



INGEGNERIA CIVILE - PONTI

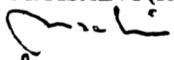
Codifica: RFI /DIN/IC/PO 002 A

FOGLIO

1-83

ISTRUZIONE TECNICA PER IL CALCOLO, L'ESECUZIONE, IL COLLAUDO E LA POSA IN OPERA DEI DISPOSITIVI DI VINCOLO E DEI COPRIGIUNTI NEGLI IMPALCATI FERROVIARI E NEI CAVALCAVIA

SEZIONE	TITOLO
1	GENERALITA'
2	APPARECCHI D'APPOGGIO
3	COPRIGIUNTI
4	RITEGNI SISMICI IN CLS CON TAMPONI IN GOMMA
5	RITEGNI SISMICI OLEODINAMICI
6	COLLAUDO MATERIALI
7	ALLEGATI A e B (CRITERI DI OMOLOGAZIONE)

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Autorizzato
A	14-03-02	Emissione per applicazione	M.TISALVI (RFI)  FIACOBINI (RFI)  F.ANIBALLI (Italferr) 	R.MELE 3/4/2002 	R.CASALE 3.4.2002 



INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

2-83

INDICE

INDICE.....	2
SEZIONE 1	6
1.1 OBIETTIVI.....	6
1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE.....	6
1.3 COORDINAMENTO CON LE NORME VIGENTI.....	6
1.4 AVVERTENZE.....	7
SEZIONE 2 - APPARECCHI DI APPOGGIO	8
2.1 - CARATTERISTICHE GENERALI.....	8
2.2 - APPARECCHI DI APPOGGIO PER STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E MISTE ACCIAIO – CALCESTRUZZO.....	8
2.2.1 – TIPOLOGIE IN USO.....	8
2.2.1.2 - Appoggi fissi.....	9
2.2.1.2.1 - Appoggio fisso a disco elastomerico confinato	9
2.2.1.2.2 - Appoggio fisso a cerniera cilindrica o sferica con superficie di rotazione in PTFE costituiti da due elementi.....	10
2.2.1.2.3 - Appoggi fissi a cerniera sferica con superficie di rotazione in PTFE (politetrafluoroetilene) costituiti da tre elementi.	10
2.2.1.2.4 - Appoggi fissi metallici a contatto lineare	11
2.2.1.3 - Appoggi mobili.....	11
2.2.1.3.1 - Appoggi elastomerici armati.....	12
2.2.1.3.2 - Appoggi mobili in acciaio - PTFE.....	12
2.2.1.4 - Ritegni meccanici.....	13
2.2.2 – SCELTA E DIMENSIONAMENTO DEL TIPO DI APPOGGIO.....	14
2.2.3 - DIMENSIONAMENTO.....	18
2.2.3.1 - Azioni trasmesse dall'impalcato	18
2.2.3.2 – Eccentricità dei carichi e azioni parassite.....	21
2.2.3.2.1 – Eccentricità dei carichi.....	21
2.2.3.2.2 - Forze parassite.....	22
2.2.3.2.3 - Momenti parassiti.....	22
2.2.3.3 - Movimenti.....	23
2.2.3.3.1 - Traslazioni.....	23
2.2.3.3.2 - Rotazioni.....	24
2.2.4 - MATERIALI	24
2.2.4.1 - Politetrafluoroetilene (PTFE)	24
2.2.4.2 - Lubrificanti	24
2.2.4.3 - Gomma.....	25
2.2.4.4 - Adesivi.....	25
2.2.4.5 - Acciaio inossidabile.....	25
2.2.4.6 - Lega di alluminio.....	25
2.2.4.7 - Acciaio	25
2.2.4.8 - Cromo	26
2.2.5 - VERIFICHE.....	26



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A**

3-83

2.2.5.1 - Pressioni ammissibili.....	26
2.2.5.1.1 - Materiali non metallici.....	26
2.2.5.1.2 - Acciaio	27
2.2.5.1.3 - Alluminio.....	27
2.2.5.2 - Verifica appoggi fissi.....	28
2.2.5.2.1 - Verifica del basamento.....	29
2.2.5.2.2 - Verifica appoggi fissi metallici a contatto lineare.....	31
2.2.5.2.3 - Verifica appoggi fissi con superficie di rotazione in PTFE.....	32
2.2.5.3 - Verifica degli appoggi mobili.....	32
2.2.6 - PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE.....	33
2.2.6.1 - Caratteristiche generali.....	33
2.2.6.2 - Prescrizioni sugli elementi costruttivi.....	33
2.2.6.2.1 - Acciaio	33
2.2.6.2.2 - Teflon	34
2.2.6.2.3 - Lamiere in acciaio inossidabile (inox)	34
2.2.6.3 - Tolleranze negli accoppiamenti e gioco totale.....	34
2.2.6.4 - Rivestimenti protettivi.....	35
2.2.6.5 - Prescrizioni sulle saldature	36
2.2.6.6 - Prescrizioni per l'assemblaggio, il trasporto e lo stoccaggio in cantiere.....	36
2.2.7 - POSA IN OPERA.....	38
2.2.7.1 - Generalità.....	38
2.3 - APPOGGI PER TRAVATE METALLICHE.....	41
2.3.1 - GENERALITA'	41
2.3.2 - TIPOLOGIE.....	41
2.3.3 - PARTICOLARI DISPOSIZIONI PER LE ZONE SISMICHE.....	42
2.3.4 - DIMENSIONAMENTO	43
SEZIONE 3 - COPRIGIUNTI.....	45
3.1 - GENERALITÀ.....	45
3.2 - CARATTERISTICHE DEI COPRIGIUNTI.....	45
3.3 - MODALITÀ DI POSA IN OPERA.....	46
3.4 PROTEZIONE DEI COPRIGIUNTI IN CANTIERE.....	46
3.5 - PROVE DA EFFETTUARE IN CANTIERE SUI COPRIGIUNTI MONTATI.....	47
3.6 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	47
SEZIONE 4 - RITEGNI SISMICI IN CLS CON TAMPONI IN GOMMA	47
4.1 - GENERALITA'	47
4.2 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE E PROTEZIONE DELLE SUPERFICI.....	48
4.3 - POSA IN OPERA	48
SEZIONE 5 - RITEGNI SISMICI OLEODINAMICI.....	50



INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

4-83

5.1 - GENERALITÀ.....	50
5.2 - CARATTERISTICHE.....	50
5.3 - DIMENSIONAMENTO.....	51
5.4 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	52
5.5 - PROTEZIONE DELLE PARTI METALLICHE.....	53
SEZIONE 6 - COLLAUDO.....	53
6.1 – PROCEDURA DI COLLAUDO.....	53
6.2 PRSCRIZIONI PER I SINGOLI MATERIALI	54
6.2.1 - ACCIAIO LAMINATO	55
6.2.1.1 - Norme di riferimento.....	55
6.2.1.2 - Materiali.....	55
6.2.1.3 Unità di collaudo e prove	55
6.2.2 - ACCIAIO PER GETTI.....	55
6.2.2.1 Normativa di riferimento	55
6.2.2.2 Materiali	55
6.2.2.3 Unità di collaudo e prove	55
6.2.3 - ACCIAIO FUCINATO E STAMPATO.....	57
6.2.3.1 Normativa di riferimento	57
6.2.3.2 Unità di collaudo e prove	57
6.2.4 - LAMIERE SOTTILI RICAVATE DA NASTRI LARGHI IN ACCIAIO INOSSIDABILE	58
6.2.4.1 - Normativa di riferimento.....	58
6.2.4.2 - Materiale	58
6.2.4.3 - Unità di collaudo e prove.....	58
6.2.5 - PRODOTTI FINITI LAMINATI A CALDO IN BARRE DI ACCIAIO NON LEGATO O LEGATO SPECIALE BONIFICATI (PERNI, SPINE, ETC.).....	58
6.2.5.1 Normativa di riferimento	58
6.2.5.2 Unità di collaudo e prove	58
6.2.6 - BULLONERIA.....	59
6.2.6.1 Normativa di riferimento	59
6.2.6.2 Unità di collaudo e prove	59
6.2.7 - LEGA DI ALLUMINIO.....	60
6.2.7.1 Normativa di riferimento	60
6.2.7.2 Unità di collaudo e prove	60
6.2.8 P.T.F.E.....	61
6.2.8.1 Normativa di riferimento	61
6.2.8.2 Unità di collaudo e prove	61
6.2.9 - GOMMA.....	61
6.2.9.1 Normativa di riferimento	61
6.2.9.2 Prove.....	62
6.2.10 - SCOSSALINA IN HYPALON O SIMILARI PER COPRIGIUNTI.....	62
6.2.11 - LUBRIFICANTI.....	62
6.2.11.1 - Generalità e caratteristiche	62
6.2.11.2 – Unità di collaudo	63
6.3 - COLLAUDO FUNZIONALE.....	63
6.3.1 - APPOGGI IN ACCIAIO – PTFE E A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO	63



ISTRUZIONE TECNICA

te:

- Istruzione ES-

Sovraccarichi per il calcolo

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A**

5-83

6.3.2 - APPOGGI IN ACCIAIO FUSO.....	65
6.3.2.1 Controllo dimensionale.....	65
6.3.2.2 Caratteristiche specifiche del controllo degli appoggi premontati.	65
6.3.2.3 Riparazioni.....	66
6.3.3 APPOGGI IN GOMMA ARMATA.....	66
6.3.4 - RITEGNI MECCANICI.....	67
6.4 - COPRIGIUNTI FINITI.....	67
6.5 - RITEGNI SISMICI OLEODINAMICI FINITI.....	68
SEZIONE 7 – ALLEGATI.....	71
ALLEGATO A	71
CRITERI PER LA QUALIFICA DI APPARECCHI DI APPOGGIO FISSI CON DISPOSITIVO ELASTICO PER PONTI FERROVIARI.....	71
ALLEGATO B	77
CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'OMOLOGAZIONE DI COPRIGIUNTI PER IMPALCATI FERROVIARI.....	77



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

6-83

SEZIONE 1

1.1 OBIETTIVI

Lo scopo della presente Istruzione è di fornire le prescrizioni per il calcolo, la costruzione, la posa in opera ed il collaudo di:

- A) apparecchi di appoggio;
- B) coprigiunti;
- C) ritegni sismici in cls rivestiti in gomma;
- D) ritegni oleodinamici,

da utilizzarsi per ponti e viadotti ferroviari, nonché per quelli stradali limitatamente alle campate insistenti sulla sede ferroviaria, nonché di fornire i criteri di omologazione per i coprigiunti e per gli appoggi del tipo fisso a rigidità controllata descritti nella presente Istruzione.

1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Istruzione dovrà essere richiamata nei contratti, nei capitolati d'appalto, nelle specifiche di costruzione e nelle convenzioni con gli Enti attraversanti la sede ferroviaria aventi per oggetto la realizzazione di ponti e viadotti ferroviari nonché di cavalcavia.

1.3 COORDINAMENTO CON LE NORME VIGENTI

La presente Istruzione è integrata con le norme e leggi vigenti nonché con le Istruzioni ferroviarie di seguito elencate:

- Istruzione FS: Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo. Testo aggiornato dell'Istruzione N.I/SC/PS-OM/2298 del 2/6/95.
- Istruzione FS **44/a**: Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria;
- Istruzione FS **44/b**: Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica;
- Istruzione FS **44/d**: Impalcati ferroviari realizzati con travi in acciaio incorporate nel calcestruzzo;
- Istruzione FS **44/s**: Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate a ponti ferroviari.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

7-83

-Istruzione FS **44/m**: Specifica tecnica relativa al collaudo dei materiali ed alla costruzione delle travate metalliche e miste acciaio - calcestruzzo per ponti ferroviari e cavalcaferrovia.

-Istruzione FS **44/v**: Cicli di verniciatura per la protezione dalla corrosione di opere metalliche nuove e per la manutenzione delle esistenti.

S'intendono, altresì, richiamate tutte le Norme UNI citate nel testo, e nei D.M. richiamati.

Per quanto non meglio specificato si farà riferimento alla norma CNR 10018 "Apparecchi d'appoggio per le costruzioni – Istruzioni per l'impiego".

1. 4 AVVERTENZE

I dispositivi trattati nella presente Istruzione sono prodotti meccanici e oleodinamici ad elevato contenuto specialistico e di rilevante importanza ai fini della sicurezza dell'esercizio ferroviario e della durabilità delle opere. Per la loro complessità e per il loro collocamento nell'ambito delle diverse opere, gli stessi, richiedono un know-how specifico in continua evoluzione. Pertanto tutte le Attività da svolgere riguardanti la revisione dei progetti, nonché il collaudo di tali meccanismi, dovranno essere affidate e coordinate da personale specializzato, con esperienza al riguardo. In mancanza di tali risorse le Direzioni Compartimentali potranno richiedere il supporto della S.O. Ponti della Direzione Investimenti.

**SEZIONE 2 - APPARECCHI DI APPOGGIO****2.1 - CARATTERISTICHE GENERALI**

Gli apparecchi di appoggio devono sopportare i carichi verticali ed orizzontali trasmessi dall'impalcato, consentendone i movimenti di progetto.

Gli appoggi, in relazione al tipo di movimento consentito nel piano, si suddividono in:

- FISSO: impedisce tutte le traslazioni;
- MOBILE UNIDIREZIONALE: consente traslazioni in una sola direzione;
- MOBILE MULTIDIREZIONALE: consente traslazioni in ogni direzione del piano.

Tutti gli appoggi devono consentire le rotazioni, nel rispetto dei valori indicati nel seguito della presente Istruzione.

Nel caso in cui gli apparecchi d'appoggio siano chiamati a trasmettere elevate forze orizzontali può risultare conveniente impiegare appositi dispositivi di vincolo, generalmente indicati come ritegni, in grado di assorbire solamente forze orizzontali lasciando a dispositivi di vincolo del tipo multidirezionale, l'onere di assorbire le azioni verticali. I ritegni possono essere del tipo fisso o unidirezionale analogamente agli apparecchi d'appoggio tradizionali.

2.2 - APPARECCHI DI APPOGGIO PER STRUTTURE IN C.A. , C.A.P. E MISTE ACCIAIO – CALCESTRUZZO.

Gli apparecchi d'appoggio destinati a tali tipi di opere devono garantire, per propria costruzione, l'isolamento elettrico nei valori limite indicati dalla presente Istruzione.

2.2.1 – TIPOLOGIE IN USO

Di norma devono utilizzarsi appoggi a cerniera sferica cioè in grado di consentire le rotazioni attorno a tutte le direzioni del piano. I dispositivi che soddisfano tale requisito sono delle seguenti tipologie:

- APPOGGI A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO;
- APPOGGI A CERNIERA SFERICA CON SUPERFICIE DI ROTAZIONE IN PTFE (Politetrafluoroetilene);
- APPOGGI IN GOMMA ARMATA.

E' consentito, per particolari situazioni da autorizzare preventivamente, derogare da tali prescrizioni utilizzando anche appoggi delle seguenti tipologie:

- APPOGGI A CERNIERA CILINDRICA CON SUPERFICIE DI ROTAZIONE IN PTFE;

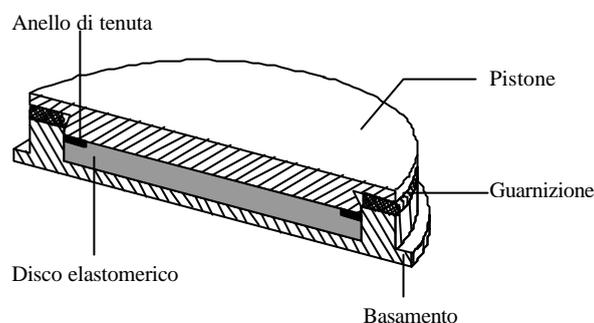
- APPOGGI METALLICI A CONTATTO LINEARE;

Nessuna deroga potrà essere concessa in caso di impalcati a più binari, nei ponti obliqui con obliquità superiore a 15°, nonché negli attraversamenti che prevedano l'asse dei binari ruotato rispetto all'asse longitudinale delle travi (ad esempio gallerie artificiali per le quali, peraltro, è da preferire, se possibile, la soluzione di un impalcato solidale ai piedritti).

2.2.1.2 - Appoggi fissi

2.2.1.2.1 - Appoggio fisso a disco elastomerico confinato

E' costituito da un basamento monolitico in acciaio a sede cilindrica, sul cui fondo è contenuto un disco di gomma, e da un coperchio basculante che s'impegna nel basamento stesso. La rotazione intorno ad un asse orizzontale qualsiasi avviene per deformazione della gomma. Un anello di guarnizione chiuso, di norma in ottone, impedisce l'estrusione della gomma stessa dalla sede. Il basamento costituisce anche vincolo alla traslazione.



La zona di contatto dell'elemento basculante con il basamento (dente di battuta), di norma deve essere sagomata a segmento sferico di raggio pari a quello interno del basamento stesso con il centro situato a metà dell'altezza del dente.

E' ammesso che la zona di contatto sia sagomata a segmento cilindrico solamente se lo spessore del dente di battuta è inferiore a 15 mm e per rotazioni inferiori a 0.025 radianti.

Il gioco tra elemento basculante e basamento non deve comunque risultare superiore a 1mm dopo che gli elementi siano stati protetti con prodotti a basso spessore (es. dacromet, nichelatura ecc.) come indicato al successivo par.2.2.2

L'elemento basculante (o il dente di battuta), in corrispondenza della rotazione massima richiesta dal progetto, deve essere impegnato nel basamento per almeno 15 mm, misurati dal punto di contatto, detta misura in zona sismica deve essere non inferiore a 20 mm.

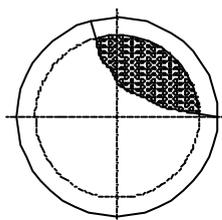
L'anello di guarnizione deve avere uno spessore non inferiore a 2 mm, essere chiuso e garantire un idoneo confinamento della gomma.

Il disco in gomma deve avere un rapporto tra spessore s e diametro $D \geq 1/15$, inoltre la rotazione massima non deve provocare una deformazione della gomma, in corrispondenza del perimetro del disco, superiore al 10% dello spessore iniziale.

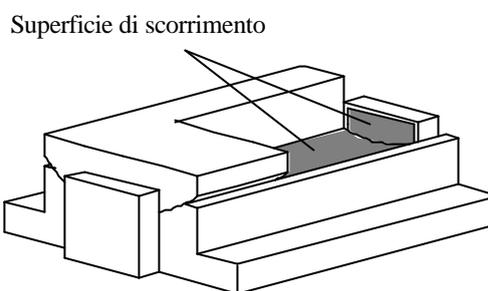
Per quanto non specificato si rimanda alla CNR 10018.

2.2.1.2.2 - Appoggio fisso a cerniera cilindrica o sferica con superficie di rotazione in PTFE costituiti da due elementi.

Sono costituiti dall'accoppiamento di due elementi metallici a sede cilindrica o sferica, le cui superfici a contatto sono rivestite, una in PTFE e l'altra, in acciaio inossidabile o cromo.



Appoggio fisso a cerniera sferica



Appoggio fisso a cerniera cilindrica

Gli accoppiamenti cilindrico e sferico consentono rispettivamente la rotazione attorno ad un unico asse orizzontale e attorno ad un qualsiasi asse orizzontale.

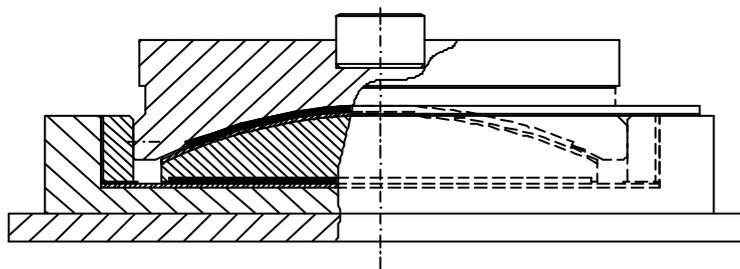
Di regola le superfici di rotazione andranno previste con la concavità rivolta verso il basso e la superficie rivestita di acciaio inossidabile deve avere dimensioni tali da ricoprire sempre quella in PTFE, anche per le rotazioni prevedibili in fase sismica.

In zona sismica le forze orizzontali non potranno essere trasmesse attraverso la superficie di rotazione bensì mediante contatto fra parti metalliche esterne a tale superficie.

2.2.1.2.3 - Appoggi fissi a cerniera sferica con superficie di rotazione in PTFE (politetrafluoroetilene) costituiti da tre elementi.

Tali appoggi sono costituiti dai tre seguenti elementi metallici:

- un basamento a sede cilindrica, che presenta la superficie di fondo rivestita da acciaio inossidabile;
- un elemento intermedio di forma lenticolare disposto con la



convessità rivolta verso l'alto e dotato inferiormente di uno strato piano in pfe incassato che accoppiandosi con il lamierino di acciaio inox posto all'interno del basamento, consente i movimenti orizzontali della lente derivanti dalle rotazioni dell'appoggio;

- un elemento superiore cilindrico con superficie inferiore sferica avente la concavità rivolta verso il basso che accoppiandosi con la convessità superiore dell'elemento intermedio consente la rotazione dell'appoggio, l'accoppiamento tra i due si realizza con due superfici rivestite una di acciaio inossidabile, l'altra di pfe. Sono comunque ammesse soluzioni che prevedono in sostituzione dell'acciaio inossidabile, superfici in alluminio o cromate con la stessa rugosità dell'inox. La zona di contatto dell'elemento superiore con il basamento viene sagomata a settore di sfera con raggio pari alla metà del diametro interno del basamento (a meno dei giochi previsti). Nella parte superiore tale elemento è dotato del perno per l'ancoraggio dell'appoggio alla struttura dell'impalcato.

Tali apparecchi possono essere dotati al loro interno di un dispositivo elastico in grado di conferire all'appoggio una rigidità predeterminata, funzione della forza orizzontale agente e contenuta all'interno di un fuso delle rigidità definito da RFI in funzione della luce dell'impalcato (vedi appendice). Tale elemento consente di limitare le azioni parassite che si ingenerano in casi di impalcato a più binari, caricati dissimmetricamente, con almeno due appoggi fissi.

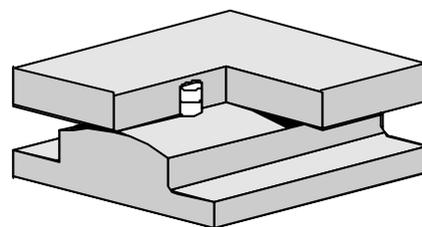
L'elemento elastico non è qui descritto perché i vari produttori realizzano tale elemento in maniera differente.

Gli apparecchi d'appoggio dotati di dispositivo elastico devono essere precedentemente omologati da FS secondo l'apposita specifica tecnica riportata in allegato A alla presente istruzione.

2.2.1.2.4 - Appoggi fissi metallici a contatto lineare

Si compongono essenzialmente di due elementi prismatici in acciaio, uno piano, l'altro sagomato secondo una superficie cilindrica, a contatto fra loro lungo una generatrice del cilindro. L'accoppiamento di tali elementi consente rotazioni intorno ad un solo asse orizzontale, realizzando, con buona approssimazione, una cerniera cilindrica.

Sono inoltre previsti due o più perni di contrasto, con profilo tronco conico, calettati in appositi fori eseguiti su uno dei due elementi e impegnati in sedi ricavate sull'elemento complementare in modo da impedire le traslazioni orizzontali consentendo la rotazione.



2.2.1.3 - Appoggi mobili

Gli appoggi mobili consentono, oltre alla rotazione intorno ad uno o più assi orizzontali, anche la traslazione in una direzione (tipo unidirezionale) o più direzioni (tipo multidirezionale).

Gli appoggi mobili possono essere dei seguenti tipi:

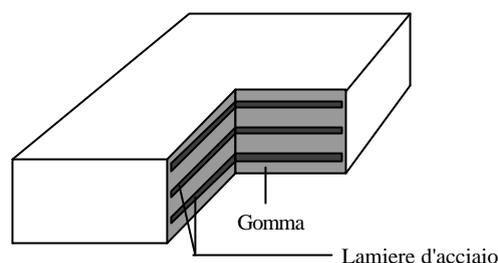
- elastomerici armati;
- in acciaio con elemento scorrevole su superficie in PTFE.

2.2.1.3.1 - Appoggi elastomerici armati

Sono costituiti da più strati di gomma con interposti dei lamierini in acciaio, completamente inglobati nella gomma medesima.

Non sono ammesse le seguenti tipologie:

- appoggi elastomerici non armati;
- appoggi elastomerici con elementi scorrevoli.



Gli appoggi, sono ottenuti mediante vulcanizzazione in appositi stampi a pianta rettangolare o circolare e consentono, per deformazione della gomma, sia la rotazione intorno ad un generico asse orizzontale che la traslazione.

Si fa presente che, in caso di loro utilizzo, non vi è più distinzione tra appoggi di tipo fisso e mobile e pertanto dovrà essere posta particolare cura nella valutazione degli effetti (tensioni e deformazioni) indotti dalle azioni impulsive orizzontali sugli stessi nonché sulla struttura e sul binario.

Per il collegamento meccanico del cuscino di gomma armata alle sottostrutture e all'impalcato, una delle soluzioni possibili è quella di vulcanizzare il cuscino stesso ad una piastra inferiore preforata per l'alloggiamento delle zanche di ancoraggio al pulvino, e ad una piastra superiore provvista di perno per il collegamento all'impalcato. Tale ultima piastra potrà essere lavorata a cuneo per recuperare la livelletta dell'impalcato e dovrà essere munita di fori per l'aggancio provvisorio alle contropiastre poste sulle travi.

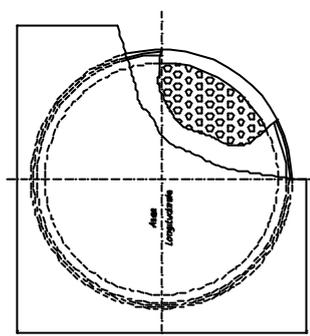
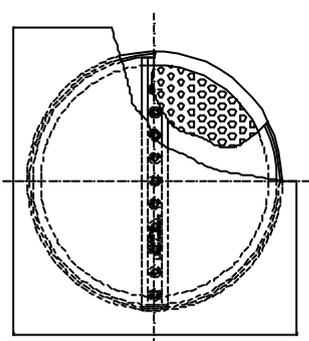
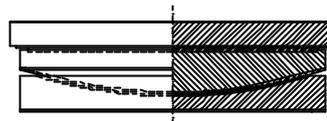
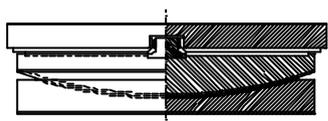
Per quanto attiene il collegamento dell'appoggio al baggiolo, in alternativa a quanto sopra indicato, è possibile vulcanizzare il cuscino ad una piastra inferiore munita di perno che andrà ad accoppiarsi con la contropiastra munita di zanche.

Per le caratteristiche costruttive e le modalità di calcolo si rimanda alla Istruzione CNR 10018.

2.2.1.3.2 - Appoggi mobili in acciaio – PTFE (Politetrafluoroetilene)

Possono essere del tipo a disco elastomerico confinato, a contatto lineare, a sella cilindrica o sferica.

La traslazione avviene tra due superfici piane orizzontali, di cui una rivestita di PTFE e l'altra di acciaio inossidabile. Quest'ultima deve avere dimensioni tali da ricoprire sempre quella in PTFE, anche per gli spostamenti prevedibili in zona sismica. Di norma i piani di scorrimento devono essere posti inferiormente alle superfici di rotazione al fine di garantire l'orizzontalità anche ad appoggio ruotato.



Appoggio mobile unidirezionale

Appoggio mobile multidirezionale

Gli appoggi mobili si differenziano quindi da quelli fissi descritti al paragrafo 2.1 per la presenza di un ulteriore elemento metallico piano scorrevole.

Gli appoggi unidirezionali presentano in più una guida direzionale. L'accoppiamento di tale guida con l'elemento scorrevole avviene, mediante due pattini laterali in PTFE o in altro materiale idoneo allo scorrimento.

Le superfici di traslazione devono essere lubrificate con grasso siliconico, utilizzando, per il suo contenimento, apposite tasche ricavate nel PTFE.

2.2.1.4 - Ritegni meccanici

Detti ritegni di norma dovranno essere costituiti da un basamento, ancorato al pulvino, nel quale è ricavata una cavità cilindrica entro cui alloggerà un pistone sospeso alla trave che trasmetterà al basamento stesso soltanto le azioni orizzontali. Gli ancoraggi, superiore e inferiore, dovranno essere realizzati con tirafondi e dovranno consentire un'agevole rimozione dei dispositivi.

L'accoppiamento preferito tra il basamento ed il pistone sarà di tipo sferico superficiale che consente di ridurre le dimensioni di tali dispositivi talvolta molto ingombranti per i forti carichi orizzontali cui sono sottoposti. Le superfici di contatto dei due elementi devono essere adeguatamente protette con riporti di inox o con i trattamenti superficiali a basso spessore descritti nel seguito della presente Istruzione.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

14-83

Per quanto riguarda gli elaborati di progetto da produrre, i materiali da utilizzare, le parti accessorie da applicare, le verifiche progettuali da effettuare, le protezioni parapolvere, raschiapolvere e anticorrosione da adottare, nonché il collaudo dei materiali, si dovrà fare riferimento a quanto stabilito per gli apparecchi di appoggio.

In merito alle modalità di posa in opera, si fa rilevare che le stesse dipendono da quelle degli appoggi previsti in affiancamento. Pertanto tali modalità, nonché le relative fasi, saranno le stesse previste per gli apparecchi di appoggio.

2.2.2 - SCELTA E DISPOSIZIONE DEL TIPO DI APPOGGIO

Il Progettista dell'opera nello scegliere lo schema di vincolo dell'impalcato ed il tipo di appoggio da utilizzare deve tener conto dell'entità dei carichi, dei movimenti della struttura nonché delle indicazioni riportate nella tabella di seguito riportata.

Riguardo allo schema di vincolo si riportano nel seguito talune prescrizioni da osservare:

- Non è ammessa, per alcuna condizione di carico, la reazione negativa degli appoggi tranne nei casi di assoluta necessità da verificare con la competente Struttura Tecnica di RFI.
- Su ciascun impalcato deve prevedersi, di regola, la stessa tipologia di appoggi.
- All'estremità degli impalcati semplicemente appoggiati devono disporsi su un lato appoggi di tipo FISSO e sull'altro appoggi di tipo MOBILE. Ovviamente lato appoggi fissi, in presenza di impalcati a più travi, potranno essere presenti anche appoggi mobili. In tal caso è bene che gli appoggi mobili siano del tipo multidirezionale e non unidirezionale trasversale in quanto i maggiori giochi presenti in tali dispositivi, rispetto a quelli presenti nei fissi, non consentono ad essi di reagire simultaneamente alle azioni longitudinali che comunque andranno affidate interamente agli appoggi fissi.
- A ciascuna estremità non è consentito disporre due o più apparecchi di appoggio fissi (oppure unidirezionali) che distino, gli estremi, più di 4.5 metri l'uno dall'altro. In caso di un numero di appoggi fissi superiore ad uno, dovranno adottarsi i dispositivi a rigidità variabile precedentemente descritti oppure, previa motivata giustificazione, apparecchi dotati di opportuni dispositivi di centraggio del gioco tra pistone e basamento da rimuovere dopo la posa degli appoggi. Il gioco da centrare dovrà risultare da apposito calcolo ed in ogni caso si dovrà rispettare il valore limite del gioco totale dell'appoggio fisso pari ad 1mm come indicato nel seguito.
- Di regola gli appoggi fissi e unidirezionali andranno disposti alle estremità delle stesse travi e comunque in modo da limitare al minimo le azioni parassite.

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****15-83**

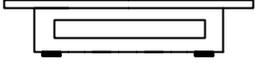
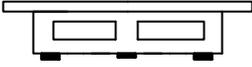
- Nel caso di impalcati con asse curvo la guida dell'appoggio unidirezionale deve essere diretta verso l'appoggio fisso. La disposizione degli appoggi deve comunque rispettare le ipotesi di vincolo assunte nel calcolo della struttura.
- Nei ponti in pendenza, di norma, gli apparecchi fissi devono essere disposti nell'estremità più bassa.
- In zona classificata sismica occorre sempre prevedere dei denti di ritegno in c.a. rivestiti con cuscinetti in gomma, o altro idoneo materiale, in grado di contrastare i movimenti orizzontali (longitudinali e trasversali) dell'impalcato, in caso in cui lo stesso si disaccoppi dagli appoggi (vedi sez. 4).
- Nel caso di impalcati che presentino caratteristiche geometriche o esecutive particolari, si potrà ammettere deroga rispetto a quanto riportato in tabella.

TABELLA PER LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI APPOGGI DA UTILIZZARE

Luce netta impalcato	Tipo impalcato		Tipo di appoggio da utilizzare		
L<10m	Ferroviari a travi in ferro incorporate		Gomma armata / rotaia		
	Ferroviari in c.a o c.a.p	Gettato in opera	Semplice binario	Gomma armata j =1° Disco elastomerico confinato j =0.75° Acciaio-ptfe con j =2°	
			Doppio binario		
	Gallerie artificiali ferroviarie e cavalcavia stradali	Gettato in opera	Semplice binario	Acciaio-ptfe con j =2°	
			Doppio binario	Disco elastomerico confinato j =0.75°	
		prefabbricato		Acciaio-ptfe con j =2°	
			Disco elastomerico confinato j =0.75°		
L³10m	Ferroviari a travi in ferro incorporate			Gomma armata j =1° Disco elastomerico j =0.75°	
	Ferroviari in c.a o c.a.p.	Gettato in opera	Semplice binario	Disco elastomerico confinato j =0.75° Acciaio-ptfe con j =2°	
			Doppio binario con vincolo isostatico		
		Doppio binario con vincolo iperstatico	Acciaio-ptfe con dispositivo elastico j =3°		
		prefabbricato	Semplice binario	Acciaio-ptfe con j =3°	
	Doppio binario con vincolo isostatico				
	Gallerie artificiali ferroviarie e cavalcavia stradali	Gettato in opera		Acciaio-ptfe con j =2°	
			Prefabbricato o a struttura mista acciaio/cls	Acciaio-ptfe con j =3°	
	Ferroviari a Strutture miste Acciaio - cls	Vedi impalcati in c.a./c.a.p prefabbricati			

 dove ϕ = rotazione dell'appoggio.

- Di seguito si riporta una tabella sintetica che richiama le disposizioni degli apparecchi di appoggio più ricorrenti, nel caso di impalcati ferroviari tradizionali.

schema di vincolo	tipologia di impalcato
	 <p>impalcato a quattro cassoncini doppio binario</p> <p>impalcato bicassone doppio binario</p>
	 <p>impalcato monocassone doppio binario</p>
	 <p>impalcato a cassone a tre anime doppio binario</p>
	 <p>impalcato a due cassoncini semplice binario</p> <p>impalcato monocassone semplice binario</p>
<p> fisso fisso con centraggio giochi </p> <p> multidirezionale fisso a rigidezza variabile </p> <p> unidirezionale </p>	



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

18-83

2.2.3 - DIMENSIONAMENTO

2.2.3.1 - Azioni trasmesse dall'impalcato

Il dimensionamento e la disposizione degli apparecchi d'appoggio sarà condotto a seguito di una dettagliata analisi del comportamento globale dell'opera con particolare riferimento a :

- geometria dell'opera;
- carichi agenti;
- rigidità delle pile e delle fondazioni;
- variazioni termiche degli impalcati;
- deformabilità degli impalcati;
- comportamento del ballast e del binario.

Il progettista dell'opera dovrà produrre apposito elaborato che riporti lo schema di vincolo adottato per l'impalcato e l'effetto, in termini di N , Tl , Tt , delle azioni elementari trasmesse dall'impalcato medesimo ai singoli apparecchi di appoggio. Il risultato delle loro diverse combinazioni secondo le prescrizioni delle norme vigenti dovrà essere rappresentato nella forma tabellare riportata nella pagina seguente.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

19-83

APPARECCHI DI APPOGGIO FISSI

	Condizioni di esercizio non sismiche			Condizioni sismiche			Condizione di soli carichi permanenti		
	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)
Condizione									
<i>N_{max}</i>									
<i>N_{min}</i>									
<i>Tl_{max}</i>									
<i>Tt_{max}</i>									

APPARECCHI DI APPOGGIO UNIDIREZIONALI

	Condizioni di esercizio non sismiche			Condizioni sismiche			Condizione di soli carichi permanenti		
	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)
Condizione									
<i>N_{max}</i>									
<i>N_{min}</i>									
<i>Tt_{max}</i>									

APPARECCHI DI APPOGGIO MULTIDIREZIONALI

	Condizioni di esercizio non sismiche			Condizioni sismiche			Condizione di soli carichi permanenti		
	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)	N (KN)	Tl (KN)	Tt (KN)
Condizione									
<i>N_{max}</i>									
<i>N_{min}</i>									

N = Sforzo normale



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

20-83

Tl = Taglio longitudinale

Tt = Taglio trasversale

Dovranno altresì essere riportate l'entità dei movimenti (traslazioni e rotazioni) associate alle combinazioni di carico suddette.

Si rammenta che per le forze sismiche orizzontali dovrà adottarsi per il coefficiente di struttura β il valore 2.5.

Si precisa che per la determinazione delle azioni sugli apparecchi d'appoggio dovrà in ogni caso essere adottato per l'impalcato un modello di calcolo spaziale in grado di apprezzare gli effetti dell'eccentricità tra l'asse baricentrico dello stesso impalcato e centro di rotazione degli apparecchi d'appoggio.

Il progettista degli apparecchi d'appoggio, a cui dovranno essere forniti i carichi nella forma gabbellare prescritta, dovrà produrre per ciascuna tipologia i seguenti elaborati:

- Relazione di calcolo

Dovrà comprendere:

descrizione generale del dispositivo, schema di vincolo della campata, tabella dei carichi, descrizione dei materiali utilizzati con le relative tensioni ammissibili, verifiche di tutti gli elementi costituenti l'appoggio, le contropiastra e le superfici con esse a contatto.

- Disegno d'insieme (sc.1/1, 1/2 o 1/2.5)

Dovrà contenere le principali quote di ingombro dell'appoggio (lunghezza, larghezza, altezza, interasse zanche ecc.) nonché la legenda di tutti i materiali utilizzati;

- Disegno costruttivo (sc.1/1,1/2 o 1/2.5)

Dovrà contenere l'esploso dei singoli pezzi con l'indicazione per gli stessi di tutte le quote e le relative tolleranze.

- Disegno schematico con l'indicazione dei sistemi di protezione dei vari elementi costituenti l'appoggio.

Dovrà contenere l'indicazione del sistema protettivo delle singole superfici dei vari elementi.

- Modalità di posa in opera degli appoggi.

Dovrà contenere tutte le fasi operative per la loro corretta posa.

2.2.3.2 – Eccentricità dei carichi e azioni parassite

Nelle verifiche degli elementi costituenti l'apparecchio di appoggio, dovrà tenersi in conto, per ogni azione considerata, anche la relativa eccentricità. Inoltre dovranno essere considerati anche gli effetti parassiti da valutare come in appresso. Si rammenta che di tali eccentricità ed azioni parassite si dovrà tener conto anche nel calcolo delle sottostrutture nei modi indicati dalla normativa per il calcolo dei ponti.

2.2.3.2.1 – Eccentricità dei carichi

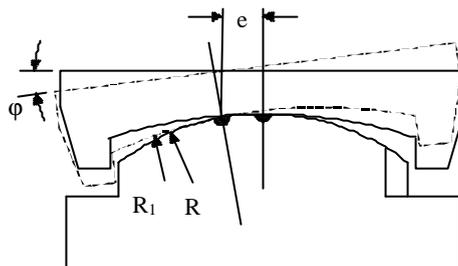
Le eccentricità da portare in conto nelle verifiche degli elementi costituenti gli appoggi dipendono dal tipo di apparecchio e quindi dalle modalità di realizzazione dei movimenti richiesti.

In particolare, quando presenti, dovranno essere considerate le eccentricità di seguito indicate:

◇ Eccentricità dovuta alla rotazione

Nel caso generale di superficie convessa rotolante su una superficie concava si ha:

$$e = \frac{\ddot{\phi}}{1/R - 1/R_1}$$



e nel caso di superficie piana su superficie cilindrica:

$$e = \ddot{\phi} * R$$

$\ddot{\phi}$ = rotazione in radianti (associata al carico V)

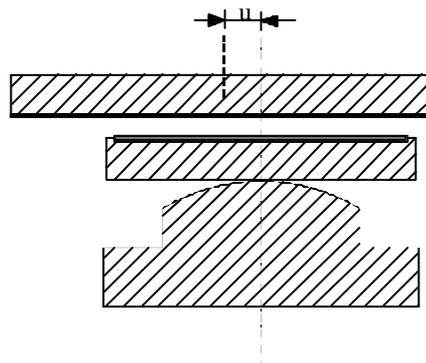
R = raggio di curvatura della superficie convessa;

R₁ = raggio di curvatura della superficie concava.

◇ Eccentricità dovuta alla traslazione:

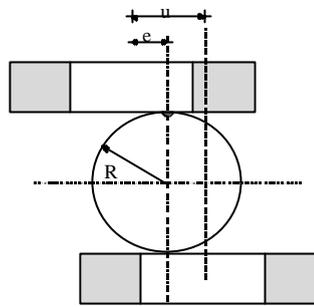
Nel caso di traslazione per scorrimento si ha:

$$e = u$$



Nel caso di apparecchi a rotolamento si ha:

$$e = u/2$$



2.2.3.2.2 - Forze parassite

Negli appoggi con superfici di scorrimento in PTFE, si devono assumere, per la determinazione della reazione parassita alla traslazione, i valori del coefficiente di attrito indicati nella Istruzione CNR 10018. Nel caso di impiego di guide direzionali rivestite di PTFE caricato o di materiale alternativo, per i coefficienti d'attrito andranno assunti valori ottenuti da prove sperimentali.

2.2.3.2.3 - Momenti parassiti

I momenti parassiti che gli apparecchi di appoggio oppongono alla rotazione dipendono dalla tipologia utilizzata.

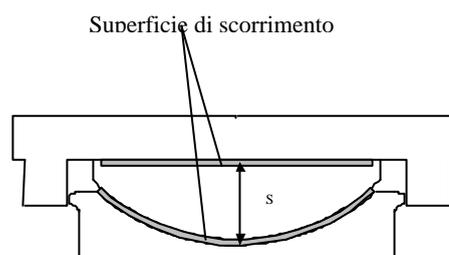
Negli appoggi in cui la rotazione avviene per strisciamento tra una superficie concava ed una convessa, il momento parassita è proporzionale al coefficiente di attrito f ed è dato da:

$$M_p = N \times R \times f$$

Nel caso di appoggi a calotta sferica dotati di un elemento intermedio a forma lenticolare che presenta due superfici di scorrimento una piana e una convessa il momento parassita può assumersi pari a:

$$M_p = N \times f (R + s)$$

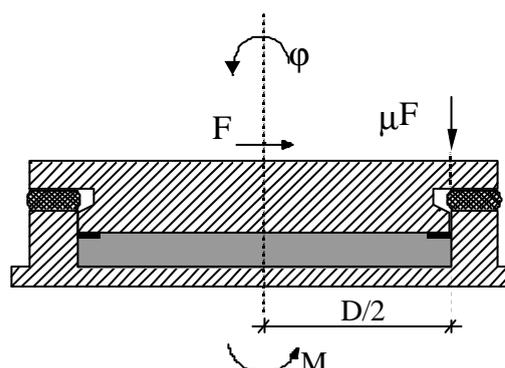
essendo s lo spessore dell'elemento intermedio.



In tali appoggi in cui la forza orizzontale viene trasmessa al basamento direttamente dalla piastra superiore senza interessare la calotta sferica occorre portare in conto anche la forza di attrito che si genera lungo il contatto tra i due elementi.

Per il momento parassita negli appoggi a disco elastomerico confinato si può assumere, in mancanza di determinazioni sperimentali, come stabilito dall'Istruzione CNR 10018, il valore:

$$M_{p1} = N \times D \times (0.05 + 5 \times \tan \delta)$$





A tale momento parassita va aggiunto quello prodotto dall'azione attritiva legata al contatto tra il coperchio ed il basamento:

$$M_{p2} = i \times F \times D / 2$$

dove: D = diametro del disco di gomma.

2.2.3.3 - Movimenti

Gli apparecchi di appoggio devono essere dimensionati anche in funzione dei movimenti di progetto tenendo presente i limiti di ciascuna tipologia.

2.2.3.3.1 - Traslazioni

Devono essere valutate le traslazioni che gli apparecchi d'appoggio devono consentire sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale.

Si rammenta in proposito che le traslazioni degli appoggi sono imputabili, in particolare, a:

- precompressione eseguita dopo la posa in opera delle travi;
- ritiro;
- viscosità;
- flessione delle travi (variazione di lunghezza della fibra inferiore delle travi per effetto flessionale);
- variazioni termiche;
- spostamenti delle pile.

Per i ponti situati in zone non classificate sismiche, l'escursione totale in direzione longitudinale dei giunti e degli apparecchi di appoggio potrà assumersi, ai fini del dimensionamento di tali organi, come nel seguito.

$$\delta = 0.002 L$$

dove:

δ = escursione totale non sismica;

L = distanza tra i due appoggi fissi immediatamente precedente e seguente il giunto.

Per ponti di grande luce (> di 45m), si dovrà eseguire il calcolo dell'escursione con riferimento, per quanto attiene alle azioni climatiche, a quanto indicato nella Istruzione per la progettazione dei ponti ferroviari,



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

24-83

rammentando che le variazioni termiche indicate nella suddetta Istruzione devono essere incrementate del 50% per tutte le tipologie di impalcato.

Per i ponti situati in zone classificate sismiche Vale quanto in proposito indicato nella circolare FS n. 44/b "Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica".

2.2.3.3.2 - Rotazioni

Si rammenta che la rotazione degli appoggi è imputabile a:

- deformazioni flessionali conseguenti ai carichi agenti;
- precompressione eccentrica;
- viscosità;
- ritiro;
- errori di posa degli appoggi;
- imperfezioni di costruzione delle travi;
- gradiente termico;
- cedimento delle fondazioni.

In ogni caso dovranno garantirsi i valori di rotazione indicati nell'apposita tabella in funzione del tipo di appoggio utilizzato.

2.2.4 - MATERIALI

2.2.4.1 - Politetrafluoroetilene (PTFE - Teflon)

Il PTFE deve essere vergine, di primo impiego, e deve possedere tutte le caratteristiche fisico - meccaniche riportate nella Istruzione CNR 10018.

Limitatamente alle guide è consentito l'uso di PTFE caricato o anche di altro materiale, purché il coefficiente di attrito tra le superfici a contatto, alle pressioni massime e minime di progetto ed alla temperatura di -20° C risulti, da apposite prove sperimentali, non superiore a 0,2.

2.2.4.2 - Lubrificanti

I lubrificanti, di norma costituiti da grasso di silicone, devono conservare la loro efficacia nel campo di temperature comprese tra -35° C e $+50^{\circ}$ C.

Essi non devono resinificare né risultare aggressivi nei confronti delle parti costituenti gli apparecchi di appoggio.



2.2.4.3 - Gomma

La gomma può essere naturale o sintetica; deve comunque risultare esente da rigenerato e da polveri di gomma vulcanizzata di recupero.

Deve inoltre possedere le caratteristiche fisico-meccaniche riportate nella Istruzione CNR 10018.

2.2.4.4 - Adesivi

Gli adesivi per l'incollaggio del PTFE devono resistere all'azione dei lubrificanti, agli agenti biologici ed atmosferici e alle temperature estreme alle quali gli appoggi sono sottoposti. Essi devono inoltre garantire una resistenza allo strappo innescato a 90° di almeno 4 N/mm (UNI 8272-6).

2.2.4.5 - Acciaio inossidabile

Le lamiere in acciaio inossidabile (INOX) devono essere del tipo X5 Cr Ni Mo 17 12 oppure X2 Cr Ni Mo 17 12 (UNI 8317/81)

Le superfici a contatto con il PTFE devono essere lucidate a rugosità $Ra \leq 0.1 \mu m$ (UNI ISO 468-UNI ISO 4287/1).

L'acciaio inossidabile dei perni nonché quello degli anelli elastici e quello di riporto su altre superfici ferrose deve essere del tipo austeno-ferritico.

2.2.4.6 - Lega di alluminio

Le superfici di scorrimento a contatto con il PTFE, nel solo caso che non siano piane, possono essere realizzate anche con lega di alluminio del tipo GAG5 UNI 3058, avente le caratteristiche indicate nella Istruzione CNR 10018 ad eccezione della rugosità che deve essere $Ra \leq 0.1 \mu m$. Qualsiasi altra lega potrà essere accettata soltanto se di caratteristiche superiori.

2.2.4.7 - Acciaio

Per gli elementi costitutivi degli apparecchi di appoggio si devono utilizzare i seguenti tipi di acciaio:

- acciaio laminato della classe S 275 o S 355 UNI EN 10025 di qualità JR o J0, ovvero S 275 o S 355 di qualità J2G3, in presenza di saldature strutturali o temperature minime di servizio inferiori a -10 °C;
- acciaio fuso o per getti della classe Fe G 520 UNI 3158/77 o superiore;
- acciaio fucinato o stampato della classe Fe 430 o Fe 510 UNI 7746/77, grado C ovvero grado D, in presenza delle condizioni di cui sopra.

Tutti i pezzi di acciaio fucinato o stampato devono essere sottoposti almeno al trattamento termico di normalizzazione.

Per le parti accessorie, quali zanche, viti ecc., è consentito l'impiego di materiali diversi da quelli suindicati; per le loro caratteristiche vedere le norme UNI di riferimento.

2.2.4.8 - Cromo

E' ammessa la cromatura delle superfici di scorrimento a contatto con il PTFE, nel solo caso che non siano piane. Il supporto da cromare dovrà essere costituito da acciaio S 355 della EN 10025. La superficie di cromo dovrà essere esente da porosità e fessure. Lo spessore dello strato di cromo non potrà essere inferiore a 100 micron mentre per la rugosità dovrà risultare $Ra \leq 0.1 \mu m$

2.2.5 - VERIFICHE

2.2.5.1 - Pressioni ammissibili

2.2.5.1.1 - Materiali non metallici

2.2.5.1.1.1 PTFE

Le pressioni ammissibili sul PTFE, espresse in MPa, a differenza di quanto riportato nell'Istruzione CNR 10018, risultano dalla seguente tabella:

CARICHI	Max press. media		Max press. al bordo	
	incollato	incassato	incollato	incassato
PERMANENTI	15	25	20	30
TOTALI	25	40	30	45

Per il PTFE caricato al bronzo, in mancanza dei risultati di prove sperimentali in grado di riprodurre il reale comportamento del materiale sotto carico, si può assumere una pressione ammissibile di 50 MPa.

Per la determinazione della pressione ammissibile su materiali alternativi si devono eseguire delle prove comparative con campioni di PTFE caricato da cui devono risultare caratteristiche meccaniche superiori.

2.2.5.1.1.2 - Gomma

La pressione massima sulla gomma degli appoggi a disco elastomerico confinato deve risultare $\sigma_{max} \leq 25$ MPa.

La pressione massima sulla gomma degli appoggi in elastomero armato è quella indicata dalla Istruzione CNR 10018.

2.2.5.1.1.3 - Ferrozell

Le pressioni ammissibili sul Ferrozell, dovranno assumersi non superiori a 120 MPa.

2.2.5.1.1.4 - Calcestruzzo

Il calcestruzzo del pulvino deve avere resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 35$ MPa. Dovrà comunque verificarsi che le pressioni di contatto soddisfino le seguenti limitazioni:

- pressione media ≤ 16 MPa
- pressione massima $\leq R_{ck}/1.3$

2.2.5.1.2 - Acciaio

Per l'assunzione delle tensioni ammissibili si dovrà far riferimento alla Istruzione CNR 10011.

Per la verifica dei contatti localizzati si utilizzeranno, di volta in volta, le formule più appropriate della teoria di Hertz.

La verifica a rifollamento andrà condotta come da Istruzione CNR 10011.

Per la realizzazione di perni e spinotti di ancoraggio è ammesso l'utilizzo di acciai ad alta resistenza bonificati. Nel caso di non ispezionabilità degli stessi dovrà considerarsi un coefficiente di sicurezza maggiorato di 1,5. Il coefficiente di maggiorazione non verrà applicato nel caso di utilizzo di acciaio inossidabile.

Per la verifica di questi materiali con il metodo delle tensioni ammissibili si adotterà:

- $s_{amm} = f_{kn} / \gamma_s$
- $t_{amm} = f_{kn} / (\gamma_s \times 2^{1/2})$

dove:

- f_{kn} = tensione di riferimento = alla minore tra $0.7 f_t$ e f_y
- γ_s = coefficiente di sicurezza: pari a 1,5 per perni ispezionabili e $1,5 \cdot 1,5 = 2,25$ per perni non ispezionabili in acciaio diverso dall'inox.

dove:

- f_t = tensione di rottura a trazione
- f_y = tensione di snervamento.

2.2.5.1.3 – Alluminio



Analogamente a quanto prescritto al paragrafo precedente per l'acciaio ad alta resistenza bonificato dei perni, per la verifica degli elementi in alluminio con il metodo delle tensioni ammissibili si adotterà:

$$- S_{amm} = f_{kn} / \gamma_s$$

dove:

- f_{kn} = tensione di riferimento = alla minore tra $0.7 f_t$ e f_y
- γ_s = coefficiente di sicurezza: pari a 1,5
- f_t = tensione di rottura a trazione
- f_y = tensione di snervamento.

2.2.5.2 - Verifica appoggi fissi

Le verifiche comuni da effettuare su tutti i tipi di appoggio sono:

- verifica della pressione media, massima e minima sulle superfici di calcestruzzo a contatto con l'appoggio e sulle superfici di pte poste fra i vari elementi dell'appoggio;
- verifica dei perni;
- verifica delle zanche e dei tirafondi;
- verifica delle piastre metalliche.

Per la determinazione delle pressioni massime o minime si deve tener conto anche dei contributi dovuti alle azioni orizzontali e ai momenti parassiti.

I perni devono essere verificati a taglio. Si devono inoltre effettuare le verifiche a rifollamento delle superfici a contatto con gli stessi.

Per limitare le pressioni di contatto sul calcestruzzo il diametro delle zanche e dei tirafondi, in mancanza di determinazioni più rigorose, non deve risultare inferiore a:

$$\Phi_{min} = \sqrt{\frac{5T}{2,5 \cdot \sqrt{R_{ck} \cdot f_{yk}}}}$$

dove:

T = forza di taglio sulla zanca;

R_{ck} = resistenza caratteristica del calcestruzzo;

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio prevedendo una lunghezza della zanca almeno pari a $5 \cdot \Phi$, con $l_{min} = 200$ mm.

2.2.5.2.1 - Verifica del basamento

Dovranno essere condotte in particolare le seguenti verifiche:

- Verifica della pressione sulla gomma dei dispositivi a disco elastomerico confinato

La pressione massima sulla gomma, conseguente ai carichi verticali, deve risultare contenuta entro i limiti di cui al precedente paragrafo.

Il suo valore, in relazione all'ipotesi secondo la quale la gomma si comporta come un fluido incompressibile è:

$$p = \frac{N}{\left(\frac{D_i^2}{4}\right)}$$

N = carico verticale di progetto.

D_i = Diametro interno del vaso

- Verifica del contatto pistone – basamento

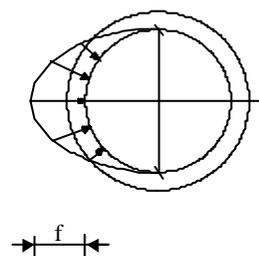
Considerato che la distribuzione di pressione di contatto pistone – basamento lungo il diametro ha un andamento che si assume cosinusoidale secondo lo schema di figura, per il suo valore massimo deve essere assunto:

$$f = 1.3 \cdot T / D$$

essendo:

T = azione orizzontale trasmessa dal pistone al basamento;

D = Diametro esterno del pistone



E' ammesso ipotizzare che il contatto tra pistone e anello sia lineare, di lunghezza pari a D, essendo D il diametro interno della piastra di base. Con tale ipotesi per la verifica si potrà utilizzare la seguente formula ricavata da quella di Hertz per il contatto lineare:

$$s = \sqrt{0,18 \cdot E \cdot 1,3T / (2 \cdot R^2)}$$

- Verifica a trazione del basamento

Nella verifica a trazione del basamento occorre tenere conto dell'effetto della forza orizzontale esercitata dal pistone e, nel caso degli appoggi a disco elastomerico, della pressione esercitata dalla gomma. Pertanto per la tensione di trazione nel basamento si assumerà il valore:

$$s_t = \frac{p * D_i * t + T}{(D_e - D_i) * (h + s) + D_i * s} \quad (\text{appoggi a disco elastomerico confinato})$$

$$s_t = \frac{T}{(D_e - D_i) * (h + s) + D_i * s} \quad (\text{appoggi in acciaio - PTFE})$$

con :

D_i = diametro interno del basamento;

D_e = diametro esterno del basamento;

t = spessore del disco di gomma;

h = altezza dell'anello;

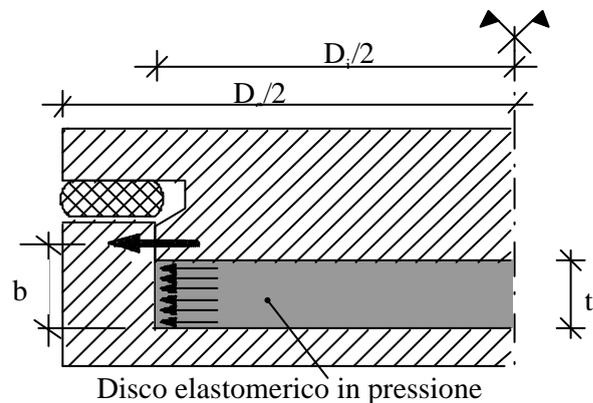
s = spessore del fondello del basamento.

- Verifica della sezione di attacco anello – piastra di base

A causa delle azioni sopraindicate nella sezione di spiccato dell'anello dal basamento si ha una sollecitazione di flessione che in maniera semplificata può essere calcolata supponendo un comportamento a mensola dell'anello stesso. In tale ipotesi la tensione dovuta alla flessione risulta essere:

$$s_f = \frac{\left(\frac{1.3 * T}{D_i} * b + p * \frac{t^2}{2}\right) * 6}{\left(\frac{D_e - D_i}{2}\right)^2}$$

(per gli appoggi a disco elastomerico confinato);



$$s_f = \frac{\left(\frac{1.3 * T}{D_i} * b\right) * 6}{\left(\frac{D_e - D_i}{2}\right)^2}$$

(per gli appoggi in acciaio - PTFE)

in cui: b = altezza del punto di contatto del pistone rispetto al fondello.

- Verifica di taglio

Analogamente ai punti precedenti la tensione di taglio può essere calcolata nel modo seguente:

$$t = \frac{1.3 * \frac{T}{D_i} + p * t}{\left(\frac{D_e - D_i}{2}\right)} \quad (\text{appoggi a disco elastomerico confinato})$$

$$t = \frac{1.3 * \frac{T}{D_i}}{\left(\frac{D_e - D_i}{2}\right)} \quad (\text{appoggi in acciaio - PTFE})$$

- Tensione ideale

I valori di tensione calcolati secondo quanto prescritto ai punti precedenti, dovranno essere opportunamente combinati. In alternativa gli effetti sopra riportati potranno essere valutati ricorrendo ad una modellazione agli elementi finiti del basamento stesso.

2.2.5.2.2 - Verifica appoggi fissi metallici a contatto lineare

La pressione massima di contatto deve essere determinata con la formula di Hertz seguente:

$$\sigma = \sqrt{0,18 \cdot E \cdot N / (R \cdot L)}$$

dove:

E = modulo di elasticità;

N = carico verticale;

R = raggio della superficie cilindrica;

L = larghezza dell'elemento basculante.



Nell'effettuare le verifiche della piastra di base e dell'elemento basculante è possibile adottare per entrambi, in mancanza di determinazioni più approfondite, lo schema statico di mensola ipotizzando una diffusione del carico a 60° rispetto alla verticale del carico agente.

2.2.5.2.3 - Verifica appoggi fissi con superficie di rotazione in PTFE

Le verifiche specifiche consistono in:

- verifica della pressione minima, media e massima sul PTFE che andrà verificato anche sotto l'azione dei soli carichi permanenti;
- verifica alla fuoriuscita della sede (scalottamento);

Il PTFE deve risultare sempre compresso.

Nel caso di superficie curva si deve considerare, nelle verifiche, la sua proiezione sul piano passante per il bordo superiore.

Devono inoltre essere verificate le pressioni conseguenti alle azioni orizzontali trasversali, agenti in fase di esercizio, sul rivestimento dei segmenti circolari della cerniera cilindrica.

Il coefficiente di sicurezza allo scalottamento è definito dalla seguente espressione:

$$c = (N/T) \cdot \tan U$$

dove:

N = carico verticale;

T = carico orizzontale concomitante;

U = semiangolo di apertura della sede.

Il coefficiente c deve risultare in condizione di esercizio non inferiore a 4.

Gli apparecchi d'appoggio del tipo fisso a calotta sferica o a sella cilindrica in zona sismica dovranno essere muniti di una terza piastra in grado di trasmettere al basamento le forze orizzontali sismiche.

2.2.5.3 - Verifica degli appoggi mobili

Per gli apparecchi di appoggio mobili si devono effettuare, oltre alle verifiche già descritte al paragrafo 2.2.5.2, anche quelle relative alla pressione media, massima e minima sul PTFE dell'elemento scorrevole.

La pressione massima è ottenuta sommando alla pressione media l'incremento dovuto al momento parassita alla rotazione, alla resistenza alla traslazione, nonché, per gli appoggi unidirezionali, all'ulteriore incremento conseguente alle spinte orizzontali trasversali.

I valori concomitanti nelle due direzioni dovranno essere riferiti alla medesima condizione di carico.

Per gli appoggi mobili unidirezionali, le eventuali verifiche dei basamenti andranno condotte in analogia a quanto prescritto al paragrafo 2.2.5.2.1 per gli appoggi fissi.

Sempre nel caso di appoggi unidirezionali si devono verificare le pressioni massime sul rivestimento delle guide direzionali. Nel caso in cui le guide siano incassate alla piastra, devono prevedersi delle viti di collegamento da dimensionare per uno sforzo di trazione pari a:

$$N = 3 \times T H / (b \times n)$$

dove:

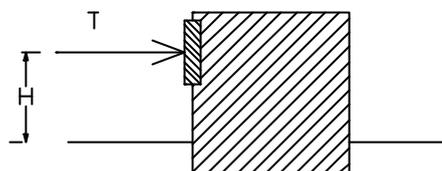
T = azione orizzontale trasversale;

H = distanza del centro del pattino dal supporto;

b = larghezza della guida;

n = numero delle viti;

N = trazione in ciascuna vite.



L'incasso della guida deve comunque risultare non inferiore a 5 mm.

2.2.6 - PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

2.2.6.1 - Caratteristiche generali

Gli appoggi devono poter essere tolti d'opera con un innalzamento massimo dell'impalcato di 50 mm.

L'apparecchio di appoggio dovrà risultare dielettrico per sua costruzione garantendo una resistenza di isolamento superiore ad 1 MΩ sotto una tensione di 1000 Volt.

L'isolamento elettrico non potrà quindi ottenersi mediante l'impiego di vernici ma attraverso elementi isolanti, costituenti parte integrante dell'appoggio stesso.

Nel caso in cui l'isolamento elettrico sia ottenuto mediante l'utilizzo di fogli di teflon o altro materiale parimenti dielettrico, questo dovrà essere posto nella parte interna degli apparecchi di appoggio ed adeguatamente protetto; è esclusa la loro applicazione sulle superfici esterne a contatto con il calcestruzzo.

2.2.6.2 - Prescrizioni sugli elementi costruttivi

2.2.6.2.1 - Acciaio



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

34-83

Lo spessore minimo di ogni elemento strutturale in acciaio dell'apparecchio di appoggio non deve risultare inferiore a 25 mm.

Le guide devono essere ottenute da pieno o devono essere incassate per almeno 5 mm, su incavi ricavati sul supporto; in quest'ultimo caso, è ammessa la realizzazione con acciai bonificati.

I colletti delle zanche, dovranno avere sulla circonferenza degli smussi di 1 mm a 45° per facilitare l'eventuale rimozione dell'appoggio ed il successivo riposizionamento.

Le zanche di ancoraggio al pulvino dovranno impegnarsi per almeno 20 mm nelle sedi ricavate nel basamento dell'appoggio. Dette zanche dovranno essere munite di una vite di fissaggio al basamento stesso.

L'accoppiamento meccanico dell'appoggio alla contropiastra superiore annessa nel getto dell'impalcato, è realizzato mediante un unico perno che si impegna nell'alloggiamento ricavato nella contropiastra medesima per una profondità di almeno 20 mm.

Il perno, qualora non realizzato da pieno, deve essere incassato per almeno 20 mm sull'elemento superiore dell'appoggio. Anche le zanche di ancoraggio alla trave devono impegnarsi per almeno 20 mm nelle sedi ricavate nella relativa contropiastra.

Le dimensioni in pianta delle contropiastre devono essere almeno uguali a quelle dell'elemento a contatto, aumentate dello spessore della stessa per una maggiore ripartizione dei carichi.

2.2.6.2.2 - Teflon

Il rivestimento in PTFE deve essere incassato in incavi a spigoli vivi; nel caso di superfici curve è consentito anche l'incollaggio.

Detto rivestimento deve essere costituito da una superficie unica o da più strisce della dimensione minima di 50 mm, ovvero da settori circolari con angolo al centro di almeno 60°.

Gli spessori del PTFE e, per quello incassato, le sporgenze dall'incavo devono essere conformi ai valori indicati, in funzione della dimensione massima, nell'Istruzione CNR 10018.

I pattini, in PTFE o in altro materiale, devono essere sempre incassati alla guida.

2.2.6.2.3 - Lamiere in acciaio inossidabile (inox)

Le lamiere in acciaio inox a contatto con il PTFE devono avere uno spessore non inferiore a 2.0 mm nel caso siano collegate al supporto mediante un cordone continuo di saldatura con procedimento TIG, oppure non inferiore a 2.5 mm nel caso il collegamento sia realizzato con viti. Tali viti di unione dovranno essere di acciaio inox di diametro ≥ 5 mm, disposte ad un interasse $i \leq 100$ mm e ad una distanza dal bordo pari a 10 mm.

2.2.6.3 - Tolleranze negli accoppiamenti e gioco totale

Tra perni e sede di ricevimento devono prevedersi i seguenti accoppiamenti:

Elementi	tipo di accoppiamento	diametro (mm)	Tolleranze
Zanche – contropiastre	mobile	$\varnothing_f = \varnothing_p + 0,5$	H9/h8
Perno – contropiastra sup.	mobile	$\varnothing_f = \varnothing_p + 1$	
Perno – piastra sup. app.	interferenza	$\varnothing_f = \varnothing_p$	P7/h8
zanche – basamento app.	mobile	$\varnothing_f = \varnothing_p + 0,5$	H9/h8

dove:

\varnothing_p = diametro perno;

\varnothing_f = diametro foro.

L'accoppiamento tra guida e sede di scorrimento dovrà avere un gioco massimo di 0.5 mm.

Negli appoggi a vaso si prescrive, a verniciatura effettuata, che la tolleranza tra il diametro interno della tazza e quello esterno del pistone dovrà essere ≤ 1 mm.

Il gioco totale dell'apparecchio di appoggio inteso come sommatoria delle tolleranze di costruzione dei vari pezzi che lo costituiscono (ad esclusione delle zanche e delle contropiastre) dovrà essere ≤ 1.0 mm per gli appoggi fissi e ≤ 1.5 mm per gli appoggi unidirezionali. Tale valore dovrà essere verificato in fase di effettuazione delle prove funzionali.

2.2.6.4 - Rivestimenti protettivi

Gli appoggi devono essere provvisti di un rivestimento protettivo delle superfici metalliche soggette ad aggressione chimica e fotochimica dello spessore finale del ciclo non inferiore a 200 μ m, da realizzare come segue:

- sabbiatura a metallo bianco SA3;
- fondo zincante organico: titolo di metallo anodico su residuo secco min 80% per uno spessore minimo di 50 μ m;
- copertura e finitura in resina epossipoliamicca additivata ad elevata durezza superficiale con maturazione del ciclo a forno a 120° C per un minimo di 30 minuti;
- prova di aderenza secondo ASTM D 3359-78 metodo A,

Il rivestimento protettivo potrà altresì essere realizzato con:



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

36-83

- Trattamento di zincatura a caldo il cui accertamento delle caratteristiche andrà condotto secondo le norme UNI 5743 e 5745, in tal caso lo spessore del rivestimento dovrà risultare $\geq 100\mu\text{m}$ (700 g/mq). Il trattamento di zincatura a caldo è, invece, obbligatorio per la contropiastra inferiore. Sulla contropiastra superiore dovrà invece eseguirsi il ciclo completo di verniciatura sulla superficie esterna mentre su quella interna, annegata nel calcestruzzo della trave, potrà prevedersi il solo fondo zincante organico di spessore 50 μm .
- Nichelatura chimica ad alto fosforo con percentuale in peso di fosforo $\geq 10.5\%$. L'accertamento delle caratteristiche sarà condotto secondo la norma (UNI ISO 4527). Lo spessore richiesto per tale tipo di trattamento dovrà essere $>$ di 40 μm e dovrà essere applicato su superfici perfettamente pulite meccanicamente oppure chimicamente.
- Dacrometizzazione + Plus di fissaggio, rivestimento chimico protettivo a base di cromo, zinco e alluminio, ricoperto da uno spessore di plus per migliorarne l'aderenza. Le caratteristiche richieste dovranno essere le seguenti:
 - 1- Rivestimento di dacromet superiore al grado B con spessore $\geq 11\mu\text{m}$
 - 2- Rivestimento di Plus $\geq 5\mu\text{m}$
 - 3- Aderenza resistente al distacco del nastro tipo Scotch Brand Tape 3M.
 - 4- La mano di Plus dovrà essere di colore diverso rispetto al dacromet.

Cicli alternativi potranno essere predisposti a cura del produttore, che dovrà ottenere la preventiva approvazione dalle Ferrovie.

2.2.6.5 - Prescrizioni sulle saldature

Per le saldature strutturali valgono interamente le prescrizioni contenute nell'Istruzione delle Ferrovie n. 44/S.

2.2.6.6 – Prescrizioni per l'assemblaggio, il trasporto e lo stoccaggio in cantiere.

Gli apparecchi di appoggio devono essere muniti di una targhetta metallica anticorrosione oppure in materiale termoplastico, fissata sulla superficie laterale degli appoggi con viti $\varnothing 4$ oppure $\varnothing 6$ mm zincate a caldo o inox, sulla quale devono essere riportate in bianco, su sfondo nero, le seguenti indicazioni:

- nome del costruttore e anno di fabbricazione;
- tipo di apparecchio;
- carichi nominali, verticale ed orizzontale;
- entità dei movimenti di progetto;
- sigla di identificazione del lotto di appartenenza



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

37-83

- numerazione seriale del lotto.

Su ogni singolo apparecchio di appoggio, preferibilmente sull'estradosso della piastra superiore, dovranno essere riportati tutti i riferimenti utili al cantiere per la posa in opera del dispositivo. Pertanto dovranno essere indicati: la sigla dell'apparecchio di appoggio, l'asse longitudinale di posa, l'eventuale prerogolazione ed il numero seriale di targa.

Tutte le staffe accessorie occorrenti per l'assemblaggio, il trasporto e la posa in opera dell'appoggio, dovranno essere di colore diverso da quello dell'appoggio stesso e dovranno riportare una targhetta adesiva, sulla faccia verticale, con la seguente scritta *“Rimuovere dopo la posa in opera e ingrassare i fori filettati, utilizzati per il fissaggio, con grasso ramato oppure grasso meccanico”*.

Tutti gli appoggi e le relative contropiastre, prima dell'invio in cantiere, dovranno essere imballati con fascette ben serrate evitando con plastica, gomma od altri materiali teneri, il contatto diretto dei vari elementi metallici verniciati. I pallets così preparati dovranno essere altresì coperti con nylon termoretraibile prima della spedizione. Fintanto che non verranno messi in opera, gli apparecchi dovranno essere stoccati in appositi locali al riparo dagli imbrattamenti e dalle intemperie.

Gli appoggi mobili muniti di guida incassata al supporto, oltre al normale trattamento di verniciatura per la protezione contro la corrosione, dovranno avere il perimetro dell'incasso della guida ben siliconato non potendo proteggere efficacemente il contatto tra guida e supporto con la sola verniciatura.

Tutte le viti di fissaggio degli elementi accessori sugli appoggi, nonché quelle sulle zanche, dovranno essere zincate a caldo o in acciaio inox. Inoltre le viti sulle zanche nonché quelle a diretto contatto con le protezioni anticorrosione, dovranno essere munite di rondella, anch'essa zincata a caldo o inox, per evitare il danneggiamento della protezione anticorrosione durante il serraggio delle viti stesse.

Tutte le viti delle zanche degli apparecchi di appoggio fissi e unidirezionali, devono essere completamente scoperte dai parapolvere.

Tutte le tipologie di appoggi dovranno essere munite di fori su cui avvitare i golfari per l'imbracaggio ed il sollevamento.

La distanza fra l'estradosso dei perni superiori e l'intradosso dei coperchi posti sulle contropiastre dovrà essere \geq a 5 mm.

Le fascette di stringimento dei parapolvere degli elementi circolari dovranno essere in acciaio inox, dovranno avere un'altezza \geq 15 mm e uno spessore 8/10 mm. I listelli per il fissaggio degli stessi parapolvere su elementi rettangolari o quadrati, anch'essi in inox, dovranno avere un'altezza \geq a 20 mm ed uno spessore \geq 3 mm.

Tutti i parapolvere da porre su elementi che consentono rotazioni, dovranno essere in neoprene oppure in "hypalon" elastico. I parapolvere da porre sugli elementi in traslazione, invece, dovranno essere meccanici, costituiti generalmente da lamiere di spessore minimo 10 mm, su cui dovrà prevedersi uno sgocciolatoio perimetrale, realizzato con fresa, di sezione 5 x 5 mm. Il fissaggio agli elementi scorrevoli dei pezzi in



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

38-83

questione, dovrà avvenire con staffe bullonate. Le linee di contatto, tra il parapolvere e l'elemento scorrevole dovranno essere sigillate con silicone trasparente o dello stesso colore dell'appoggio.

Gli indici per il controllo degli scorrimenti sugli appoggi mobili, dovranno essere in acciaio inox di spessore ≥ 2.5 mm e dovranno essere fissati al supporto con minimo 2 viti inox $\varnothing 4$ oppure $\varnothing 6$ mm.

Per evitare il contatto metallico diretto tra appoggio e staffe di bloccaggio per il trasporto ed il varo dei dispositivi occorre interporre, tra appoggio e staffa, rondelle di gomma, plastica o di altro materiale tenero in modo da proteggere le protezioni contro la corrosione.

Tutti i fori filettati praticati sui dispositivi dovranno essere preventivamente ingrassati prima dell'inserimento delle relative viti.

Le sedi in cui le zanche si impegnano nelle contropiastre devono essere sigillate all'esterno con la vernice per evitare la formazione di ruggine.

2.2.7 - POSA IN OPERA

2.2.7.1 - Generalità

Gli appoggi possono essere solidarizzati alle strutture in c.a. mediante allettamento con malta cementizia o con resina epossidica quando, in tutte le condizioni di carico, la forza orizzontale risulti inferiore al 10% del concomitante carico verticale. Lo spessore dell'allettamento non dovrà superare i 4 cm.

Qualora la forza orizzontale superi il valore suindicato e in ogni caso in zone classificate sismiche, l'ancoraggio degli appoggi alle strutture deve invece essere affidato ad appositi tirafondi e a contropiastre dotate di zanche.

La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.

La posa in opera degli apparecchi di appoggio deve essere eseguita sulla base di un'apposita scheda di montaggio che indichi le modalità di installazione, nonché i controlli necessari per garantire il corretto posizionamento e la funzionalità degli stessi. Nei ponti ferroviari, di norma, gli appoggi dovranno essere posti in opera su contropiastre.

Le modalità d'installazione possono essere diverse a seconda delle tipologie di impalcato da porre in opera riconducibili comunque a due categorie: quelli realizzati con travi poggianti su un solo appoggio per estremità (es. cassoncini, travi a doppio T, tricellulari ecc.) e quelli realizzati con travi poggianti su più di un appoggio per estremità (es. monocassone, bicassone, strutture miste acciaio-clc ecc.).

Per ciascuna categoria dovrà essere prevista una diversa posa in opera che dovrà prevedere le seguenti fasi e modalità.

Per la prima categoria:

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****39-83**

- a) Costruzione dei baggioli, con i relativi fori per le zanche, fino ad una quota inferiore di 4÷6 cm rispetto alla quota di progetto (estradosso contropiastra).
- b) Posizionamento contropiastre inferiori con estradosso a quota di progetto.
(la posa dovrà essere effettuata controllando la perfetta orizzontalità delle contropiastre agendo sulle viti di regolazione di cui le stesse devono essere munite).
- c) Inghisaggio contropiastre con malta reoplastica previa realizzazione di casseri sui baggioli.
- d) Varo delle travi, già munite di appoggi, sulle contropiastre disposte sui baggioli;
- e) Inserimento di bloccaggi provvisori antiribaltamento;
- f) Sigillatura dei traversi
- g) Tesatura delle barre di precompressione degli stessi;
- h) Getto soletta;
- i) Inghisaggio zanche appoggi

Per la seconda categoria:

- a) Costruzione dei baggioli, con i relativi fori per le zanche, avendo cura di arrestare i getti a 3cm, o al massimo 4 cm, al disotto della quota finita di progetto (quota estradosso contropiastra),
- b) Varo delle travi, munite di apparecchi di appoggio e relative contropiastre inferiori, su martinetti in attesa sui pulvini;
- c) Posizionamento alla quota di progetto delle travi (agendo sui martinetti);
- d) Controllo del carico sui singoli appoggi (tramite lettura della pressione nei martinetti);
- e) Eventuali ulteriori aggiustamenti di posizionamento delle travi;
- f) Compressione degli apparecchi d'appoggio agendo sulle viti in dotazione alle contropiastre inferiori, avendo cura che le stesse siano orizzontali;
- g) Inghisaggio appoggi e relative contropiastre con malta reoplastica e rimozione dei martinetti dopo maturazione della malta.

Per le strutture poggianti su più di un appoggio per estremità e da precomprimere trasversalmente, (es. bicassone), dopo il varo delle travi sui martinetti oppure sui bloccaggi provvisori in attesa sui pulvini, si dovrà procedere alla sigillatura dei traversi ed alla precompressione trasversale prima della fasi g.

In ogni caso occorre, ad ogni buon fine, verificare quanto segue:

**ISTRUZIONE TECNICA**

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTICodifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****40-83**

- corretta orizzontalità della contropiastra inferiore;
- allineamento degli appoggi;
- quota degli appoggi;
- valore di prerogolazione.

Gli apparecchi di appoggio devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali (anche in presenza di impalcati in pendenza), a meno che l'appoggio non consenta rotazioni di $\pm 3^\circ$ e comunque sia rispettata la prescrizione di posizionare le superfici di scorrimento inferiormente all'appoggio. Qualora si presentino giustificate difficoltà nel realizzare piani orizzontali in strutture prefabbricate, sarà consentito lavorare a cuneo le piastre superiori degli appoggi.

Nel caso di appoggi a cerniera cilindrica particolare cura va prestata all'allineamento degli assi cilindrici degli appoggi del tipo fisso o semifisso.

Le piastre di base degli apparecchi d'appoggio non muniti di contropiastra inferiore dovranno essere arretrate di almeno 10cm dal bordo libero più vicino del baggiolo, se muniti di contropiastre, le stesse dovranno essere arretrate di almeno 5cm dal bordo libero più vicino del baggiolo.

La contropiastra superiore annegata nella trave dovrà essere posta ad una distanza di almeno 10cm dalla testata e dai lati della trave stessa.

I baggioli dovranno avere altezza atta a consentire il posizionamento dei meccanismi di sollevamento dell'impalcato. Di regola, l'altezza complessiva appoggio più baggiolo deve essere di almeno 40 cm.

2.3 - APPOGGI PER TRAVATE METALLICHE

2.3.1 - GENERALITÀ

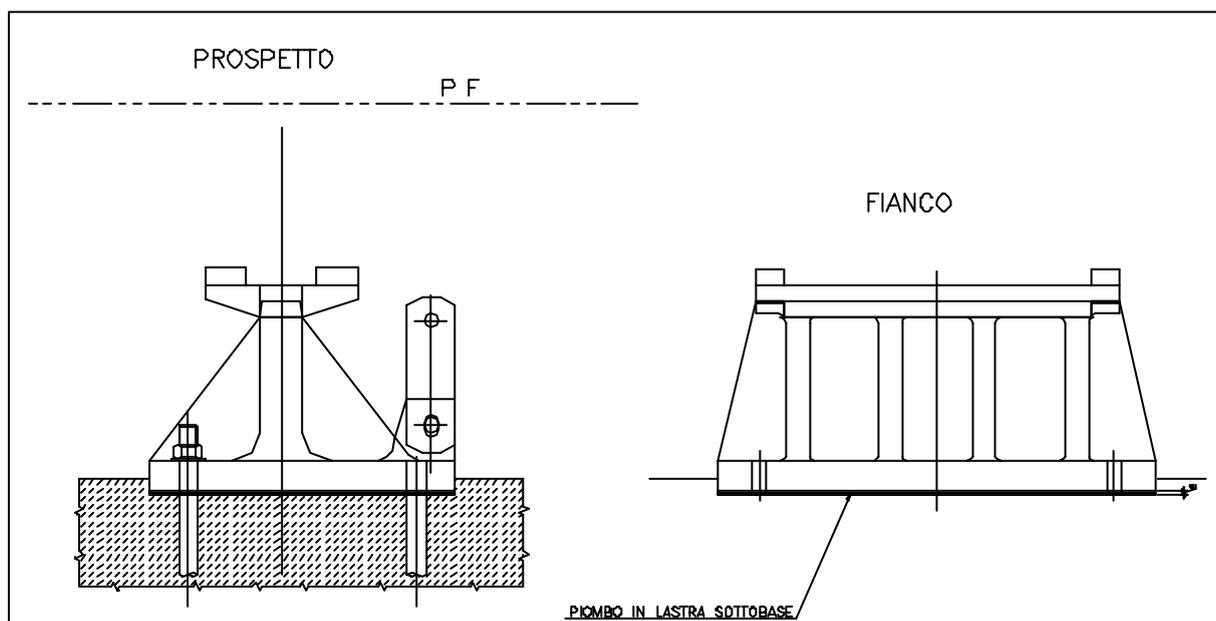
Per le travate metalliche si usano di norma apparecchi d'appoggio in getti d'acciaio. Sono tuttavia ammessi anche i procedimenti costruttivi di fucinatura, stampaggio e saldatura di elementi d'acciaio. Quando sono realizzati con getti d'acciaio il materiale da utilizzare è l'FeG 520 secondo la norma UNI 3158/77.

Per le travate metalliche in cui è previsto armamento su ballast è ammesso disporre apparecchi d'appoggio del tipo in acciaio teflon con i fissi in tre pezzi.

2.3.2 - TIPOLOGIE

La tipologia in uso, riportata in figura, è la seguente :

appoggio di tipo fisso:

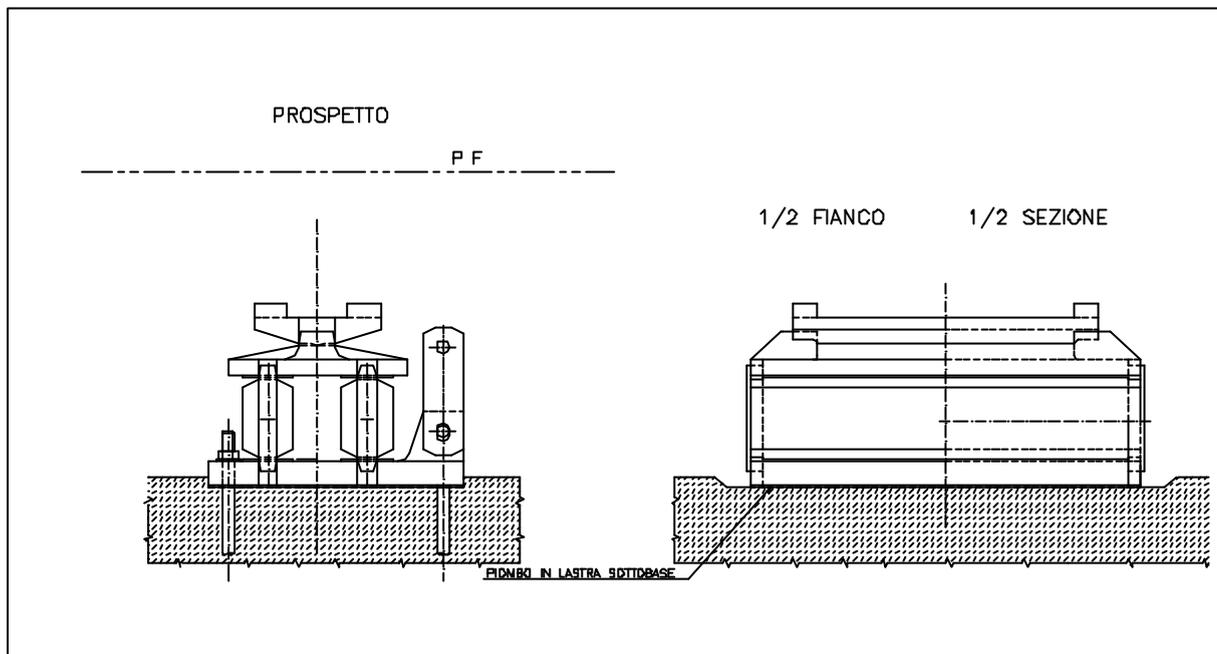


È costituito da un basamento nervato alla cui sommità è disposta una piastra basculante per consentire le rotazioni di progetto della struttura intorno ad un asse orizzontale trasversale.

La piastra basculante è vincolata trasversalmente al basamento in genere mediante due denti di ritegno che si impegnano in sedi ricavate nello spessore della piastra stessa.

Per vincolare trasversalmente e longitudinalmente la travata alla piastra basculante sono previsti, sulla superficie superiore della piastra stessa, quattro denti di ritegno, due per ciascun lato, tra i quali trovano alloggiamento delle opportune espansioni delle piattabande inferiori della travata metallica.

appoggio di tipo mobile:



E' costituito dalle seguenti parti:

una piastra di base di spessore sufficiente a garantire una uniforme distribuzione del carico sul pulvino;

- uno o due rulli o settori di rullo la cui rotazione consente le traslazioni longitudinali della travata;
- una piastra intermedia, detta bilanciante, che consente di ripartire equamente il carico sui rulli o settori di rullo;
- una piastra superiore basculante che consente le rotazioni della struttura intorno all'asse orizzontale trasversale.

Un sistema di ritegni, del tipo descritto per il tipo fisso vincola tra di loro le parti componenti l'appoggio mobile, la travata all'appoggio e consentono di guidare esattamente i rulli nel loro movimento.

Le piastre di base sono posizionate in incavi, della profondità di circa 3 centimetri, ricavati nei pulvini. Tra le superfici metalliche delle piastre di base ed il calcestruzzo del pulvino si interpone una lastra di piombo di 5 mm di spessore per migliorare l'accoppiamento tra i due materiali.

Per impedire che acqua o fango ostacolino il movimento dei rulli, la superficie di appoggio dei rulli dovrà essere leggermente rialzata (5 mm) rispetto al piano superiore della piastra inferiore mentre ai bordi di detta piastra dovrà accuratamente essere eliminato ogni risalto che dovesse risultare dal procedimento di costruzione in quanto potrebbe costituire ostacolo al deflusso dell'acqua.

Tutte le superfici a contatto devono essere lavorate di macchina come risulta in figura.

2.3.3 - PARTICOLARI DISPOSIZIONI PER LE ZONE SISMICHE



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A**

43-83

In zone classificate sismiche le piastre di base devono essere ancorate alle sottostanti murature dei pulvini mediante tirafondi. Devono altresì essere previsti vincoli di ritegno degli impalcati agli apparecchi d'appoggio che siano progettati in modo che riescano a sopportare le sollecitazioni verticali prodotte dal sisma e risultino idonei ad evitare sconnessioni tra gli elementi componenti l'apparecchio d'appoggio senza limitarne gli spostamenti di progetto.

Tali vincoli, nonché i tirafondi andranno progettati in accordo con la Istruzione 44b delle Ferrovie.

2.3.4 - DIMENSIONAMENTO

Per il dimensionamento si dovranno seguire i criteri indicati nella CNR 10011 oltre, ovviamente, i dettami della Scienza delle Costruzioni. Si precisa, in particolare, che le parti degli apparecchi d'appoggio che trasmettono le pressioni per contatto localizzato dovranno essere verificate con le formule di Hertz.

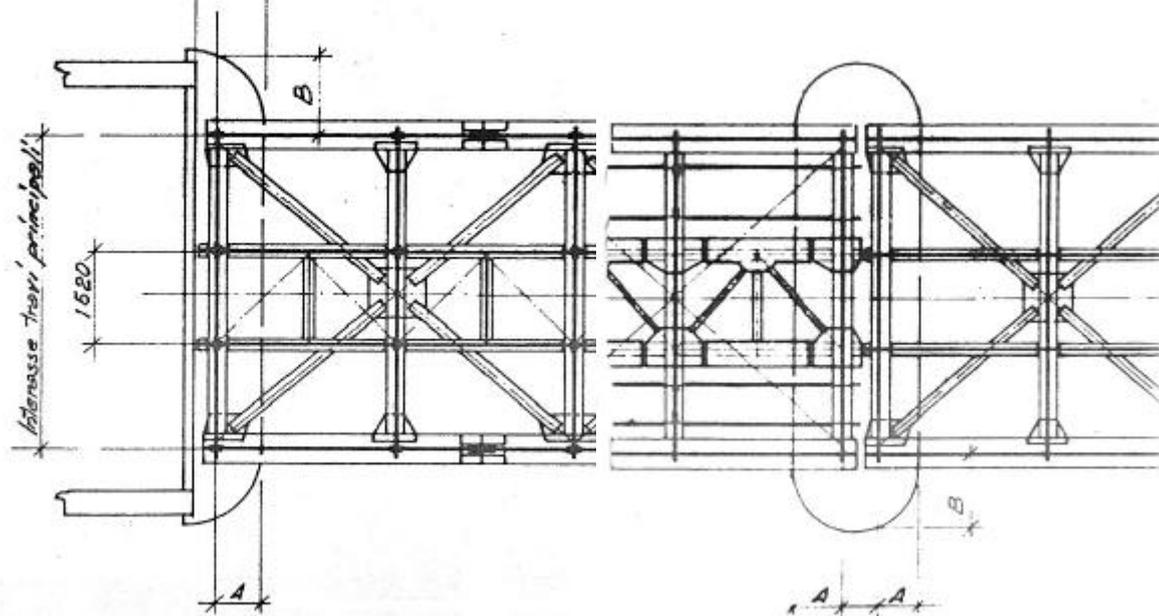
- franchi dalle murature

Distanza asse appoggi (m)	A (mm)	B (mm)
3÷4	300	300
6÷7	350	350
8÷10	400	400
11÷15	450	450
16÷20	500	500
20÷30	700	600
30÷40	800	650
40÷50	900	700
50÷60	1000	700
oltre 60	1100	750

Le distanze minime degli apparecchi d'appoggio dai vivi delle murature sono riportate nella tabella a fianco nella quale con A e B si intendono rispettivamente le distanze in direzione longitudinale e trasversale dell'asse appoggio dai vivi delle murature (vedi schema sottoriportato).

Filo parabolico

Filo pulvino



**SEZIONE 3 - COPRIGIUNTI****3.1 - GENERALITÀ**

I coprigiunti trasversali degli impalcati devono assolvere alle seguenti funzioni:

- consentire movimenti relativi tra i due impalcati;
- evitare il percolamento delle acque meteoriche assicurando il drenaggio e lo smaltimento delle acque in corrispondenza delle testate;
- garantire la continuità strutturale del ballast evitando la penetrazione dello stesso nel varco del giunto;
- garantire un sufficiente isolamento elettrico.

3.2 - CARATTERISTICHE DEI COPRIGIUNTI

E' ammessa la posa in opera di soli coprigiunti precedentemente omologati da RFI secondo i "Criteri di accettazione dell'omologazione dei coprigiunti" emanati dalle Ferrovie e riportati nell'allegato B alla presente istruzione.

Si specifica che l'omologazione riguarda l'elemento di coprigiunto, i materiali da impiegare e le modalità di posa in opera.

Si definiscono, in dettaglio nel seguito, tutte le caratteristiche cui dovrà soddisfare un coprigiunto e che dovranno essere prese in considerazione all'atto dell'omologazione.

- 1) Il coprigiunto dovrà consentire i movimenti relativi tra le parti strutturali affacciate dei due impalcati. Lo scorrimento massimo dovrà essere valutato portando in conto tutte le possibili cause che provocano spostamenti o deformazioni dell'impalcato.

Il varco cioè la distanza da lasciare tra le testate delle solette dell'impalcato, a temperatura media ambiente, dovrà essere pari alla metà della escursione totale calcolata maggiorata di 20 mm.

Le forze che si genereranno durante il funzionamento del coprigiunto, nelle fasi di esercizio e sismica, e i relativi valori limite, dovranno essere valutate secondo le modalità precisate nei criteri di accettazione.

- 2) Mediante l'impiego di un'opportuna scossalina, dovrà drenare l'acqua dalla testata degli impalcati evitando possibili danneggiamenti alle travi, agli apparecchi di appoggio nonché ai pulvini. Il giunto terminerà in corrispondenza dei muretti paraballast, mentre la scossalina dovrà essere disposta su tutta la larghezza dell'impalcato. Dovrà altresì essere disposto, in aderenza al giunto, un opportuno sistema di drenaggio trasversale.

- 3) Il coprigiunto dovrà impedire la penetrazione del ballast tra le parti affacciate assicurando la continuità dell'estradosso della soletta. Sui marciapiedi laterali e sui muretti paraballast dovrà essere prevista una



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

46-83

piattabanda in gomma armata con caratteristiche dielettriche. Pertanto la parte strutturale metallica dovrà essere opportunamente verificata, in maniera che la sopportazione della sovrastruttura e dei sovraccarichi rimanga in regime di deformazioni elastiche;

- 4) Il coprigiunto deve essere dielettrico per sua costituzione, e non per accorgimenti da realizzare in opera, comportandosi come un isolatore elettrico impedendo il passaggio delle correnti vaganti. Tale proprietà sarà verificata in officina a coprigiunto assemblato. In fase di posa si dovrà aver cura che i tirafondi siano resi dielettrici mediante inghisaggio con malte e distanziatori dielettrici;
- 5) Il coprigiunto dovrà essere progettato e realizzato in maniera da poter consentire il sollevamento indifferente di una o dell'altra testata degli impalcati affacciati, per un'altezza minima di 50 mm in modo da rendere possibile la sostituzione degli apparecchi di appoggio. I movimenti di cui sopra dovranno avvenire senza che si verifichi inclusione nel giunto di corpi estranei, anche minuti, per non comprometterne l'escursione;
- 6) Il coprigiunto dovrà essere realizzato in maniera che risulti agevole, all'atto del montaggio, la corretta regolazione dello stesso in funzione delle condizioni di posa in opera (temperatura media di posa, percentuale di deformazioni lente avvenute, ecc.);
- 7) Il coprigiunto sarà realizzato in modo che una volta posto in opera non sporga dal massetto di protezione dell'impermeabilizzazione, in modo da garantire la non interferenza nelle operazioni di manutenzione della massicciata (risanamento, ecc.);

3.3 - MODALITÀ DI POSA IN OPERA

La posa in opera dei coprigiunti dovrà essere eseguita sulla base delle prescrizioni riportate in appositi disegni "fasi e modalità di installazione dei coprigiunti e delle piattabande di muretto e di camminamento" che faranno parte integrante dell'omologazione.

Nella fase di posa in opera dei dispositivi si dovrà, in particolare, verificare la complanarità dei piani di appoggio dei coprigiunti stessi. Qualora tali piani non fossero complanari gli stessi dovranno essere ripristinati soltanto con malte antiritiro premiscelate.

3.4 PROTEZIONE DEI COPRIGIUNTI IN CANTIERE

I coprigiunti dovranno essere sempre protetti dal passaggio dei mezzi di cantiere. Tali protezioni dovranno essere realizzate con lamiere di acciaio di spessore adeguato e di dimensioni tali da coprire integralmente il coprigiunto sia in senso trasversale che longitudinale. Sono ammessi coprigiunti senza protezioni soltanto se gli stessi saranno progettati e realizzati con caratteristiche intrinseche di carrabilità.



3.5 – PROVE DA EFFETTUARE IN CANTIERE SUI COPRIGIUNTI MONTATI

Per verificare la funzionalità del coprigiunto in cantiere, dovranno, inoltre, essere effettuate delle prove di tenuta all'acqua. Tali prove dovranno essere effettuate nei 3 – 4 giorni immediatamente precedenti la posa del ballast.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione della prova, su ogni coprigiunto dovranno essere irrorati 1000 litri di acqua nel tempo di 15 – 20 minuti avendo cura che questa venga distribuita uniformemente sia sull'intera lunghezza del coprigiunto sia sulle piattabande poste sui camminamenti.

La prova verrà considerata superata se al termine dell'irrorazione tutta l'acqua sarà defluita attraverso la scossalina e se nessuna perdita sarà stata rilevata sulle testate dell'impalcato.

Ogni prova, sia positiva che negativa, dovrà essere verbalizzata in contraddittorio fra la DL e l'APPALTATORE indicando, per le eventuali prove negative, sia i difetti riscontrati che i loro punti di ubicazione. In ogni caso, il buon esito delle prove non esimerà l'APPALTATORE dalla responsabilità per eventuali future perdite di tenuta dei coprigiunti derivanti da negligenze attuate sia prima che durante la posa del ballast.

3.6 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I coprigiunti saranno di regola, allestiti con i seguenti materiali:

- acciaio laminato delle diverse classi previste dalla norma UNI EN 10025;
- acciaio inossidabile austenitico oppure austeno-ferritico
- gomma dielettrica di durezza 60 Shore A avente le caratteristiche di cui alla Istruzione CNR 10018;

Altri materiali con caratteristiche prestazionali e anticorrosive simili o superiori a quelli suindicati potranno essere sottoposti al preventivo benestare delle Ferrovie.

Alcuni elementi quali tirafondi, viti, rondelle ecc. dovranno essere necessariamente di acciaio inossidabile delle qualità suindicate, come di acciaio inossidabile dovranno essere tutte le parti metalliche esposte all'azione corrosiva.

SEZIONE 4 - RITEGNI SISMICI IN CLS CON TAMPONI IN GOMMA

4.1 – GENERALITA'

Ai sensi dell'Istruzione FS 44b, in zona classificata sismica occorre sempre prevedere in sommità delle pile o delle spalle, dei denti di ritegno in grado di contrastare i movimenti dell'impalcato, (sia trasversali che longitudinali), nel caso di disaccoppiamento con gli apparecchi di appoggio.

Tali ritegni di norma devono essere realizzati in c.a. ed essere rivestiti con cuscinetti in gomma armata, o altro materiale idoneo, vulcanizzato su una lamiera metallica zincata a caldo.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

48-83

Il collegamento tra il dispositivo e il dente in c.a. avviene tramite angolari metallici, anch'essi zincati a caldo, fissati con tasselli alle pareti laterali del dente stesso.

Il calcolo del cuscino in gomma sarà effettuato nel rispetto della norma CNR 10018 tenendo presente che le azioni orizzontali da prendere a riferimento per le verifiche saranno la massima trasversale e la massima longitudinale considerate agenti normalmente alle superfici di gomma dei ritegni.

4.2 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE E PROTEZIONE DELLE SUPERFICI

Le caratteristiche delle lamiere dovranno essere quelle previste dalla norma UNI EN 10025, mentre quelle della gomma dovranno essere quelle previste dalla norma CNR 10018 con una durezza non inferiore a 60 Shore.

Il rivestimento di zincatura a caldo dovrà avere uno spessore \geq a 100 μm .

Ogni ritegno dovrà essere identificato con un numero seriale progressivo da indicare in una targhetta ben visibile, da apporre sulla lamiera, sulla quale dovranno essere riportate anche altre informazioni quali:

- Nominativo della ditta costruttrice
- Sigla del ritegno
- Anno di costruzione del dispositivo
- Carico orizzontale massimo per il quale è stato verificato

Sul cuscino di gomma dovranno essere indicati, in bassorilievo, sia il lotto di mescolanza della gomma che la data di produzione del cuscino.

4.3 – POSA IN OPERA

La posa in opera di tali dispositivi dovrà essere effettuata dopo il varo delle travi e la tesatura dei traversi.

I ritegni trasversali, dovranno essere posizionati con la superficie del cuscino in gomma parallela alla parete della trave e ad una distanza, dalla stessa di 5 mm \pm 2 mm di tolleranza. Il lato inferiore del cuscino dovrà essere posizionato ad almeno 50 mm al di sopra del piano d'intradosso della trave, per evitare che il contatto avvenga nella zona di copriferro.

I ritegni longitudinali lato appoggi fissi, dovranno essere posizionati come i ritegni trasversali avendo in tal caso come riferimento non la parete della trave ma la testata. Viceversa i ritegni longitudinali lato appoggi mobili dovranno essere posizionati con la superficie del cuscino in gomma parallela alla testata della trave e ad una distanza pari alla metà dell'escursione sismica aumentata di 10 mm \pm 2 mm di tolleranza.

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****49-83**

Completato il posizionamento dei dispositivi, si procederà alla compensazione dei vuoti tra i denti in calcestruzzo e il retro lamiera dei dispositivi stessi.

Tale compensazione di norma dovrà essere effettuata con malte antiritiro premiscelate e soltanto previa autorizzazione delle ferrovie con spessori di lamiere anch'esse zincate a caldo.

Per quanto concerne gli elaborati progettuali da produrre, gli stessi possono ridursi ad una relazione di calcolo del cuscino in gomma e ad un elaborato grafico da cui si possa evincere la compatibilità geometrica del ritegno con la trave. Pertanto su tale elaborato dovranno essere riportate, in scala adeguata, sezioni e prospetti dell'insieme travi-ritegni-pulvini-baggioli, con l'indicazione di tutte le quote piano-altimetriche di posizionamento.

**SEZIONE 5 - RITEGNI SISMICI OLEODINAMICI****5.1 - GENERALITÀ**

Di norma le sollecitazioni prodotte dall'evento sismico, calcolate con le modalità precisate nella Istruzione FS n. 44/b, vengono assorbite dagli elementi di contrasto degli apparecchi di appoggio. Nei casi in cui tale soluzione non risulti tecnicamente perseguibile per motivi connessi con la geometria delle strutture e/o per l'intensità delle sollecitazioni sismiche, sarà possibile prevedere l'impiego di ritegni sismici di tipo "oleodinamico rigido" aventi lo scopo di garantire la necessaria protezione sismica dell'opera. Tali ritegni consentono di realizzare un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.

Tali dispositivi richiedono in fase di progettazione uno studio molto accurato delle rigidezze in gioco, sia dei dispositivi che delle strutture connesse, poiché un errore di taratura potrebbe vanificare la loro efficienza. In fase di esercizio tali dispositivi richiedono un controllo frequente della loro funzionalità e quindi, rappresentando per le RFI un maggior onere manutentivo, dovrà essere dimostrata da parte del progettista, la necessità della loro adozione.

Lo stesso progettista dovrà descrivere tutte le operazioni cicliche di manutenzione necessarie con l'indicazione delle scadenze per la sostituzione di eventuali elementi deteriorabili come ad esempio, olio, guarnizioni, ecc. Si precisa che dovranno essere adottati tutti i particolari costruttivi e tutte quelle lavorazioni che consentano di ridurre al massimo gli oneri manutentivi.

Dovrà altresì essere descritta l'accessibilità, le modalità di montaggio e di posa in opera, di manutenzione, di verifica funzionale nonché di smontaggio, con l'indicazione delle attrezzature necessarie.

RFI potrà richiedere tutte quelle varianti e modifiche al progetto che, a loro insindacabile giudizio, possono migliorare le caratteristiche di funzionalità, accessibilità, ispezionabilità, sostituzione e manutenzione senza che possa essere richiesto alcun compenso aggiuntivo.

La relazione di calcolo dovrà contenere anche la valutazione delle azioni su essi agenti anche in fase non sismica e le verifiche di tutte le parti strutturali del ritegno, nonché di tutte le strutture (tirafondi, boccole, ecc.) di collegamento alle pile, alle spalle, ed agli impalcati.

5.2 - CARATTERISTICHE

I ritegni oleodinamici si possono suddividere in:

- un tipo fisso, che realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni in una sola direzione, generalmente quella longitudinale, e la cui rigidezza sia tarata anche in funzione di quella dei dispositivi mobili con i quali in caso di azione impulsiva deve interagire; Esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, alloggia un pistone a tenuta, portato da uno stelo passante, che crea due distinte camere riempite con fluido idraulico resistente all'invecchiamento.



- un tipo mobile, che consente gli spostamenti, generalmente quelli longitudinali, derivanti da azioni applicate in modo pressoché statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive generalmente longitudinali. Anch' esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui alloggia un pistone a tenuta, portato da uno stelo passante, che crea due distinte camere riempite con fluido idraulico resistente all'invecchiamento. Diversamente dal tipo fisso, ciascuna camera "comunica" con l'altra attraverso un orifizio calibrato che consente gli spostamenti lenti ma realizza una resistenza per gli spostamenti di tipo impulsivo.

Il collegamento dei ritegni con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione e relativa manutenzione.

I ritegni dovranno essere sostituibili con un sollevamento massimo dell'impalcato di 50 mm.

Essi dovranno possedere tutti i requisiti generali di cui sopra, con l'aggiunta di particolari accorgimenti atti ad assicurare una resistenza di isolamento elettrico superiore a 1 MΩ.

L'isolamento elettrico non potrà ottenersi mediante l'impiego di vernici, ma con l'iniezione o con l'inserimento di fogli di adatti materiali dielettrici, come ad esempio le resine epossidiche, il teflon, ecc.. Il dispositivo di ritegno dovrà risultare dielettrico per sua costruzione; gli elementi isolanti realizzati come sopra dovranno essere adeguatamente protetti; è esclusa la loro applicazione sulle superfici esterne a contatto con il calcestruzzo.

Per le eventuali saldature strutturali valgono le prescrizioni riportate nell'Istruzione delle Ferrovie n. 44/S.

I dispositivi sismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica d'identificazione sulla quale dovranno essere riportati in caratteri ben leggibili:

- nome del fabbricante e anno di produzione;
- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per la verifica di funzionamento in corso di esercizio.

5.3 - DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento delle parti costituenti i dispositivi dovrà essere eseguito secondo le norme tecniche previste dai D.M. del 9/1/1996, del Ministero LL.PP., dalle relative istruzioni, e successive modificazioni, nonché dall'Istruzione CNR 10011.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

52-83

Per quanto riguarda la verifica dei tirafondi, dovranno essere adottate le stesse formule e lo stesso coefficiente di sicurezza richiesto per il calcolo degli apparecchi di appoggio.

Le parti più significative del dispositivo dovranno inoltre essere verificate, se necessario, con l'analisi agli elementi finiti.

L'apparecchio fisso dovrà essere dimensionato anche per resistere all'intera forza di frenatura al fine di garantire, senza limitazioni, il transito di treni sulla struttura anche in caso di smontaggio, per manutenzione, dell'apparecchio di tipo mobile.

5.4 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I ritegni saranno, di regola, allestiti con i seguenti materiali:

- acciaio laminato della classe S 275 o S 355 UNI EN 10025 di qualità JR o J0, ovvero S 275 o S 355 di qualità J2G3, in presenza di saldature strutturali ;
- acciaio fuso o per getti della classe Fe G 520 UNI 3158/77 o superiore;
- acciaio fucinato o stampato della classe Fe 410 o Fe 510 UNI EN 10083/1 grado D;
- acciaio fucinato o stampato della classe 39 Ni Cr Mo 3 UNI 7874 o similari;
- lastre di acciaio inox di rivestimento del tipo X5 Ni Cr Mo 17/12 oppure X2 Ni Cr Mo 17/12 UNI 8317 dello spessore minimo di 2 mm lavorate con le superfici a contatto con il PTFE lucidate con rugosità $Ra \leq 0.10\mu m$ secondo UNI ISO 468 e UNI ISO 4287/1.

Per le parti accessorie quali zanche, spine, guide, viti, ecc. o parti alle quali si richiedono particolari caratteristiche meccaniche è consentito l'uso di materiali diversi da quelli suindicati, qualora accettati in sede d'approvazione del progetto del ritegno.

Per le loro caratteristiche si farà riferimento alle relative norme UNI o ad altre norme con i valori di calcolo rapportati alle norme richiamate.

Il PTFE da utilizzare dovrà essere di tipo vergine, di primo impiego e dovrà rispettare le caratteristiche previste dall'Istruzione CNR 10018.

L'olio idraulico dovrà presentare elevata stabilità termica, resistenza all'ossidazione e non dovrà essere tossico.

Esso dovrà rispettare le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di viscosità / temperatura ≥ 0.6 (ASTM D 0747-1);
- aumento della viscosità cinematica rilevata a 40° dopo l'esposizione per 4 ore a 200° C sotto flusso di aria di 1 litro/ora (metodo IEC) $\leq 40\%$



Per l'eventuale uso di parti in gomma si fa riferimento alle Istruzioni CNR 10018.

5.5 - PROTEZIONE DELLE PARTI METALLICHE

- Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici dei tipi in uso per gli apparecchi d'appoggio.

Il rivestimento protettivo potrà altresì essere realizzato mediante trattamento di zincatura a caldo il cui accertamento delle caratteristiche andrà condotto secondo le norme UNI 5743 e 5745.

Lo spessore del rivestimento dovrà risultare $\geq 100\mu\text{m}$ (circa 700 g/mq).

SEZIONE 6 - COLLAUDO

6.1 – PROCEDURA DI COLLAUDO

Dopo l'approvazione del progetto, l'Appaltatore dovrà produrre:

- Distinta di tutti i materiali necessari alla costruzione con l'indicazione delle quantità, delle posizioni e l'indirizzo del fornitore;
- Piano di Controllo Qualità (PCQ) emesso dal costruttore. Detto documento deve precisare, in forma organica, in relazione alle sequenze di fabbricazione e montaggio, l'estensione delle attività d'ispezione e prova previste, richiamandone le modalità esecutive.

Successivamente, a reperimento avvenuto dei materiali grezzi, il costruttore dovrà avanzare formale richiesta di collaudo, allegando la documentazione attestante la provenienza e la qualità dei materiali nonché un programma temporale delle attività di prova.

Il collaudo dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari comprenderà:

1. verifica delle caratteristiche dei materiali da utilizzare.
2. verifica dimensionale e prove funzionali dei dispositivi completamente assemblati secondo quanto riportato nel seguito.

Le prove di collaudo potranno essere eseguite presso lo stabilimento del costruttore se fornito delle apparecchiature necessarie, tarate da Enti ufficialmente riconosciuti conformemente alle norme ed alle leggi vigenti, oppure presso laboratori accreditati dal SINAL (Sistema Nazionale per l'Accreditamento dei Laboratori).

Di regola il collaudo sarà presenziato da un collaudatore di RFI, anche nei casi in cui le prove verranno effettuate da un laboratorio ufficiale cui all'elenco D.M. n. 37 del 27.07.85 del Ministero dei LL.PP.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A**

54-83

Tutte le prove si eseguiranno su provini recanti il punzone del collaudatore di RFI riportato in fase di prelievo dei saggi.

Tutte le richieste di collaudo dovranno pervenire per iscritto dal costruttore, con almeno 15 giorni di anticipo rispetto alla data prevista per le operazioni di collaudo. La richiesta, da indirizzare alle Ferrovie, dovrà riportare l'indicazione completa dei materiali o dei dispositivi da collaudare.

Durante le operazioni di collaudo dovranno essere messe a disposizione del collaudatore i mezzi e le apparecchiature necessari per l'espletamento delle operazioni di cui alla presente procedura ivi compresi i mezzi di trasporto per il trasferimento dalla stazione ferroviaria più idonea allo stabilimento presso cui si effettueranno le prove.

Il fornitore e/o costruttore dovrà:

- avere un sistema interno di "controllo qualità" in grado di controllare e registrare il livello di qualità richiesto per la fornitura del materiale soggetto a collaudo;
- espletare tutte le attività necessarie secondo le vigenti norme di sicurezza e le procedure di pratica comune atte ad assicurare a tutti gli interessati al collaudo condizioni di lavoro sicure;
- fornire al collaudatore di RFI tutta la documentazione necessaria per l'identificazione e la classificazione dei materiali;
- tenere separati i materiali che hanno già superato le prove tecnologiche ed i controlli dimensionali dai materiali ancora da controllare nonché da quelli scartati.

L'unità di controllo qualità interna del produttore dovrà certificare che i vari elementi costituenti i dispositivi di vincolo ed i copri giunti siano ottenuti dagli elementi collaudati e punzonati dal collaudatore di RFI (lamiere, PTFE, Inox, etc.) fornendo adeguata documentazione al riguardo.

Le operazioni di taglio dei suddetti elementi dovranno essere comunicate preventivamente per l'eventuale presenziamento del collaudatore delle RFI. Ad avvenuto collaudo positivo dei materiali la ditta costruttrice potrà lavorare i vari componenti per poi presentarli al collaudo funzionale completamente assemblati. La richiesta di collaudo funzionale dovrà pervenire alle RFI con almeno 15 giorni in anticipo rispetto alla data prevista per le operazioni di collaudo.

Si precisa che qualora fossero presenti saldature strutturali dovrà essere prevista una fase di collaudo intermedia per il loro controllo che si articolerà secondo le modalità e percentuali indicate nel progetto approvato da RFI.

Tutti i costi relativi alle prove di cui ai punti seguenti saranno a carico dell'Appaltatore e/o Costruttore.

6.2 PRSCRIZIONI PER I SINGOLI MATERIALI



INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

55-83

6.2.1. - ACCIAIO LAMINATO**6.2.1.1 - Norme di riferimento**

Legge n. 1086 del 5.11.1971; EN 10021; EN 10029; EN 10163/1,2 e 3; EN 10155; UNI EU 161; EN 10160; UNI EN 10025.

Il prelievo dei saggi andrà effettuato secondo quanto previsto dalle norme UNI EU 18 e UNI EN 10025.

6.2.1.2 - Materiali

Lamiere, piatti e larghi piatti laminati a caldo saranno costituiti da acciaio Fe 430 e Fe510, secondo UNI EN 10025/95, di qualità JR e JO; ovvero di qualità J2G3 per elementi con saldature strutturali e con temperature di esercizio $< -5^{\circ}$ C. Il prodotto dovrà essere qualificato ai sensi del D.M. n. 19 del 9.1.1996, all. 8.

6.2.1.3 Unità di collaudo e prove

Per ogni unità di collaudo, di cui alla norma UNI EN 10025, dovrà prevedersi la seguente serie di prove:

- n. 1 provetta trazione UNI EN 10002/1
- n. 3 provette resilienza UNI EN 10045/1
- n.1 analisi chimica (eseguita su una sola provetta per colata).

Sul materiale potrà essere richiesto dalle RFI, per casi particolari, l'esame U.S. da eseguirsi con sonde dirette a doppio cristallo secondo EN 10160. Non saranno ammessi strappi e sdoppiature.

Se, in conseguenza dell'esito negativo delle prove, il materiale dovesse essere scartato anche per quanto riguarda le riprove (vedi UNI 10025), questo deve essere opportunamente contrassegnato e conservato sino al termine della fornitura.

6.2.2 - ACCIAIO PER GETTI**6.2.2.1 Normativa di riferimento**

Il collaudo avverrà in conformità a quanto previsto dalle norme UNI 3157, UNI 3158, UNI 7062, UNI EN 10002/1 UNI EN 10045/1.

6.2.2.2 Materiali

Quando tali acciai debbano essere saldati e posti in opera a temperatura di esercizio $< 0^{\circ}$ C, devono rispettare le stesse limitazioni di composizione chimica prevista per gli acciai laminati di tipo S355, qualità J2G3.

6.2.2.3 Unità di collaudo e prove



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A**

56-83

L'unità di collaudo è la colata. Per ogni unità di collaudo il costruttore dovrà presentare almeno il 10 % dei pezzi (con un minimo di due per ogni tipo di appoggio) con un'appendice da cui verranno ricavati i saggi.

Se i risultati delle prove eseguite non dovessero essere conformi alle norme UNI il collaudatore farà prelevare una terna di saggi direttamente dalle fusioni e, se anche in questo caso i risultati delle prove non fossero conformi alle norme UNI, la partita verrà scartata.

Per ogni colata saranno eseguite le seguenti prove:

prove distruttive:

- n. 1 provetta di trazione (UNI EN 10002/1)
- n. 3 provette di resilienza KV (UNI EN 10045/1)
- n. 1 provetta per analisi chimica per colata

prove non distruttive:

- controllo delle tolleranze dimensionali (UNI 6325 - grado B) ed esame visivo sul 100% degli elementi da collaudare;
- controllo ultrasonoro: eseguito su tutta la superficie di almeno il 50% degli elementi da collaudare, secondo quanto in appresso riportato per quanto riguarda la massima area di difettosità ammessa e la massima distanza reciproca delle aree difettose, nonché le norme per l'esecuzione dell'esame con applicazione del metodo AVG.

Dovranno prendersi in considerazione i difetti che presentino un eco uguale o superiore alla linea di riferimento e per determinare l'area difettosa si dovrà porre il centro del trasduttore nella posizione in cui l'eco del difetto stesso risulti ridotto al 50 %. I criteri di accettazione sono suddivisi in 5 classi di accettabilità come da tabelle:

Spessore S della fusione (mm)	diametro del difetto (mm)
$s \leq 250$	6
$250 < s \leq 500$	9
$500 < s \leq 800$	12
$s > 800$	14

classe	Af max (mm ²)	D min (mm)
1 ^a	250	300
2 ^a	500	200
3 ^a	900	100
4 ^a	1500	100
5 ^a	2500	100

con:

Af = area con segnalazione del difetto che presenta un'eco uguale o superiore alla linea di riferimento.

Dmin = distanza minima tra i difetti isolati avente area massima ammissibile anche se posti su piani diversi.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

57-83

La classe di accettabilità potrà anche variare nelle diverse posizioni del getto e sarà sempre indicata nei progetti esecutivi approvati dalle RFI. In assenza di tale indicazione verrà applicata la classe 3^a. Indipendentemente dalla loro ampiezza e posizione, sono ritenuti inaccettabili indicazioni di difetti provenienti da cricche, strappi a caldo e difetti similari.

Nei casi dubbi relativamente a difetti superficiali o sub-superficiali, dovranno eseguirsi i seguenti ulteriori controlli non distruttivi.

- *controllo con liquidi penetranti* dove non saranno ammesse indicazioni lineari (cricche e strappi) di qualsiasi lunghezza. I difetti come soffiature isolate o raggruppate, porosità più o meno diffuse, saranno giudicate caso per caso anche in relazione a quanto riportato nella UNI 6325.
- *controllo magnetoscopico* con una magnetizzazione con corrente continua o raddrizzata a semi onda. L'uso della corrente alternata dovrà essere limitato alla verifica di difetti sicuramente superficiali. Non saranno ammesse cricche, strappi a caldo, cavità di ritiro, bolle di gas affioranti ed inclusioni con indicazione massima di 5 mm e, infine, porosità con indicazione di area massima di 80 mm².

6.2.3 - ACCIAIO FUCINATO E STAMPATO

6.2.3.1 Normativa di riferimento

Il collaudo avverrà in conformità a quanto previsto alla norma UNI 7746, UNI 7874 ed EN 10021.

6.2.3.2 Unità di collaudo e prove

L'unità di collaudo è il lotto. Per lotto si intende un insieme di prodotti fucinati o stampati provenienti dalla stessa colata, con lo stesso trattamento di fucinatura o di stampaggio nonché trattamento termico le cui dimensioni nominali degli elementi finiti non si discostano del +/- 10 %.

Il raggruppamento dovrà essere compilato dal fornitore e presentato per l'accettazione unitamente alla richiesta di collaudo.

Il tipo di trattamento termico dovrà essere scelto dal costruttore in base all'utilizzo del particolare e comunicato al produttore dopo l'approvazione delle RFI.

Il prelievo dei saggi verrà eseguito sulle appendici da prevedere sul 10 % dei pezzi (con numero minimo di due per ciascun tipo di appoggio).

Per ogni lotto si effettuerà:

- n. 1 provetta trazione UNI EN 10002/1
- n. 3 provette resilienza UNI EN 10045/1
- prove non distruttive eseguite mediante i metodi LP, MT, e UT in ragione del 10 % del lotto presentato a collaudo, secondo le indicazioni a riguardo riportate nel progetto approvato da RFI.

**ISTRUZIONE TECNICA**

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTICodifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****58-83**

Qualora alcuni valori ricavati dalle prove non dovessero rientrare nei limiti richiesti, si eseguiranno le riprove con le modalità previste nella normativa di riferimento.

Per quanto riguarda la ricerca dei limiti di accettabilità dei difetti, vale quanto riportato per l'acciaio in getti.

6.2.4 - LAMIERE SOTTILI RICAVATE DA NASTRI LARGHI IN ACCIAIO INOSSIDABILE**6.2.4.1 - Normativa di riferimento**

EN 10021, UNI 8317, UNI 6375/1^.

6.2.4.2 - Materiale

X 5 Cr Ni Mo 17-12 (AISI 316) oppure X 2 Cr Ni Mo 17-12 (AISI 316L) UNI 8317

6.2.4.3 - Unità di collaudo e prove

L'unità di collaudo (lotto) è costituita da lamiere provenienti dallo stesso rotolo o nastro avente massa non maggiore di 1 tonnellata.

Il costruttore dovrà presentare al collaudo materiale corredato di certificato di collaudo emesso dall'acciaieria e della documentazione e/o marcatura attestante la correlabilità tra rotolo, nastro e lamiera.

Per ogni lotto dovrà prevedersi la seguente serie di prove:

N. PROVINI	PROVA	NORMATIVA
1	trazione	UNI 8317
1	corrosione	UNI 6375/1
1	analisi chimica	UNI 8317
1	Rugosità	UNI-ISO 468 e 4287-1

6.2.5 - PRODOTTI FINITI LAMINATI A CALDO IN BARRE DI ACCIAIO NON LEGATO O LEGATO SPECIALE BONIFICATI (PERNI, SPINE, ETC..)**6.2.5.1 Normativa di riferimento**

Il collaudo avverrà in conformità a quanto previsto dalla norma UNI EN 10083/1.

6.2.5.2 Unità di collaudo e prove

**ISTRUZIONE TECNICA**

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTICodifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****59-83**

Nel caso la bonifica sia stata eseguita con impiego di trattamento termico discontinuo, l'unità di collaudo è costituita dal lotto di materiale proveniente dalla stessa colata, che abbia subito lo stesso trattamento ed abbia lo stesso diametro.

Nel caso la bonifica sia stata eseguita con impianto di trattamento termico continuo, l'unità di collaudo è costituita da un lotto di barre dello stesso diametro con le seguenti limitazioni di massa:

- acciai legati: 5 t o frazione residua
- acciai non legati: 15 t o frazione residua

Le provette devono essere ricavate direttamente dal prodotto finito allo stato bonificato.

Per ogni lotto sono previste le seguenti prove:

N. PROVETTE	PROVA	NORMATIVA
1	Trazione	UNI EN 10002/1 UNI 7845 prospetto 2
3	resilienza (intaglio a U)	UNI EN 10045/1 UNI 7845 prospetto 2

Il costruttore dovrà presentare al collaudo il materiale accompagnato da certificato di collaudo emesso dall'acciaieria.

Questa documentazione dovrà essere correlabile all'unità di collaudo a mezzo di opportuna identificazione (marchiatura o etichettatura).

6.2.6 - BULLONERIA**6.2.6.1 Normativa di riferimento**

Il collaudo avverrà con le modalità di prova previste dalla norma UNI ISO 4759/1 e 2, UNI EN 20898/1, UNI 3740/6.

6.2.6.2 Unità di collaudo e prove

Il collaudo interessa solo la bulloneria che abbia funzione strutturale. Pertanto, non si prevedono prove per bulloni che abbiano solo funzione di fissaggio.

L'unità di collaudo è costituita dal lotto di bulloni aventi lo stesso diametro e lunghezza, provenienti dalla stessa colata e che abbiano subito gli stessi trattamenti termici.

**ISTRUZIONE TECNICA**

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTICodifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****60-83**

Il numero di campioni da sottoporre a prove, espresso in percentuale del lotto sottoposto a collaudo, e il tipo di prova sono riportati nella tabella sottostante.

PERCENTUALE DI CAMPIONI DA PROVARE	PROVA	NORMATIVA
1 %	trazione con appoggio a cuneo	EN 20898/1
5 %	durezza HRC	UNI EN 20898/1
5 %	esame dimensionale	UNI ISO 4759/1e2

6.2.7 - LEGA DI ALLUMINIO**6.2.7.1 Normativa di riferimento**

UNI EN 10002/1, CNR 10018, UNI EN 573.3, UNI 755/2, EN 485/2.

6.2.7.2 Unità di collaudo e prove

L'unità di collaudo (lotto di fornitura avente caratteristiche di omogeneità) è costituita al massimo da 6000 kg, o frazione residua, di materiale.

Per ogni unità di collaudo dovranno eseguirsi le seguenti prove:

N. PROVINI	PROVA	NORMATIVA
1	trazione	UNI EN 10002/1 (dimensioni provette secondo UNI EN 755/2 UNI EN 755/1
1	analisi chimica	UNI EN 573.3

Le provette per le prove di trazione possono essere ricavate da una colata separata, da eseguirsi con la stessa lega, contemporaneamente e nelle stesse condizioni in cui vengono ricavati i getti.

I valori della durezza devono essere ricavati sulla superficie libera del getto e non in corrispondenza di attacco di colata, di un montante o di una materozza, previa opportuna preparazione della superficie utile.

I limiti d'accettabilità sono fissati dalla normativa relativa alla lega di alluminio approvata ed impiegata.

**6.2.8 P.T.F.E.****6.2.8.1 Normativa di riferimento**

CNR 10018

Le prove dovranno avvenire in atmosfera normalizzata di 23° C e 50 % d'umidità relativa (UNI 4301, ISO 291) previo condizionamento dei provini per tre ore.

6.2.8.2 Unità di collaudo e prove

L'unità di collaudo è costituita da:

- numero massimo di 100 fogli per lastre ottenute da stampaggio;
- un rotolo per fogli ottenuti per stampaggio e sfogliatura.

Per ogni unità di collaudo si dovranno eseguire le seguenti prove:

N. PROVINI	PROVA	NORMATIVA
5	durezza Shore D	UNI 4916-74
5	densità	UNI ISO 1183-87
5	trazione	UNI ISO 527.2-93

Per i valori limite delle caratteristiche meccaniche dovrà farsi riferimento alla CNR 10018.

Il prelievo delle provette da fogli in PTFE ottenuti per stampaggio e sfogliatura dovrà avvenire in direzione trasversale alla direzione maggiore. Il prelievo delle provette potrà essere effettuato prima della nicchiatura.

Nel caso che il PTFE sia previsto incollato dovrà effettuarsi una prova di strappo innescato a 90° su incollaggio acciaio - teflon; lo strappo dovrà verificarsi ad un carico superiore a 4 N/mm (UNI 8272 - parte 6).

6.2.9 - GOMMA**6.2.9.1 Normativa di riferimento**

Il collaudo avverrà in conformità a quanto previsto dalla norma CNR 10018.

Le modalità da seguire per la preparazione dei campioni sono quelle descritte nella norma UNI 5253.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

62-83

Per l'intervallo di tempo tra la vulcanizzazione del prodotto, preparazione del campione ed esecuzione delle prove vale quanto indicato nella norma UNI 7377.

6.2.9.2 Prove

Le prove di norma dovranno essere effettuate su prodotti finiti, ad esclusione della prova del modulo G sui dischi elastomerici che verrà condotta su provini secondo quanto prescritto dalla CNR 10018. In casi particolari e previa accordi con le Ferrovie le prove potranno essere effettuate prima della vulcanizzazione dei prodotti stessi utilizzando placche e tamponi provenienti dallo stesso lotto di miscelazione da utilizzare per la loro produzione. In tal caso le Ferrovie si riservano la facoltà di assistere allo stampaggio degli elementi.

Le prove sui prodotti finiti potranno essere articolate anche prevedendo delle appendici di gomma sugli stampi su cui effettuare le prove fisico-meccaniche ed eseguendo successivamente, un'analisi termogravimetrica di confronto, tra le appendici ed il materiale di cui è costituito il prodotto.

Rimane inteso che il produttore dovrà controllare le caratteristiche fisico-chimiche, con un prelievo ogni 1,5 m³ di produzione, mediante prove di laboratorio, i cui risultati devono essere registrati cronologicamente dal produttore stesso ed esibiti al collaudatore delle Ferrovie ogni qualvolta lo richieda.

La percentuale di elementi finiti da provare sarà pari allo 0.5% del prodotto totale e in ogni caso almeno 1 pezzo.

Per i tipi di prova da eseguire ed i relativi valori di riferimento, si rimanda alla CNR 10018, con la sola eccezione della prova di trazione per la quale, se eseguita su materiale proveniente da prodotto finito, sarà ammessa una riduzione pari al 5% del valore limite di rottura previsto dalla succitata norma.

6.2.10 - SCOSSALINA IN HYPALON O SIMILARI PER COPRIGIUNTI

Per le prove si fa riferimento, ove applicabili, alle stesse norme UNI richiamate per la gomma.

Di seguito viene riportato il numero dei provini ed il tipo di prove da eseguire:

- n° 1 placca (150 x 200 mm) per la determinazione della resistenza all'ozono nelle stesse condizioni di prova previste per la gomma del coprigiunto.
- n° 3 provini per la determinazione della temperatura limite di fragilità a - 25 °C (UNI 7320).
- n° 1 prova di impermeabilità all'acqua secondo UNI 8202 parte 21[^].
- n° 3 provini per la determinazione della resistenza ai raggi ultravioletti.

Verrà inoltre eseguita una prova di dielettricità con le stesse modalità previste per la gomma dei coprigiunti.

6.2.11 - LUBRIFICANTI

6.2.11.1 - Generalità e caratteristiche

Il lubrificante dovrà essere costituito da grasso siliconico e dovrà rispettare le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

CARATTERISTICA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	VALORI RICHIESTI
Punto di sgocciolamento	NOM 72-71 o ASTM D566	$\geq 200^{\circ} \text{C}$ $\leq -50^{\circ} \text{C}$
separazione d'olio dopo 24 h a 150°C	UNI 20032	$\leq 4 \%$ in peso
Penetrazione	NOM 38-70 o ASTM D217	a 25°C : $24 \div 29 \text{ mm}$ a -30°C : $> 10 \text{ mm}$

6.2.11.2 – Unità di collaudo

Periodicamente, a richiesta del collaudatore di RFI, viene effettuata la verifica della costanza di qualità del prodotto.

Per ogni unità di collaudo si preleva un saggio di circa 3 kg sul quale si eseguiranno le prove atte a dimostrare la rispondenza alle caratteristiche richieste.

6.3 - COLLAUDO FUNZIONALE

6.3.1 - APPOGGI IN ACCIAIO – PTFE E A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

Gli apparecchi d'appoggio completamente assemblati saranno sottoposti a collaudo visivo, dimensionale e funzionale.

Per gli appoggi in acciaio - teflon si dovranno eseguire i seguenti controlli da effettuare prevedendo, per le prove funzionali, un sistema di acquisizione dati in continuo:

- 1) esame visivo e dimensionale, a disegno costruttivo d'officina che sarà fornito in visione al collaudatore, dei singoli elementi e degli appoggi completi, con riferimento a tutte le prescrizioni contenute nella Istruzione CNR 10018;
- 2) rilevazione della rugosità superficiale dell'acciaio inox secondo le norme UNI ISO 468 e UNI 4287/1. Il limite di rugosità Ra dovrà risultare non superiore a $0.1 \mu\text{m}$;
- 3) misura del rivestimento protettivo;
- 4) prove di carico verticale sugli apparecchi d'appoggio da eseguirsi con l'applicazione di un carico pari ad 1,25 volte il carico nominale massimo mantenuto costante per 5 minuti primi (15 minuti per i disco elastomerici confinati), con rilevazione della curva carico/deformazione. Verranno eseguiti in

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****64-83**

totale 2 cicli di carico ed il residuo di deformazione al termine del secondo ciclo non dovrà risultare superiore allo 0.5% dell'altezza totale dell'appoggio, fino a due superfici di teflon, o allo 0.75% dell'altezza totale dell'appoggio con tre o più superfici di teflon);

- 5) prova per la verifica della curva elastica sugli apparecchi di appoggio muniti di dispositivo a rigidità controllata. La prova consisterà nell'applicazione sull'apparecchio di appoggio di un carico verticale pari al carico permanente e di un carico orizzontale crescente, fino a superare di 2 t il carico orizzontale massimo previsto nel fuso di riferimento. La curva rilevata in fase di spinta dovrà essere totalmente contenuta in detto fuso.
- 6) Prova di carico orizzontale sugli apparecchi di appoggio fissi e unidirezionali per la valutazione del gioco di costruzione e della resistenza meccanica dei dispositivi. La prova per la determinazione del gioco dovrà eseguirsi applicando un carico verticale di 3 t ed un carico orizzontale tale da portare in contatto tutti gli elementi dell'appoggio prima in una direzione e successivamente nella direzione opposta. La prova di resistenza meccanica dovrà eseguirsi applicando il carico verticale permanente ed il carico orizzontale massimo (incrementato del 10%) in una sola direzione. Al termine della prova di controllo del gioco, lo spostamento totale massimo rilevato sull'appoggio dovrà essere ≤ 1 mm per i dispositivi fissi e ≤ 1.5 mm per i dispositivi unidirezionali. Dopo la prova di resistenza meccanica, tutti gli elementi dell'appoggio dovranno essere integri e privi di deformazioni permanenti o inneschi a rottura.
- 7) prove di scorrimento solo per gli apparecchi di appoggio unidirezionali, per la determinazione del coefficiente di attrito radente di primo distacco, nella condizione di carico permanente e di carico nominale massimo con rilevazione dei relativi diagrammi; per tali prove i valori dei coefficienti di attrito rilevati a velocità inferiore a 5 mm/min ed a temperatura ambiente dovranno essere inferiori al 30% di quelli esposti nella CNR 10018 per gli apparecchi con teflon lubrificato;
- 8) rilievo della resistenza d'isolamento elettrico sotto il carico nominale massimo;
- 9) smontaggio, collaudo visivo e dimensionale;

Le prove e gli accertamenti, di cui ai punti 1,2,3, e 9, verranno eseguiti per ogni lotto di cui viene richiesto il collaudo nel numero previsto dalla seguente tabella e secondo le precisazioni di seguito riportate:

**ISTRUZIONE TECNICA**

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTICodifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****65-83**

Lotto omogeneo da sottoporre a collaudo distinto per tipo (fisso, semifisso, unidirezionale, multidirezionale)	Numero di elementi da sottoporre alle prove
n £ 10	1
11 £ n £ 40	3
41 £ n £ 80	5
81 £ n £ 100	7

Il lotto massimo per cui la ditta costruttrice potrà richiedere il collaudo non dovrà eccedere i 100 appoggi con l'avvertenza che nel caso di consistenti forniture i dispositivi da collaudare dovranno essere relativi ad almeno 10 campate di viadotto.

Le prove di cui ai punti 4,5,6,7 ed 8 verranno eseguite nel numero di una per ogni lotto.

6.3.2 - APPOGGI IN ACCIAIO FUSO**6.3.2.1 Controllo dimensionale**

Il controllo deve essere eseguito di norma al 100 % su tutti gli elementi, anche se eseguiti in unico esemplare o piccola serie, sulla scorta del progetto approvato.

Per la valutazione delle quote senza indicazione di tolleranza e per i sovrametalli, si farà riferimento alla UNI 6325 (tolleranze di grado B sulle parti non lavorate) ed alla UNI 3157.

Il controllo delle lavorazioni d'officina verrà eseguito secondo la UNI ISO 468 e UNI ISO 4287/1, il progetto approvato ed il disegno allegato alla presente Istruzione.

Dovrà essere effettuato un controllo cinematico nella percentuale del 20% per ogni tipo di appoggio, con valutazione della massima rotazione, per gli apparecchi di appoggio fissi e mobili, e del massimo spostamento longitudinale (positivo e negativo) dei soli appoggi mobili. Rotazioni e spostamenti dovranno essere almeno pari a quelli di progetto.

6.3.2.2 Caratteristiche specifiche del controllo degli appoggi premontati.

Gli elementi lavorati di macchina e successivamente accoppiati, quali settori di rullo e bilancieri, dovranno essere combacianti lungo una linea; è ammessa un'aria di 0,2 mm, rilevata con apposita strumentazione, quale ad es. il calibro fisso a lame, e, per un'estesa $S \leq 10$ mm. La distanza fra l'asse di due zone limitrofe



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

66-83

di non contatto non deve risultare superiore a 5 volte l'estesa S. Per linee di contatto di estesa ≤ 500 mm sono ammesse al massimo 3 zone di non contatto, per linee di contatto di estesa $>$ di 500 mm sono ammesse al massimo 4 zone di non contatto.

6.3.2.3 Riparazioni.

Qualora i difetti riscontrati fossero dichiarati riparabili dal collaudatore di RFI, si dovrà procedere come appresso specificato:

- asportazione del difetto mediante scricatura o molatura sino alla scomparsa totale del difetto con controllo magnetoscopico o con liquidi penetranti;
- riporto di materiale onde ripristinare le dimensioni originarie del getto.

Quest'ultima operazione dovrà essere eseguita con la massima cura, adottando le procedure atte ad evitare gli inconvenienti tipici dei riporti di saldatura. A tale scopo occorrerà scegliere gli elettrodi in modo che i riporti abbiano le stesse caratteristiche meccaniche dei getti da riparare. Gli elettrodi dovranno essere adeguatamente essiccati ed immessi in fornelli di mantenimento. I getti dovranno essere smagnetizzati e dovrà essere praticato alla fine un trattamento di distensione adeguato.

La riparazione dovrà essere controllata con metodo ultrasonoro, ove ritenuto possibile e necessario, con metodo magnetoscopico e con liquidi penetranti.

Con durometro portatile dovrà, infine essere controllata la durezza dei getti. Lo scarto non dovrà essere superiore al 10 %.

Le riparazioni dei difetti dovranno essere eseguite in presenza del collaudatore.

6.3.3 APPOGGI IN GOMMA ARMATA

Per tali appoggi le prove funzionali da eseguire ed i parametri da rispettare, saranno quelli previsti nella normativa CNR 10018 ed in particolare dovrà eseguirsi:

- Prova per la determinazione del modulo di elasticità tangenziale G;
- Prova di adesione gomma-metallo;
- Prova di rottura a compressione;
- Prova di dielettricità.

La prova per la determinazione del modulo di elasticità tangenziale G, potrà essere eseguita anche su appoggi interi o frazionati.

La frequenza delle prove sarà di 1 campione ogni 100 pezzi.



6.3.4 - RITEGNI MECCANICI

Per tali dispositivi dovrà prevedersi una prova di carico orizzontale sia per la valutazione del gioco di costruzione che per la verifica della resistenza meccanica. La prova per la determinazione del gioco dovrà eseguirsi applicando un carico orizzontale tale da portare in contatto tutti gli elementi del ritegno prima in una direzione e successivamente nella direzione opposta. La prova di resistenza meccanica dovrà eseguirsi applicando un carico orizzontale pari a quello massimo di progetto in una sola direzione incrementato del 10%. Al termine della prova di controllo del gioco, lo spostamento totale massimo rilevato sul ritegno fisso dovrà essere ≤ 1 mm, mentre quello rilevato sul ritegno mobile, dovrà essere ≤ 1.5 mm. Dopo la prova di resistenza meccanica, tutti gli elementi del ritegno dovranno essere integri e privi di deformazioni permanenti o inneschi a rottura.

Inoltre, dovrà prevedersi una prova di dielettricità applicando un carico orizzontale di 5t.

Le modalità di prova e la resistenza minima accettabile saranno quelle già previste per gli apparecchi di appoggio.

6.4 - COPRIGIUNTI FINITI

Il collaudo definitivo dei coprigiunti comprenderà le seguenti prove:

- 1) esame visivo
- 2) esame dimensionale, a disegno costruttivo d'officina che sarà fornito in visione al collaudatore;
- 3) misura degli spessori del rivestimento protettivo;
- 4) misura della durezza Shore della gomma su prodotto finito;
- 5) verifica delle proprietà isolanti dei coprigiunti per la quale si procederà alla misura della loro resistenza di isolamento. Quest'ultima, riferita al metro di giunto, dovrà essere superiore ai valori riportati nella tabella seguente:

CONDIZIONI DI PROVA	TENSIONE DI PROVA	RESISTENZA DI ISOLAMENTO
Prova a secco	500 V	> 100 MW

La resistenza di isolamento sarà rilevata con le modalità previste nelle norme CEI 15-23 "Metodi per la misura della resistività volumica e superficiale dei materiali isolanti elettrici solidi".



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

68-83

La prova sarà realizzata utilizzando strumenti di misura che assicurino una precisione totale di almeno $\pm 10\%$.

La lettura sarà effettuata dopo un minuto dall'applicazione della tensione di prova.

Gli elettrodi vanno di norma applicati alle zanche. In mancanza di quest'ultime si applicherà della grafite colloidale su tutte le superfici del giunto destinate a venire a contatto del calcestruzzo della soletta.

L'esame di cui al punto 1) verrà eseguito sul 100 % del lotto di cui viene richiesto il collaudo. Le prove e gli accertamenti di cui ai punti 2), 3) e 4) verranno eseguite nella misura del 10% del lotto medesimo.

La prova di cui al punto 5) sarà eseguita su due campioni per ciascun lotto.

6.5 - RITEGNI SISMICI OLEODINAMICI FINITI

Si precisa che qualora fossero presenti saldature strutturali dovrà essere prevista una fase intermedia nella quale dovranno essere presentati a collaudo tutti gli elementi saldati grezzi, per la esecuzione delle seguenti prove non distruttive da eseguirsi nelle percentuali indicate:

- 100 % esame visivo e dimensionale;
- 30 % magnetoscopiche (solo su saldature a cordoni d'angolo);
- 30 % ultrasuono o radiografiche (solo su saldature a piena penetrazione).

Per quanto riguarda il collaudo definitivo sui ritegni sismici verranno eseguite le seguenti prove:

- 1) esame visivo e dimensionale, a disegno costruttivo d'officina che sarà fornito in visione al collaudatore che potrà eseguirsi prima delle operazioni finali d'assemblaggio;
- 2) rilevazione della rugosità superficiale dell'acciaio inox secondo le norme UNI ISO 468 e UNI ISO 4287/1;
- 3) misura dello spessore del rivestimento protettivo;
- 4) prova dinamica su un dispositivo oleodinamico mobile a temperatura ambiente, con forzante sinusoidale a frequenza pari a 2 Hz e intensità di picco pari alla massima spinta di progetto. La durata della prova dovrà risultare non inferiore a 50 cicli. Gli spostamenti rilevati durante la suddetta prova non dovranno risultare superiori al + 5% dello scorrimento massimo di progetto del ritegno oleodinamico, nelle due direzioni a partire dalla posizione intermedia;
- 5) Prova di spostamento lento (simulazione delle dilatazioni termiche) per verificare che applicando una forza pari al 10% del valore nominale della spinta di progetto del ritegno, si abbia una velocità di spostamento \geq di 0.05 mm/s.

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****69-83**

- 6) Prova di attivazione per verificare che applicando il carico nominale massimo di progetto del ritegno si abbia una velocità di spostamento del dispositivo ≤ 5 mm/s.
- 7) Prova di scorrimento a carico mantenuto per verificare che all'applicazione della forza massima di progetto, mantenuta per 5 secondi, corrisponda una velocità di traslazione ≤ 3 mm/s.
- 8) verifica delle proprietà isolanti del ritegno. La resistenza di isolamento sarà rilevata con le modalità previste nelle norme CEI 15 - 23 "Metodi per la misura della resistività volumica e superficiale dei materiali isolanti elettrici solidi".

La prova sarà realizzata utilizzando strumenti di misura che assicurino una precisione totale di almeno ± 10 %. La lettura sarà effettuata dopo un minuto dall'applicazione della tensione di prova pari a 1000 volt e si dovrà riscontrare una resistenza di isolamento superiore ad 1 M Ω .

Gli elettrodi vanno di norma applicati alle zanche; in mancanza di queste ultime essi saranno costituiti da fogli di piombo, alluminio o stagno da applicare sulle superfici esterne degli ancoraggi opportunamente preparate in modo da assicurare un intimo contatto tra gli elettrodi e gli ancoraggi stessi.

Le prove e gli accertamenti succitati verranno eseguiti per ogni lotto di cui viene richiesto il collaudo nel numero previsto dalla seguente tabella e secondo le precisazioni di seguito riportate.

LOTTO OMOGENEO DA SOTTOPORRE A COLLAUDO DISTINTO PER TIPO (FISSO E MOBILE)	NUMERO DI MECCANISMI DA SOTTOPORRE A PROVA
n £ 10	1
11 £ n £ 40	3
41 £ n £ 80	5
81 £ n £ 100	7

Il lotto massimo per cui la ditta costruttrice potrà richiedere il collaudo non dovrà eccedere i 100 ritegni.

Le prove di cui ai punti 1, 2, e 3 verranno eseguite nel numero fissato nella precedente tabella.

Le prove di cui ai punti 4, 5 e 6 verranno eseguite nel numero di una per ogni lotto.

Al termine delle prove funzionali sui dispositivi, dovrà essere emessa una scheda di collaudo, firmata dal responsabile del controllo qualità della ditta costruttrice e dal collaudatore RFI, con l'indicazione delle tipologie e del numero seriale dei dispositivi collaudati.

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****70-83**

Tale scheda dovrà essere trasmessa in cantiere per consentire al personale della DL, responsabile della posa in opera dei meccanismi, di verificare la corrispondenza del prodotto collaudato con quello inviato in cantiere.

La ditta costruttrice, entro 15 giorni dall'ultimazione dei collaudi funzionali, dovrà produrre, un unico dossier di collaudo contenente una sezione relativa al collaudo dei materiali e una seconda sezione relativa al collaudo funzionale. Di tale dossier, un originale ed una copia dovrà essere inviata all'Unità di collaudo.



INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

71-83

SEZIONE 7 – ALLEGATI**ALLEGATO A****CRITERI PER LA QUALIFICA DI APPARECCHI DI APPOGGIO FISSI CON DISPOSITIVO ELASTICO PER PONTI FERROVIARI**

La qualifica degli apparecchi di appoggio con dispositivo elastico per strutture ferroviarie dovrà essere richiesta dal produttore con apposita domanda a:

RFI
DIREZIONE INVESTIMENTI
INGEGNERIA CIVILE
S.O. PONTI
Piazza della Croce Rossa 1 00161 ROMA

Tale qualifica sarà valida per apparecchi di appoggio aventi carichi massimi verticali e orizzontali compresi nell'intervallo $\pm 15\%$ di ciascuno dei carichi per cui è stata richiesta.

Alla domanda dovrà essere allegata la seguente documentazione:

1) progetto costruttivo dell'apparecchio di appoggio completo di:**A) RELAZIONE DI CALCOLO CONTENENTE:**

- descrizione dell'apparecchio di appoggio;
- tabella dei carichi, sia in fase di esercizio che sismica, esplicitando la forza di frenatura relativa all'appoggio;
- elenco di tutti i materiali, sia strutturali che accessori, dell'apparecchio di appoggio con l'indicazione, per i materiali strutturali, del tipo di materiale, della relativa norma di riferimento, del carico di snervamento, del carico di rottura e delle tensioni ammissibili;
- schema di vincolo;
- verifica delle pressioni media minima e massima nel cls superiore e inferiore sotto l'azione dei carichi massimi, minimi e permanenti;
- verifiche di tutti gli elementi strutturali dell'apparecchio di appoggio, sia in fase di esercizio che in fase sismica;



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

72-83

- verifica a fatica del dispositivo elastico da effettuare a 2.000.000 di cicli per un'azione orizzontale pari a quella che produce il contatto del dispositivo succitato con il basamento, incrementata del 20%;
- calcolo della rigidezza del ritegno elastico dell'apparecchio di appoggio di tipo fisso;
- calcolo dei momenti parassiti;
- individuazione puntuale dei sistemi di protezione dei vari elementi dell'apparecchio di appoggio con particolare riferimento alle zone di contatto (ciclo di verniciatura, zincatura, passivazione dei materiali ecc.)
- tutte le verifiche devono essere effettuate in accordo alla presente ISTRUZIONE e nel rispetto delle norme in vigore.

B) ELABORATI GRAFICI IN SCALA ADEGUATA (POSSIBILMENTE 1:1 OPPURE 1:2) CONTENENTI:

- pianta sezioni e prospetti dell'apparecchio di appoggio assemblato, completo di contropiastre, e relative quote;
- dimensioni e tolleranze di ogni singolo elemento;
- particolari costruttivi quotati degli elementi assemblati ;
- tipo e qualità dei materiali utilizzati e relative norme di riferimento;
- sistema di protezione dell'apparecchio di appoggio (parapolvere, raschiapolvere ecc.)
- cicli di protezione contro la corrosione;
- fasi e modalità di posa in opera.

Tutti gli elaborati di progetto dovranno essere timbrati (con il timbro dell'ordine) e firmati dal progettista.

Dopo l'esame positivo della documentazione tecnica, su richiesta del costruttore, si procederà alla fase sperimentale, consistente nelle seguenti prove:

1) prove di funzionamento da condurre sull'appoggio assemblato.

a) prova di carico verticale.

La prova consiste nell'applicazione sull'apparecchio di appoggio di un carico verticale, pari a 1,25 volte il carico nominale massimo di progetto, mantenuto costante per 5 minuti primi su due cicli di prova e nel rilevamento durante la prova medesima della curva carico/deformazione.

La prova verrà ripetuta nella configurazione di massima deformazione di rotazione dell'apparecchio di appoggio.

La deformazione residua rilevata alla fine dei 4 cicli di prova non dovrà risultare superiore allo 0,5% dell'altezza totale dell'appoggio.

b) prova di isolamento elettrico.

La prova dovrà essere effettuata applicando all'apparecchio di appoggio un carico verticale massimo pari a 1,25 volte il carico nominale massimo di progetto ed una tensione sulle piastre isolate pari a 1000 V.

La resistenza rilevata dopo un minuto dall'applicazione della tensione non dovrà essere inferiore a 1MW.

c) prova per la determinazione del massimo momento parassita

La prova dovrà essere effettuata applicando all'apparecchio di appoggio il carico verticale massimo di progetto e lateralmente ad esso, una forza verticale crescente, con braccio noto, tale da imporre, all'appoggio stesso, la rotazione per la determinazione del momento parassita.

Si precisa che durante la prova dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti necessari per valutare l'entità massima del momento parassita portando, per quanto possibile, ai valori massimi i vari contributi (attrito calotta, attrito base calotta, attrito pistone-cilindro)

d) prova per la verifica delle tolleranze di costruzione dell'apparecchio di appoggio, nonché della corsa massima e della rigidità del dispositivo elastico.

La prova consisterà nell'applicazione sull'apparecchio di appoggio di un carico verticale pari al carico permanente e di un carico orizzontale crescente, fino a quello massimo di progetto, tale da verificare il rispetto di uno dei due fusi indicati in fig. 1 e 2.

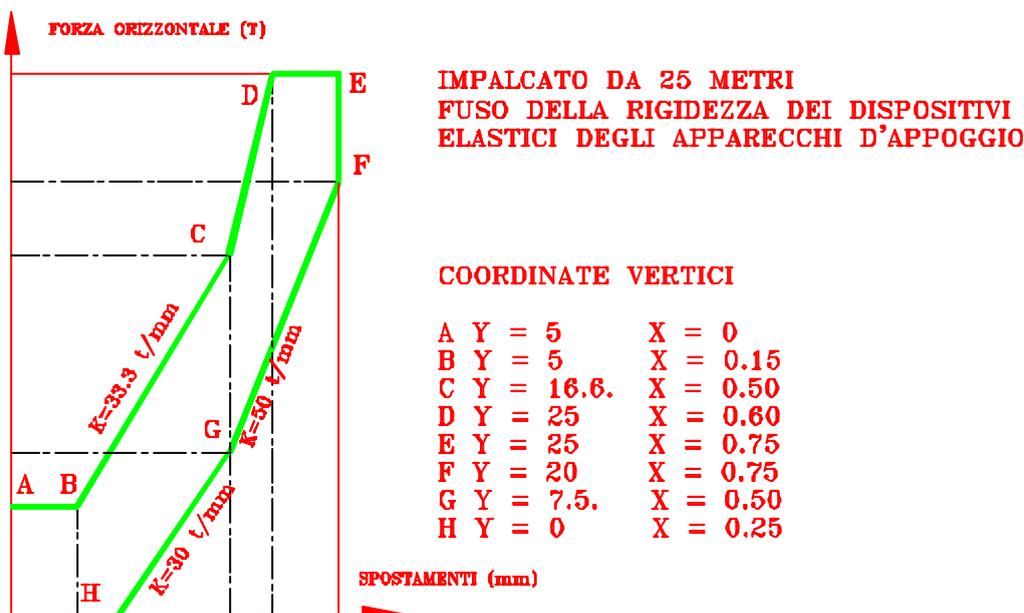
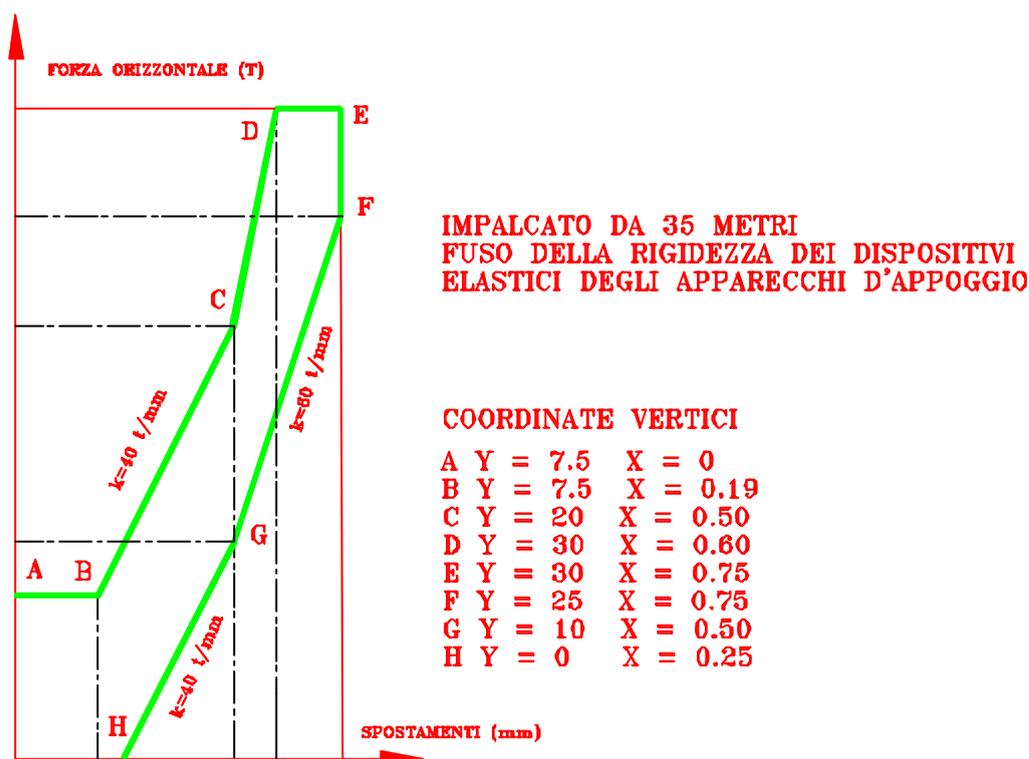


Fig. 1

Fig. 2

Detta prova sarà ripetuta sull'apparecchio di appoggio ruotato di $\pm 3^\circ$.

Le curve carico/deformazione rilevate dovranno essere contenute nel fuso di cui sopra.

e) prove di fatica su apparecchio di appoggio al vero

Tali prove verranno eseguite imponendo all'apparecchio di appoggio:

- 1) rotazioni di $\pm 0,5^\circ$ per 500.000 cicli, con frequenza non inferiore a 1 Hz, in corrispondenza della rotazione di $2,5^\circ$ sotto un carico verticale pari a quello massimo di progetto.
- 2) la sequenza di forze orizzontali cicliche, descritte nei successivi punti, la cui frequenza del ciclo non dovrà essere inferiore a 1 Hz e la cui ampiezza sarà l'intervallo zero + forza max con la seguente successione:
 - 30.000 cicli sotto un carico orizzontale pari a 2/3 del massimo sforzo di frenatura;



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

76-83

- nelle due fasce al di fuori del reticolo indicate con lettera C non saranno ammessi difetti;
- nella fascia centrale del reticolo , indicata con lettera A, si accetteranno celle difettose in numero non superiore al 5% del totale sulla fascia;
- in ognuna delle due fasce indicate con lettera B , si accetteranno celle difettose in numero non superiore al 2,5 % del totale sulla fascia.

Inoltre nella zona più difettosa verrà individuato un arco di circonferenza continuo di 200 mm. Nel quale, in ognuna delle tre fasce B-A-B (ovviamente di lunghezza 200 mm.) , verranno accettate celle difettose non superiori al 10 % del totale sulla fascia.

Pistone

Per tale elemento si accetteranno difetti nelle percentuali e nelle modalità indicate per l'anello elastico maggiorate del 20 % rispettivamente 6% e 3%.

ESEMPIO (valido per l'anello elastico od altro elemento) :

diametro anello elastico: 80 cm.

lunghezza fasce: 250 cm.

n. celle per fascia: 500

n. celle difettose accettabili in A: 25

n. celle difettose accettabili in B: 12

nella zona più difettosa :

lunghezza fasce: 200 cm.

n. celle per fascia: 40

n. celle difettose accettabili in A: 4

n. celle difettose accettabili in B: 4

Avvertenze

Tutte le spese riguardanti le prestazioni effettuate dal personale delle Ferrovie saranno a totale carico del costruttore al quale verrà rilasciato un attestato di qualifica relativo all'apparecchio di appoggio esaminato a seguito dell'esito positivo di tutte le prove.



INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

77-83

ALLEGATO B**CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'OMOLOGAZIONE DI COPRIGIUNTI PER IMPALCATI FERROVIARI**

L'omologazione di coprigiunti per impalcati ferroviari dovrà essere richiesta dal produttore con apposita domanda indirizzata a:

RFI
DIREZIONE INVESTIMENTI
INGEGNERIA CIVILE
S.O. PONTI
Piazza della Croce Rossa 1 00161 ROMA

Alla domanda dovrà essere allegata la seguente documentazione:

A) Progetto costruttivo del coprigiunto completo di:

- a) Elaborati grafici, in scala adeguata, relativi a:
- elemento di coprigiunto isolato con dispositivi di ancoraggio;
 - scossalina e piattabanda di protezione per i muretti laterali paraballast e per i marciapiedi;
 - coprigiunto in opera, con la rappresentazione di tutti gli elementi costitutivi, compresi gli ancoraggi alla struttura, la scossalina, le piattabande il sistema di smaltimento delle acque meteoriche, l'impermeabilizzazione e lo strato protettivo in corrispondenza del giunto;
 - fasi e modalità di installazione con l'indicazione dei tempi tecnici necessari per ciascuna fase.

I disegni dovranno riportare le escursioni massime e minime del coprigiunto nonché l'ampiezza del varco a riposo. Dovranno inoltre essere indicate le quote di ogni singolo particolare o elemento costruttivo e le relative tolleranze, nonché il tipo e la qualità dei materiali, compresi i collanti.

b) Relazione tecnica contenente:

- la descrizione del coprigiunto;
- l'elenco dei materiali e relative caratteristiche tecniche (fisiche chimiche, meccaniche);
- la descrizione delle fasi e delle modalità di installazione e le relative avvertenze;
- calcolo delle sollecitazioni indotte sul coprigiunto dall'azione dei sovraccarichi permanenti ($p = 13 \text{ KN/mq}$) e accidentali (asse isolato da 350 KN, comprensivo della maggiorazione dinamica in fase di esercizio e 200 KN in fase sismica). La reazione del coprigiunto allo scorrimento dovrà risultare inferiore a 9 KN/m in fase di esercizio e a $9xR_s$ KN/m in fase sismica, mentre la massima tensione nella gomma non dovrà eccedere il valore di 1,5 Mpa in fase di esercizio e di $1,5xR_s$ Mpa in fase sismica ($R_s =$ Rapporto tra lo scorrimento sismico e quello di esercizio).

B) Progetto del modello, riprodotto le testate di due impalcati attigui, complete di coprigiunto, muretti paraballast, scossalina, impermeabilizzazione, strato protettivo, massicciata, drenaggio trasversale e

**ISTRUZIONE TECNICA**

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTICodifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****78-83**

sistema di smaltimento delle acque meteoriche. Il modello dovrà avere dimensioni tali da riprodurre fedelmente le reali condizioni di esercizio e comunque dovrà consentire l'installazione di almeno 1,5 ml di coprigiunto e della piattabanda sui muri paraballast e dovrà essere lungo almeno 1,8 m. Dovranno inoltre essere descritte e rappresentate le apparecchiature occorrenti per l'esecuzione delle prove di funzionamento del coprigiunto:

C) Relazione tecnica della prova di simulazione sismica.

Dopo l'esame della documentazione tecnica si procederà alla fase sperimentale, consistente nei seguenti controlli e prove:

Esame visivo e dimensionale.

L'esame consisterà nella verifica della corrispondenza dimensionale del coprigiunto e delle piattabande ai disegni di progetto, nel controllo dell'esecuzione a regola d'arte, nonché nella verifica della rispondenza del modello e dell'apparecchiatura di prova agli elaborati presentati.

Montaggio del coprigiunto

Il montaggio del coprigiunto sul modello e la posa in opera della massicciata dovrà avvenire alla presenza di funzionari delle Ferrovie.

Tutte le fasi di montaggio del modello, lo svanamento nonché la situazione a fine prova dovranno essere rappresentate da un'adeguata documentazione fotografica.

Prova di isolamento elettrico.

La prova consisterà nella misura della resistenza di isolamento, che sarà rilevata con le modalità CEI 15-23, "Metodi per la misura della resistività volumica e superficiale dei materiali elettrici solidi", sul modello dopo il montaggio del coprigiunto ma prima della posa in opera del pietrisco.

La prova avrà esito positivo se la resistenza d'isolamento, riferita al metro di giunto, misurata applicando gli elettrodi alle due zanche di ancoraggio contrapposte mediane, dopo un minuto di tensione di prova, avrà il valore indicato in tabella

	TENSIONE DI PROVA	RESISTENZA DI ISOLAMENTO
PROVA A SECCO	500 V	100 MΩ

Costituzione della massicciata

La massicciata dovrà essere costituita da uno strato di 10 cm di pietrischetto, delle dimensioni comprese tra 10 e 25 mm, sul quale dovrà essere dispersa della sabbia fine in quantità pari a 30 Kg/mq; da un secondo strato di 40 cm di pietrisco delle dimensioni comprese tra 3 e 6 cm.

Prove di funzionamento

Le prove di funzionamento, consistono in:

- Rilievo della reazione massima del coprigiunto senza ballast (se significativa).

La reazione sarà rilevata, depurata delle resistenze passive dell'attrezzatura, sul modello prima della posa del pietrisco e del relativo sistema di contenimento.

Il valore massimo sarà ricavato quale media dei valori rilevati su 20 cicli di escursione effettuati alla velocità di 2 mm/sec e dovrà risultare inferiore a 9 KN/m per scorrimenti di esercizio e alla reazione di progetto per gli scorrimenti di tipo sismico.

- Prove funzionali per verificare il comportamento del giunto in presenza di ballast.

In condizioni di esercizio

Le prove funzionali saranno effettuate sul modello completo di massiciata e di zavorra equivalente all'armamento.

- a) Prova di sollevamento per simulare la sostituzione degli apparecchi di appoggio di un impalcato.

La prova consisterà nel muovere verticalmente il modello in modo da realizzare un dislivello tra le due testate di ± 50 mm nelle condizioni di massima e minima apertura del giunto in fase di esercizio e dopo la posa in opera del pietrisco.

Tali operazioni dovranno essere ripetute 3 volte ciascuna.

L'esito delle prove sarà ritenuto positivo se, dopo lo svanimento, il coprigiunto avrà mantenuto le proprie caratteristiche geometriche, se non presenterà deformazioni residue, abrasioni o danneggiamenti che possano pregiudicare la funzionalità e la durabilità e se non si saranno verificate fuoriuscite di pietrisco o intrusioni di materiale minuto tra gli elementi costitutivi o tra il coprigiunto medesimo e il supporto.

- b) Prova di escursione del coprigiunto

La prova si effettuerà realizzando due serie da 100 cicli di escursione nelle condizioni di esercizio con velocità media di 2 mm/sec.

In condizioni sismiche.

Tra le due serie di cicli di escursione nelle condizioni di esercizio saranno eseguiti 30 cicli di escursione nelle condizioni sismiche alla velocità di 2 mm/sec.

- Prova di tenuta all'acqua.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

80-83

Il modello dovrà essere irrorato simulando, con acqua colorata, una pioggia battente, con indice pluviometrico pari a 50 mm/h per 3 ore.

L'esito della prova sarà positivo se l'eliminazione dell'acqua avverrà esclusivamente dal sistema di smaltimento, senza che si verifichino percolazioni lungo le testate del modello degli impalcati.

Prova di deformabilità verticale del giunto (se significativa)

Tale prova consisterà nel misurare lo spostamento verticale massimo della superficie superiore del ballast nel corso di un ciclo di escursione sismica nei due casi di varco chiuso con coprigiunto e varco chiuso con lamiera d'acciaio. La differenza tra i due valori misurati sarà ritenuta accettabile se inferiore a 10 mm. La prova dovrà essere effettuata su modello completo di ballast e armamento o in alternativa con ballast e zavorra pari al peso dell'armamento. Tale prova sarà effettuata se il cinematismo del giunto evidenzia che si può verificare un innalzamento del ballast superiore a 10mm.

Sequenza delle prove funzionali

Con riferimento alle prove funzionali sopra descritte si precisa la relativa sequenza:

Modello senza ballast:

- 1 - rilievo reazioni massime sia in fase di esercizio che sismiche;
- 2 - prova di isolamento elettrico.

Modello con ballast:

- 1- prova di sollevamento 3 cicli;
- 2- prova di scorrimento di esercizio 100 cicli;
- 3- prova di scorrimento sismico 30 cicli;
- 4- prova di scorrimento di esercizio 100 cicli;
- 5- prova di tenuta all'acqua;
- 6- misura spostamento verticale del ballast con varco chiuso dal giunto;
- 7- svanamento;
- 8- misura spostamento verticale del ballast con varco chiuso da lamierino.

Prova dinamica sui giunti interamente in gomma

La prova dovrà essere effettuata su un campione di coprigiunto di lunghezza non inferiore a 30 cm e tale comunque da comprendere un campo interessante almeno 2 tirafondi preventivamente deteriorato termicamente a 70 °C per 96 h.

Il campione sarà sottoposto ai seguenti cicli di massima escursione sismica del giunto:

- 30 cicli a frequenza 0,5 Hz;
- 30 cicli a frequenza 1,0 Hz;
- 30 cicli a frequenza 2,0 Hz.

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****81-83**

La reazione del coprigiunto dovrà essere rilevata in continuo.

L'esito della prova sarà ritenuto positivo se al termine della stessa il campione di coprigiunto avrà mantenuto le proprie caratteristiche geometriche, se non presenterà deformazioni residue o danneggiamenti e se la reazione massima sarà risultata inferiore a quella di progetto.

Prove tecnologiche.

Il costruttore dovrà avanzare, con almeno 15 gg di preavviso, formale richiesta alle Ferrovie per il prelievo dei provini e per l'esecuzione delle prove tecnologiche sui materiali.

Le prove consisteranno in:

a) Prove di adesione al supporto, per le quali dovranno essere prelevate:

n° 3 provette per la prova di strappo innescato a 90° su elementi accoppiati mediante incollaggio (UNI 8272 parte 6). Lo strappo dovrà verificarsi ad un carico superiore a 3 N/mm (l'incollaggio dovrà essere effettuato in presenza dell'incaricato delle Ferrovie);

n° 3 provette piane (UNI 5405) per la determinazione delle caratteristiche dell'accoppiamento gomma-metallo mediante vulcanizzazione; l'accoppiamento dovrà essere effettuato in presenza dell'incaricato delle Ferrovie e dovrà garantire una resistenza allo strappo superiore a 10 N/mm;

b) Prove sui materiali.

Per tali prove si farà riferimento alle normative di seguito elencate:

Laminati piatti

UNI EN 10025

Dovranno essere prelevati n° 1 provino per la determinazione del:

- carico unitario di snervamento;
- carico unitario di rottura;
- allungamento a rottura.
- Acciai inossidabili (tipo X5 Cr Ni Mo 17/12 oppure X2 Cr Ni Mo 17/12)
- UNI EN 10002/1, UNI 6375, UNI 6376, UNI 6900, UNI 8317.
- Esecuzione su n° 1 provino delle seguenti prove:
- carico unitario di scostamento dalla proporzionalità allo 0,2 %;
- carico unitario a rottura;
- allungamento a rottura.
- Analisi chimica per la determinazione del contenuto di:
- C, Mn, Si, P, S, Cr, Ni, Mo (n° 1 provino).
- Prova di corrosione (n° 1 provino) UNI 6375, UNI 6376.



ISTRUZIONE TECNICA

44 / E

INGEGNERIA CIVILE - PONTI

Codifica: RFI/DIN/IC/PO 002 A

82-83

Gomma del coprigiunto

CNR 10018.

Il prelievo dei campioni dovrà avvenire, in presenza dell'incaricato delle Ferrovie, all'atto della vulcanizzazione dei coprigiunti da provare, utilizzando placche provenienti dal lotto di mescolanze utilizzate per la preparazione dei coprigiunti stessi, curando che le condizioni di vulcanizzazione siano paragonabili a quelle del prodotto finito.

Le modalità da seguire per la preparazione dei campioni sono quelle descritte nella UNI 5253.

Per l'intervallo di tempo tra la vulcanizzazione del prodotto, preparazione del campione ed esecuzione delle prove, vale quanto indicato nella UNI 7377.

Di seguito vengono riportati il numero dei provini ed il tipo di prova da eseguire.

n° 3 provini ricavati dalla gomma tal quale per la determinazione della durezza Shore A3, UNI 4916;

n° 3 provini, UNI 6065, ricavati dalla gomma tal quale, per la determinazione dell'allungamento e della resistenza a rottura;

n° 3 provini UNI 4913, ricavati dalla gomma tal quale, per la determinazione della deformazione residua, dopo compressione del 25% per 24 h a 70 °C;

n° 3 provini ricavati dalla gomma tal quale per la determinazione della durezza Shore A3, UNI 4916, dopo invecchiamento a 70 °C per 96 h;

n° 3 provini, UNI 6065, ricavati dalla gomma tal quale, per la determinazione dell'allungamento e della resistenza a rottura, dopo invecchiamento a 70 °C per 96 h;

n° 1 placca (150 x 200 mm) tal quale per ricavare i provini piani (strisce di larghezza 20 mm) per la determinazione della resistenza all'ozono secondo UNI 6067. Le condizioni di prova dovranno essere quelle indicate nella CNR 10018 e cioè:

- concentrazione ozono 50 p.p.c.m.;
- allungamento imposto 20%;
- temperatura di prova 40 °C;
- durata del trattamento 96 h;

la prova dovrà essere eseguita su provini condizionati come indicato nella UNI 6067.

Nessuna screpolatura dovrà risultare visibile ad occhio nudo.

n° 3 provini per la determinazione della temperatura limite di fragilità a - 25 °C (UNI 7320).

Gomma della scossalina

Per le prove si fa riferimento, ove applicabili, alle stesse norme UNI richiamate per la gomma del coprigiunto.

**ISTRUZIONE TECNICA****44 / E****INGEGNERIA CIVILE - PONTI**Codifica: **RFI/DIN/IC/PO 002 A****83-83**

Di seguito viene riportato il numero dei provini ed il tipo di prove da eseguire:

- n° 3 provini per la determinazione della durezza Shore A3, UNI 4916;
- n° 3 provini per la determinazione della durezza Shore A3, UNI 4916, dopo invecchiamento a 70 °C per 96 h;
- n° 3 provini tipo 1, UNI 6065, per la determinazione dell'allungamento e della resistenza a rottura, dopo invecchiamento a 70 °C per 96 h;
- n° 1 placca (150 x 200 mm) per la determinazione della resistenza all'ozono nelle stesse condizioni di prova previste per la gomma del coprigitto.
- n° 3 provini per la determinazione della temperatura limite di fragilità a - 25 °C (UNI 7320).
- n° 1 prova di impermeabilità secondo UNI 8202 parte 21^.

Nel caso vengano utilizzati materiali alternativi, da indicare nel progetto, le prove verranno eseguite in conformità alle prescrizioni contenute nelle relative norme UNI o, in mancanza di queste, in conformità ad eventuali norme estere. Si precisa comunque che i materiali alternativi dovranno avere caratteristiche almeno uguali a quelle dei materiali previsti nella voce di tariffa.

Avvertenze

Le Ferrovie addebiteranno alla Ditta richiedente tutte le spese, dirette ed indirette, sostenute per le prestazioni del proprio personale.

I presenti "Criteri di omologazione", sono da intendersi provvisori e potranno essere modificati od integrati a giudizio delle Ferrovie.