

 <p><b>aicq</b> Associazione Italiana Cultura Qualità Settore Trasporto su Rotaia</p>	<p><b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotramviario e Metropolitano</b></p>	<p><b>Rev. 01 Del 16/11/15 Parte 5</b></p> <hr/> <p><b>Pag. 1 di 8</b></p>
---	---	--

**Linee Guida Incollaggio  
nel settore ferrotramviario e metropolitano**

**Parte 5 È Manutenzione e riparazione**

 <b>aicq</b> Associazione Italiana Cultura Qualità <b>Settore Trasporto su Rotaia</b>	<b>Linee Guida Incollaggio          nel Settore Ferrotranviario e          Metropolitano</b>	<b>Rev. 01          Del 16/11/2015          Parte 5</b>
		<b>Pag. 2 di 8</b>

## Indice

<b>1. Scopo</b>	<b>3</b>
<b>2. Campo di applicazione</b>	<b>3</b>
<b>3. Classificazione delle attività di manutenzione</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Manutenzione di giunti incollati</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Ripristino attraverso incollaggio di componenti o giunti incollati</b>	<b>4</b>
3.2.1 <i>Rinforzo mediante incollaggio per ripristino delle caratteristiche meccaniche</i>	4
3.2.2 <i>Incollaggio di superfici cilindriche con interferenza ridotta</i>	4
3.2.3 <i>Applicazioni di rinforzi metallici su strutture in materiale composito</i>	5
3.2.4 <i>Sostituzione di fissaggi saldati con fissaggi incollati</i>	5
<b>4. Documentazione</b>	<b>5</b>
<b>5. Fasi operative della manutenzione</b>	<b>6</b>
5.1 <b>Attività preliminare</b>	<b>6</b>
5.2 <b>Ispezioni e controlli non distruttivi</b>	<b>6</b>
5.3 <b>Criteri di accettabilità</b>	<b>6</b>
5.4 <b>Attività di riparazione</b>	<b>7</b>

 <p><b>aicq</b> Associazione Italiana Cultura Qualità Settore Trasporto su Rotaia</p>	<p><b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotranviario e Metropolitano</b></p>	<p><b>Rev. 01 Del 16/11/2015 Parte 5</b></p> <hr/> <p><b>Pag. 3 di 8</b></p>
---	---	--

## 1. Scopo

La presente parte definisce le linee guida per l'esecuzione del controllo, la riparazione e la sostituzione di sistemi e componenti meccanici del materiale rotabile incollati e/o sigillati con adesivi, in fase di **manutenzione programmata** (1° e 2° livello) o di riparazione. Inoltre questa parte prende in esame il ricorso all'incollaggio anche per operazioni di **riparazione** in cui è necessario eseguire nuovi giunti saldati che è necessario rinforzare con l'applicazione di elementi incollati (ad esempio riparazione di strutture in alluminio), dove la realizzazione di nuovi giunti saldati in zone dove non erano previste in origine saldature, comporta una riduzione delle caratteristiche meccaniche del materiale base.

## 2. Campo di applicazione

Le prescrizioni della presente parte si applicano a tutti i componenti/strutture di rotabili ferrotranviari e metropolitani, il cui fissaggio/bloccaggio è realizzato tramite l'uso di adesivi (per adesivi si intendono quelli richiamati dalle LG Parte 1). Tali prescrizioni sono inoltre da adottare in tutte le fasi manutentive dei rotabili sia per la manutenzione programmata, che per la manutenzione di riparazione/ripristino o straordinaria.

## 3. Classificazione delle attività di manutenzione

### 3.1 Manutenzione di giunti incollati

Le attività di manutenzione programmata sono eseguite su giunti incollati in accordo al Piano di Manutenzione.

Durante tali attività devono essere eseguiti controlli non distruttivi specifici su tutti i giunti per verificarne l'integrità. Nel caso vengano riscontrati danneggiamenti, in funzione della localizzazione ed estensione dei difetti, è necessario procedere mediante una delle seguenti attività:

- riparazione localizzata del difetto
- ripristino completo dell'adesivo;
- sostituzione del componente incollato (ad esempio per componenti incollati i cui difetti si sono propagati attraverso i substrati o in cui la riparazione come definita ai punti precedenti risulta antieconomica);

Qualora l'attività di riparazione riguardi dei giunti d'origine classificati A1 e A2 secondo le LG Parte 2, devono essere adottate procedure scritte specifiche per le parti/componenti da riparare, il cui contenuto deve soddisfare i requisiti generali espressi al § 3.3 Parte 4 delle LG.

Qualora la riparazione venga eseguita su giunti non precedentemente classificati è necessaria una definizione delle classi di criticità preliminarmente all'attività stessa. In particolare la classificazione dei giunti può essere eseguita:

- Dal progettista d'origine (se presente)
- Dall'operante ferroviario

 <p><b>aicq</b> Associazione Italiana Cultura Qualità <b>Settore Trasporto su Rotaia</b></p>	<p><b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotranviario e Metropolitano</b></p>	<p><b>Rev. 01 Del 16/11/2015 Parte 5</b></p> <hr/> <p><b>Pag. 4 di 8</b></p>
--	---	--

La classificazione dei giunti deve essere eseguita in base ai criteri definiti dalle parti 2 e 3 delle LG.

La riparazione dei giunti classificati A3, se non espressamente richiesto dal Committente, può essere eseguita secondo le indicazioni fornite dal Produttore dell'adesivo utilizzato. Tutte le procedure o le indicazioni per la riparazione del giunto devono essere verificate dal Coordinatore.

I giunti puliti e ispezionati (secondo quanto descritto al § 5) possono rilevare difettosità dovute all'esercizio o ad una errata procedura.

### **3.2 Ripristino attraverso incollaggio di componenti o giunti incollati**

Oltre alla manutenzione dei giunti incollati d'origine il caso in cui l'incollaggio viene introdotto come riparazione/rinforzo di parti il cui fissaggio d'origine era realizzato con modalità diverse dall'incollaggio stesso, deve sottostare al rispetto dei requisiti di cui alle parti 1÷4 delle presenti LG in quanto in questo caso sono assimilabili a nuove giunzioni. Nei seguenti paragrafi si riportano alcuni esempi di attività di riparazione mediante incollaggio di componenti non incollati.

#### *3.2.1 Rinforzo mediante incollaggio per ripristino delle caratteristiche meccaniche*

La necessità di utilizzare un adesivo strutturale+ risulta un vantaggio, in alcuni casi, poiché consente di sostituire/riparare diversi componenti meccanici che altrimenti dovrebbero essere sostituiti integralmente, operazione che spesso non è praticabile perché il componente è in una posizione che non ne permette la sostituzione o è troppo onerosa per essere giustificata in relazione alla vita residua del rotabile.

Un tipico caso è quello della riparazione di strutture in lega leggera con l'introduzione di nuove giunzioni saldate non previste nel progetto d'origine. In questi punti, per la presenza di zone termicamente alterate, il materiale base subisce un decadimento delle caratteristiche meccaniche. L'introduzione di rinforzi metallici incollati, consente di mantenere i medesimi coefficienti di sicurezza del progetto di origine.

Normalmente l'applicazione del rinforzo incollato è associata anche all'utilizzo di bulloni o rivetti strutturali, in modo da garantire il serraggio e favorire l'adesione ed evitare al contempo stati di sollecitazione di peeling/clivaggio pericolosi per l'adesivo.

#### *3.2.2 Incollaggio di superfici cilindriche con interferenza ridotta*

In manutenzione vengono spesso rilevate condizioni di decadimento dei valori di interferenza negli accoppiamenti cilindrici. In alcuni casi è possibile intervenire con l'utilizzo di adesivo per ripristinare le condizioni di resistenza meccanica allo scalettamento. Queste applicazioni si devono realizzare esclusivamente su componenti senza impatto sulla sicurezza di esercizio. Ciò è possibile alle seguenti condizioni:

- La riduzione dell'interferenza non deve compromettere le tolleranze di centraggio dei due componenti (ad esempio nel caso di ovalizzazione, si potrebbe verificare un disassamento eccessivo di uno dei due componenti);
- L'eventuale aumento della rugosità potrebbe ridurre la resistenza allo scalettamento e quindi deve essere verificata la massima rugosità ammessa con prove specifiche;

 <p><b>Associazione Italiana Cultura Qualità</b> <b>Settore Trasporto su Rotaia</b></p>	<p><b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotranviario e Metropolitano</b></p>	<p><b>Rev. 01 Del 16/11/2015 Parte 5</b></p> <hr/> <p><b>Pag. 5 di 8</b></p>
---	---	--

- Le caratteristiche chimico/fisiche dell'adesivo devono essere compatibili con le temperature utilizzate per la dilatazione termica dei componenti;
- Le caratteristiche meccaniche dell'adesivo devono essere compatibili con il procedimento di scalettamento previsto;
- Ogni soluzione riparativa deve essere preliminarmente testata su dei campioni.

### 3.2.3 Applicazioni di rinforzi metallici su strutture in materiale composito

In alcuni casi vengono rilevati su componenti in materiale composito (ad es. rivestimento della testata aerodinamica) delle rotture che è necessario prevenire.

La sostituzione del componente avrebbe costi elevati e quindi per questo tipo di intervento può essere necessario prevedere il rinforzo del componente tramite l'applicazione di elementi metallici incollati.

Normalmente l'applicazione del rinforzo incollato è associata anche all'utilizzo di rivetti, in modo da garantire il serraggio e favorire l'adesione.

### 3.2.4 Sostituzione di fissaggi saldati con fissaggi incollati

Il processo di incollaggio offre sempre maggiori spunti di utilizzo, anche grazie alla continua evoluzione tecnologica ed alla produzione di adesivi sempre più performanti.

Nel settore ferroviario, dove la vita media di un rotabile normalmente supera i 30 anni, è usuale trovarsi a mantenere rotabili costruiti quando le tecnologie relative all'incollaggio non erano ancora completamente sviluppate.

Sempre più spesso ci si trova di fronte a soluzioni progettuali d'origine a cui, alla luce della tecnologia disponibile, siano preferibili per praticità, facilità e costi, fissaggi tramite incollaggio.

Uno di questi casi è rappresentato dalle piastrine di usura applicate originariamente tramite saldatura. Queste possono essere fissate, ad esempio, con adesivo strutturale.

## 4. Documentazione

Le operazioni di manutenzione/riparazione necessitano delle seguenti informazioni minime che devono essere contenute in un Manuale di Manutenzione e Riparazione redatto dall'azienda che ha eseguito le attività di progettazione delle parti incollate. Tale documento deve riportare, come minimo:

- Catalogo dei giunti;
- Istruzione di pulizia delle parti oggetto di ispezione manutentiva;
- Procedure operative di riparazione (incluso l'elenco degli adesivi utilizzati con relative TDS e MSDS);
- Attrezzature e strumentazioni necessarie;
- Piano dei controlli preliminari e finali;
- Eventuale relazione di calcolo FEM, che sulla base del fattore di sollecitazione a fatica, in analogia a quanto riportato per il processo speciale di saldatura secondo EN 15085 - Parte 3, possa fornire un'indicazione sulla classificazione dei giunti incollati.

 <p><b>aicq</b> Associazione Italiana Cultura Qualità Settore Trasporto su Rotaia</p>	<p><b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotranviario e Metropolitano</b></p>	<p><b>Rev. 01 Del 16/11/2015 Parte 5</b></p> <hr/> <p><b>Pag. 6 di 8</b></p>
---	---	--

## **5. Fasi operative della manutenzione**

### **5.1 Attività preliminare**

In fase di manutenzione/riparazione, preliminarmente a qualsiasi attività, si deve procedere con una accurata pulizia del componente.

Per la pulizia si deve intervenire con lavaggio utilizzando allo scopo solo prodotti compatibili con l'adesivo e con riferimento a quanto riportato nel Manuale di Manutenzione.

Nel caso di componenti verniciati è da prendere in esame anche la possibile asportazione della vernice.

### **5.2 Ispezioni e controlli non distruttivi**

Tutte le attività di ispezione e controllo devono essere svolte in conformità a quanto previsto dal Manuale di Manutenzione.

Per verificare lo stato dei giunti incollati, deve essere eseguito preliminarmente l'esame visivo, qualunque sia la classe di criticità del giunto da controllare. Per i giunti di classe A1 ed A2 è necessario prevedere anche CND adeguati in aggiunta all'esame visivo, previa una verifica della loro applicabilità.

Per esame visivo si intende un controllo generale eseguito con o senza l'ausilio di strumenti (luci, lenti, specchi, dispositivi remoti, ecc) in base ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 13018.

Devono essere previsti controlli finalizzati alle seguenti verifiche del giunto incollato:

1. stato (colore, continuità, consistenza, ecc);
2. integrità (presenza di intagli, fessure o rigonfiamenti);

Qualora vengano riscontrate delle indicazioni in seguito all'esame visivo, è necessario effettuare anche per giunti di classe A3 ulteriori analisi di approfondimento mediante l'utilizzo dei CND applicabili.

Le attività di esame visivo devono essere effettuate da operatori qualificati nella ricerca di difetti da esercizio a fronte di un corso specifico tramite formazione interna aziendale dedicata.

### **5.3 Criteri di accettabilità**

La definizione dei criteri di accettabilità delle ispezioni e dei controlli deve essere stabilita, per ogni specifica casistica, in fase progettuale attraverso i documenti di progetto e il Manuale di Manutenzione.

I criteri di accettabilità definiti possono essere, inoltre, oggetto di accordo con il Cliente.

Nella definizione dei criteri di accettabilità è opportuno considerare quanto segue:

- criticità della giunzione;
- prove ed esperienze effettuate in fase di qualifica e/o caratterizzazione della giunzione;

 <p><b>aicq</b> Associazione Italiana Cultura Qualità <b>Settore Trasporto su Rotaia</b></p>	<p><b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotranviario e Metropolitano</b></p>	<p><b>Rev. 01 Del 16/11/2015 Parte 5</b></p> <hr/> <p><b>Pag. 7 di 8</b></p>
--	---	--

- grado di innovazione della soluzione progettuale prescelta;
- similitudine con precedenti esperienze consolidate.

#### **5.4 Attività di riparazione**

Tutte le attività di riparazione dei giunti d'origine, devono essere svolte in accordo ai requisiti stabiliti in accordo con la Parte 4 delle presenti LG.

 <b>Settore Trasporto su Rotaia</b>	<b>Linee Guida Incollaggio nel Settore Ferrotranviario e Metropolitano</b>	<b>Rev. 01 Del 16/11/2015 Parte 5</b>
		<b>Pag. 8 di 8</b>







Associazione Italiana Cultura Qualità

**Settore Trasporto su Rotaia**

**Linee Guida Incollaggio  
nel Settore Ferrotranviario e  
Metropolitano**

**Rev. 01  
Del 16/11/2015  
Parte 5**

**Pag. 9 di 8**