiore a 330 nm.

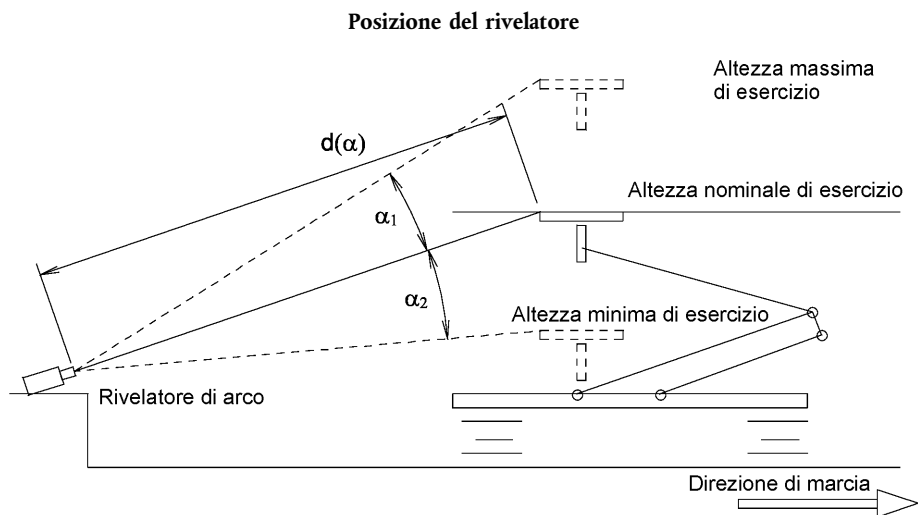
Il rivelatore deve

- essere posto ad una distanza sufficiente dal pantografo tale da consentire una sensibilità sufficientemente elevata,
- essere posto ad una distanza sufficiente dall'asse longitudinale del veicolo tale da consentire una sensibilità sufficientemente elevata,
- essere posto dietro al pantografo in base alla direzione di marcia del veicolo,
- mirare allo strisciante in base alla direzione di marcia,
- essere in grado di effettuare diversi tipi di individuazioni sull'intera area di lavoro della testa del pantografo; la tolleranza per questa sensibilità deve essere superiore al 10 %,
- avere un tempo di risposta rispetto all'inizio e alla fine dell'arco inferiore a 100 μ s,
- avere una soglia di rilevamento che dipende dall'energia minima dell'arco da misurare.

Nota: I valori di soglia variano in base alla distanza tra il dispositivo di misurazione e il punto in cui si produce l'arco.

La figura Q.3 mostra un esempio della vista laterale relativa alla posizione di un rivelatore.

Figura Q.3



Taratura del sistema di misurazione dell'arco

Il rivelatore preso in esame deve essere tarato a densità di potenza all'interno dell'intervallo di spettro utile.

Questa curva di sensibilità rappresenta la relazione tra la risposta in volt del rivelatore e la densità di potenza in μ W/cm². Tale risposta è misurata in corrispondenza di un'uscita analogica del rivelatore.

Deve essere definita la densità di potenza dell'arco più piccolo rivelato (x).

Nota: Per esempio questo valore deve essere a 5 m:

- 160 $\mu\text{W}/\text{cm}^2 \pm 10\%$ al di sotto di 25 kV per la catenaria CA,
- 12,5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2 \pm 10\%$ al di sotto di 1,5 kV per la catenaria CC.

Regolazione della distanza di esercizio

Se la distanza tra il sensore e la sorgente di luce, durante la fase di esercizio, è diversa dalla distanza di taratura (y), il rivelatore deve essere opportunamente regolato.

La regolazione deve essere effettuata secondo quanto riportato qui di seguito:

- determinare la densità di potenza dell'arco più piccolo che può essere rivelato a tale distanza, conformemente alla legge $1/d^2$,
- utilizzare i valori di taratura per determinare il segnale corrispondente a questo livello di densità di potenza,
- quindi, il nuovo valore della soglia di densità di potenza da rivelare è una funzione della nuova distanza (d) che deriva dal rapporto

$$x \cdot d^2 / y^2$$

Nota: Un arco è considerato una sorgente puntiforme e di conseguenza la densità di potenza è proporzionale a $1/d^2$ (cfr. figura Q.3).

Valori da misurare

Il sistema deve misurare almeno:

- la durata di ogni arco,
- la velocità del treno durante la prova,
- la corrente del pantografo.

La posizione dell'arco lungo la catenaria (posizione chilometrica) dovrebbe essere registrata.

Rappresentazione dei valori

La rappresentazione dei valori deve essere eseguita in riferimento ad una sezione di controllo.

Per ottenere tale rappresentazione devono essere analizzati solo gli archi che sono durati oltre 1 ms.

Durante la fase di analisi delle misurazioni, si devono trascurare le parti con una corrente del pantografo inferiore al 30 % della corrente nominale del pantografo.

Per la sezione di controllo si devono produrre almeno i seguenti valori:

- velocità del treno,
- numero di archi,
- la somma della durata di tutti gli archi,
- la maggiore durata di un arco,
- il tempo totale con una corrente del pantografo superiore al 30 % della corrente nominale per treno per pantografo,
- il tempo totale di circolazione per la sezione di controllo,
- la percentuale di innesco di un arco.

- Nota 1:* Un altro possibile criterio è costituito dal numero di archi per km con una corrente del pantografo superiore al 30 % della corrente nominale.
- Nota 2:* La sezione di controllo non dovrebbe essere inferiore a 10 km e dovrebbe essere percorsa ad una velocità costante con una tolleranza di $\pm 2,5$ km/h.
- Nota 3:* Per ottenere dei risultati rappresentativi per la catenaria il tempo complessivo con una corrente di pantografo superiore al 30 % della corrente nominale non dovrebbe essere inferiore al tempo impiegato a percorrere una lunghezza di tensione. Tale periodo di tempo non dovrebbe essere interrotto da sezioni con correnti ridotte e la velocità dovrebbe essere costante.
-