

INCIDENTE a/m Beech 23, marche I-MIFA (N. A/4/04)

Tipo dell'aeromobile e marche	BEECH 23 "Musketeer", marche I-MIFA.
Data e ora	24 maggio 2003, 11.43 UTC.
Località dell'evento	Aeroporto Brescia Montichiari.
Descrizione dell'evento	<p>Subito dopo l'atterraggio sull'aeroporto di Montichiari, durante la fase di decelerazione in pista, il velivolo manifestava una marcata tendenza a deviare la propria traiettoria verso destra e ad abbassare l'ala destra.</p> <p>Il velivolo si arrestava dopo circa un centinaio di metri di corsa a terra, in prossimità del bordo pista (foto 1).</p>
Proprietario dell'aeromobile	Persona fisica.
Esercente dell'aeromobile	Proprietario aeromobile.
Natura del volo	Turismo.
Persone a bordo	Due.
Danni a persone e cose	Nessun danno alle persone a bordo. Rottura e danneggiamento dell'ammortizzatore carrello destro. Leggere abrasioni sul manto della pista di volo.
Informazioni relative al personale di volo	<p><i>Pilota ai comandi:</i> maschio, nazionalità italiana, età 34 anni, titolare di licenza di pilota privato di velivolo in corso di validità con ore di volo totali 119,53, di cui circa 16 effettuate sul tipo di velivolo incidentato</p> <p><i>Passeggero:</i> maschio, nazionalità italiana, età 66 anni, titolare di licenza di pilota privato di velivolo in corso di validità con ore di volo totali 739,22.</p>
Informazioni relative all'aeromobile ed al propulsore	Velivolo monomotore ad ala bassa costruito dalla Beech Aircraft Co. USA, numero di costruzione M-337. Immatricolato in Italia in data 20.3.1976 con certificato n. 6.604. Ore totali aeromobile al momento dell'incidente 2.464h 41'. Motore tipo Lycoming 0-320D2B S/n L-5535-39, ore totali 1.352h.

Ultima revisione gruppi ammortizzatore carrello effettuata in data 13.5.2002 ad ore totali velivolo 2.410h.

Informazioni sull'aeroporto

L'aeroporto di Montichiari è dotato di una pista in asfalto della lunghezza di 2.990x45 metri, con orientamento 14/32.

Informazioni meteorologiche

Temperatura 25° C; QNH 1012; vento 08 nodi da 150°; visibilità CAVOK.

Altre informazioni

Le due persone a bordo, oltre che essere entrambi piloti, erano anche padre e figlio. Il pilota responsabile del volo era il figlio.

Storia del volo

Il velivolo era decollato dall'aeroporto di Montichiari alle ore 09.32 UTC per un volo turistico no FPL con rientro sull'aeroporto di partenza. A bordo erano presenti due persone, entrambe titolari di licenza di pilota privato, rispettivamente padre e figlio. Il figlio, in qualità di pilota responsabile del volo, era seduto sul posto di sinistra, mentre il padre, in qualità di passeggero, era seduto sul posto di destra.

Dopo aver effettuato circa due ore di volo con un tappa e riparti sulla pista di Caiolo (SO), il velivolo si portava sull'aeroporto di Montichiari effettuando l'atterraggio per pista 32 alle ore 11.43 UTC. Durante l'atterraggio si verificava il cedimento del carrello destro.

Elementi oggettivi riscontrati

Dalle dichiarazioni rilasciate dal pilota e dal passeggero, l'atterraggio veniva effettuato da quest'ultimo seduto sul posto di pilotaggio di destra.

Dalla foto 1 scattata sulla pista subito dopo l'incidente, si nota che la gamba di forza del carrello di destra poggia a terra con il complessivo forcella/ruota ruotato in avanti di circa 180° rispetto alla posizione originale. In particolare, nella foto 2, si nota nel dettaglio la posizione disarticolata della forcella e la condizione del piattello di compressione dischi in gomma, scollegato dall'ammortizzatore e a contatto con la superficie della pista.

Le foto 3 e 4 mostrano il corretto posizionamento del complessivo ruota-forcella dopo il recupero del velivolo.

Lo smontaggio della gamba di forza carrello destro e relativo ammortizzatore ha evidenziato:

- una leggera deformazione da urto sulla sezione della estremità filettata dello stelo guida dei dischi in gomma (foto 5);
- una leggera deformazione ad arco del bullone di fissaggio della gamba di forza carrello destro alla struttura alare (foto 6);
- la separazione del piattello di compressione dei dischi in gomma dell'ammortizzatore dallo stelo guida e la rottura della spina elastica di connessione del piattello allo stelo (foto 7).

Analisi elementi riscontrati

Caratteristiche del sistema ammortizzatore.

Come illustrato nella foto 8 e nel disegno in Allegato B, l'ammortizzatore è costituito da n. 8 dischi in gomma sovrapposti, costituenti un pacco ammortizzante tenuto in posizione da uno stelo centrale con funzione di guida e frizione. Lo stelo è collegato ad un piattello di compressione con una spina elastica di 5 millimetri di diametro.

L'ammortizzatore così costituito viene inserito nella gamba di forza carrello, facendo passare lo stelo attraverso il foro del diaframma interno alla gamba ed ancorandolo ad esso con apposito dado filettato, previa interposizione di un tampone in gomma.

Durante le normali condizioni di lavoro, il piattello di compressione, collegato alla forcella ruota, trasferisce il peso del velivolo ai dischi in gomma, i quali, compressi tra il piattello ed il diaframma interno della gamba di forza, assorbono elasticamente i carichi ed i movimenti trasmessi dalle ruote.

Durante la compressione dei dischi in gomma, a causa dell'accorciamento della lunghezza totale del pacco ammortizzante, lo stelo fuoriesce dal diaframma interno di una entità proporzionale al carico applicato. Lo scorrimento dello stelo nel foro centrale del pacco ammortizzante avviene con un certo attrito, realizzando così anche una elementare azione di smorzamento delle oscillazioni cicliche. In un sistema così concepito, il carico viene assorbito totalmente dai dischi in gomma, mentre lo stelo svolge solamente la funzione di guida e di ancoraggio. La spina di connessione dello stelo al piattello, quindi, è soggetta esclusivamente a modeste sollecitazioni a taglio determinate dalla sola forza di attrito di scorrimento dello stelo nei fori dei dischi di gomma. La eventuale rottura della spina provoca la separazione del piattello dallo stelo ed il conseguente svincolo della forcella dall'ammortizzatore.

Sollecitazioni anomale sullo stelo e sulla spina elastica.

In condizioni normali di lavoro con normali carichi agenti sul pacco ammortizzante, lo stelo fuoriesce dal diaframma di una entità non superiore alla distanza esistente tra l'estremità dello stelo stesso ed il bullone di fissaggio della gamba di forza.

L'applicazione di carichi superiori a quelli massimi previsti (come nei casi di atterraggio pesante, rullaggi veloci su piste sconnesse, scoppi di pneumatici, ecc.) comporta una eccessiva compressione dei dischi di gomma con conseguente fuoriuscita dello stelo, tanto da consentire il contatto dello stesso con il gambo del bullone di fissaggio della gamba di forza.

L'urto che ne deriva, oltre a generare deformazioni sul gambo del bullone e sulla estremità filettata dello stelo, induce anche una notevole sollecitazione a taglio sulla spina elastica di collegamento dello stelo al piattello.

Esame della sezione di rottura della spina elastica.

L'esame al microscopio ottico della sezione di rottura della spina elastica evidenzia:

- assenza di deformazioni plastiche sulla spina e sulla sezione di rottura (foto 9);
- aspetto cristallino della sezione di rottura (foto 10);
- presenza di striature di propagazione cosiddette "a lisca di pesce" su tutta la sezione di rottura;
- assenza di linee di arresto dovute a cedimenti progressivi o fatica;
- assenza di evidenze di fenomeni corrosivi.

L'insieme dei suddetti elementi definiscono una rottura per sovraccarico dinamico su una sezione di acciaio molto tenace.

Sulla sezione di rottura (foto 10) sono inoltre visibili tre distinte aree contrassegnate con le lettere A - B - C.

Le tre diverse aree di rottura definiscono tre successive fasi di rottura della spina elastica avvenute nel seguente ordine.

- Fase 1 Applicazione di un carico anomalo sul carrello di atterraggio, con conseguente eccessiva compressione dell'ammortizzatore ed anomala fuoriuscita dello stelo. Nella fuoriuscita lo stelo urta leggermente il gambo del bullone di fissaggio della gamba di forza tanto da generare una anomala sollecitazione a taglio sulla spina di collegamento al piattello di compressione. La sollecitazione è sufficiente a generare un inizio di rottura della spina delimitata dall'area "A".
- Fase 2 Successiva applicazione di un altro carico anomalo sul carrello che, con la stessa dinamica descritta per la fase precedente, genera un avanzamento della rottura sulla spina per tutta l'area "B".
- Fase 3 Applicazione di un ulteriore e definitivo carico anomalo sul carrello, questa volta di notevole entità, con rottura definitiva della residua sezione resistente costituita dalla area "C".

Deduzioni.

La deformazione ad arco del bullone di fissaggio della gamba di forza e l'impronta di contatto sullo stelo ammortizzatore attesta l'avvenuto contatto tra le due parti.

Le tre distinte zone di rottura presenti sulla sezione di rottura della spina attestano che la rottura è avvenuta a seguito di ripetuti urti dello stelo con il bullone verificatisi in fasi e tempi diversi. Lo stato del carrello subito dopo l'incidente, con la forcella ruotata in avanti di 180° rispetto alla sua posizione naturale, attesta che il velivolo, subito dopo l'applicazione del carico anomalo sull'ammortizzatore che ha causato la rottura della spina di collegamento, deve necessariamente essersi risollevato affinché si

creasse lo spazio sufficiente per consentire alla forcella di ruotare in avanti di circa 180°.

Dinamica dell'incidente

Per quanto accertato ed argomentato è molto probabile che il carrello destro del velivolo abbia subito, prima dell'incidente, almeno due sollecitazioni anomale, tali da innescare un preliminare processo di rottura della spina elastica.

Dette sollecitazioni anomale possono essere state indotte da: rullaggi veloci su piste dissestate; pressione di gonfiaggio pneumatici non corrette; scoppi o forature di pneumatici a velocità di rullaggio elevate; velocità verticali di contatto eccessive durante gli atterraggi.

Nel corso dell'ultimo atterraggio, avvenuto in condizioni meteorologiche favorevoli, con una leggera componente del vento in coda, e condizioni del manto della pista ottimali, deve necessariamente essersi verificata una situazione di elevata velocità verticale di contatto (atterraggio pesante).

Durante il contatto, a causa della eccessiva compressione dell'ammortizzatore destro, è avvenuto l'urto dello stelo con il gambo del bullone di fissaggio gamba di forza. L'urto ha indotto sulla spina elastica una notevole sollecitazione a taglio con conseguente rottura definitiva della stessa (si veda l'Allegato C).

Dopo il contatto il velivolo si è risollevato dal suolo, per cui il complessivo ruota/forcella, non più trattenuto dall'ammortizzatore, è rimasto libero di penzolare dal perno di snodo, effettuando così una ampia oscillazione in avanti rispetto alla propria gamba di forza.

Subito dopo il velivolo si è riavvicinato al suolo, per cui la forcella, che nel frattempo aveva iniziato la fase di ritorno nella posizione originaria, non ha più avuto lo spazio necessario per completare l'oscillazione.

Con ruota e forcella ruotate in avanti di circa 180° il velivolo si è poggiato definitivamente al suolo sul piattello di compressione, strisciando su di esso per circa un centinaio di metri (si vedano l'Allegato C e la foto 3).

Causa identificata o probabile

Eccessiva velocità verticale di contatto con la pista durante la fase di atterraggio.

Viste le buone condizioni meteorologiche al momento e la assenza di anomalie sulla pista, si ritiene che la eccessiva velocità verticale di contatto possa essere conseguenza di una errata valutazione dei parametri di volo da parte del pilota passeggero. Infatti, l'atterraggio è stato effettuato da quest'ultimo, da una posizione ai comandi non abituale ed in presenza di una leggera componente di vento in coda.

Raccomandazioni di sicurezza

Raccomandazione ANSV-16/112/3-1/A/04

Motivazione: importanza di un preciso e puntuale rispetto dei ruoli delle persone a bordo preventivamente stabiliti.

Destinatari: ENAC, Aero Club d'Italia.

Testo: si raccomanda di sensibilizzare i piloti sul fatto che eventuali scambi dei ruoli nella condotta di un aeromobile possono essere giustificati esclusivamente da situazioni di emergenza. In ogni caso, l'intervento sui comandi di volo è consentito esclusivamente ad un membro di equipaggio quando per la condotta dell'aeromobile sia prescritto più di un pilota, oppure ad un pilota istruttore durante lo svolgimento di un volo istruzionale.

Raccomandazione ANSV-17/112/3-2/A/04

Motivazione: necessità di porre la massima attenzione su possibili superamenti dei limiti ammessi per l'aeromobile ed i suoi impianti.

Destinatari: ENAC, Aero Club d'Italia.

Testo: gli eventuali superamenti dei limiti o parametri di volo devono essere sempre segnalati agli enti o al personale di manutenzione anche se non direttamente associati ad immediate evidenze di danneggiamenti sulle strutture o malfunzionamenti degli impianti. Al riguardo, si raccomanda di sensibilizzare i piloti sul fatto che la sottovalutazione delle conseguenze di un superamento dei limiti comporta l'inevitabile insorgenza di avarie latenti, i cui effetti costituiscono, quasi sempre, la premessa di imprevedibili situazioni di rischio.

Allegato A:

documentazione fotografica.

Allegato B:

schema sistema ammortizzante carrello.

Allegato C:

fasi cedimento carrello.

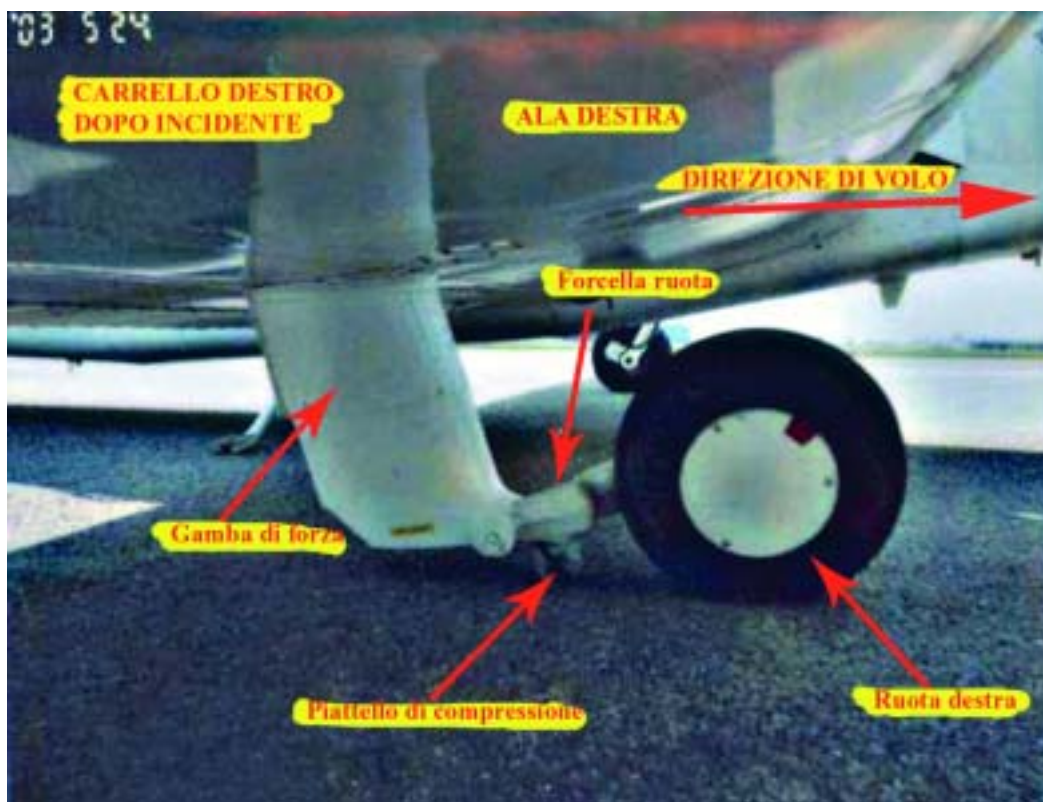
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1



Velivolo dopo l'incidente.

Foto 2



Posizione forcella e ruota dopo l'incidente.

Foto 3



Carrello destro riposizionato dopo l'incidente.

Foto 4



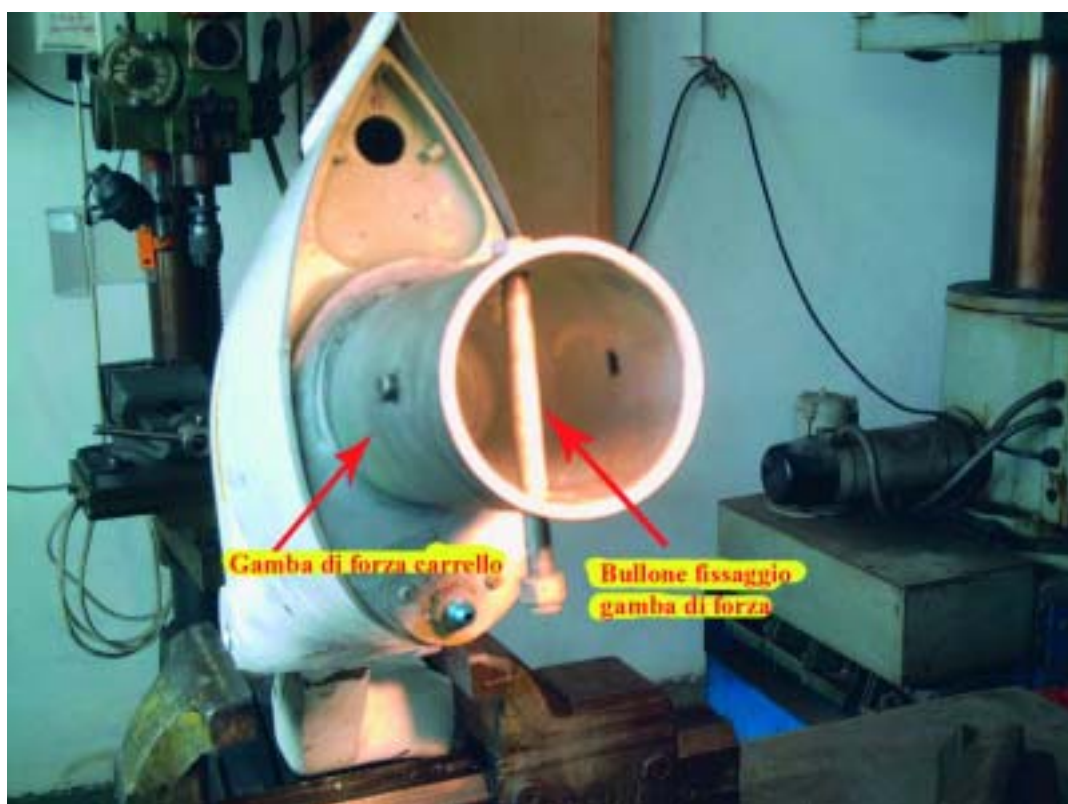
Dettaglio ruota e forcella destra riposizionate.

Foto 5



Deformazione su sezione stelo.

Foto 6



Bullone fissaggio gamba di forza.

Foto 7



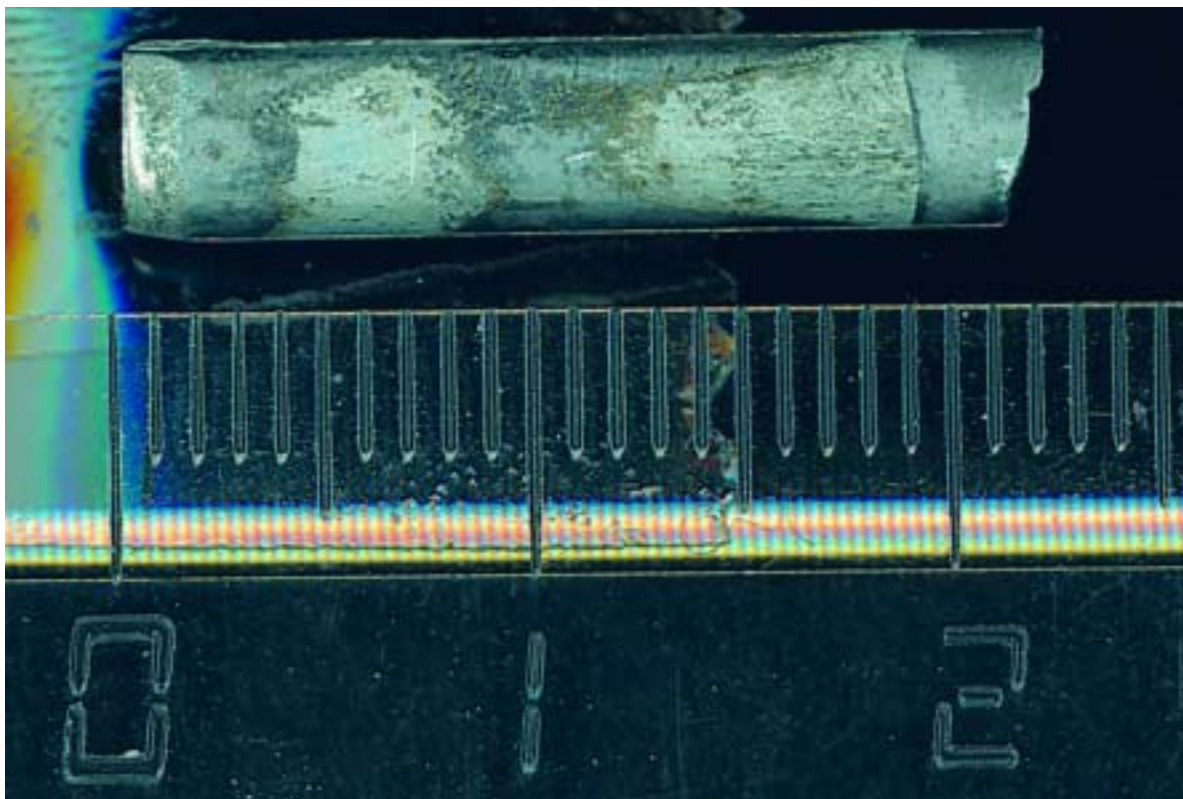
Assieme ammortizzatori.

Foto 8



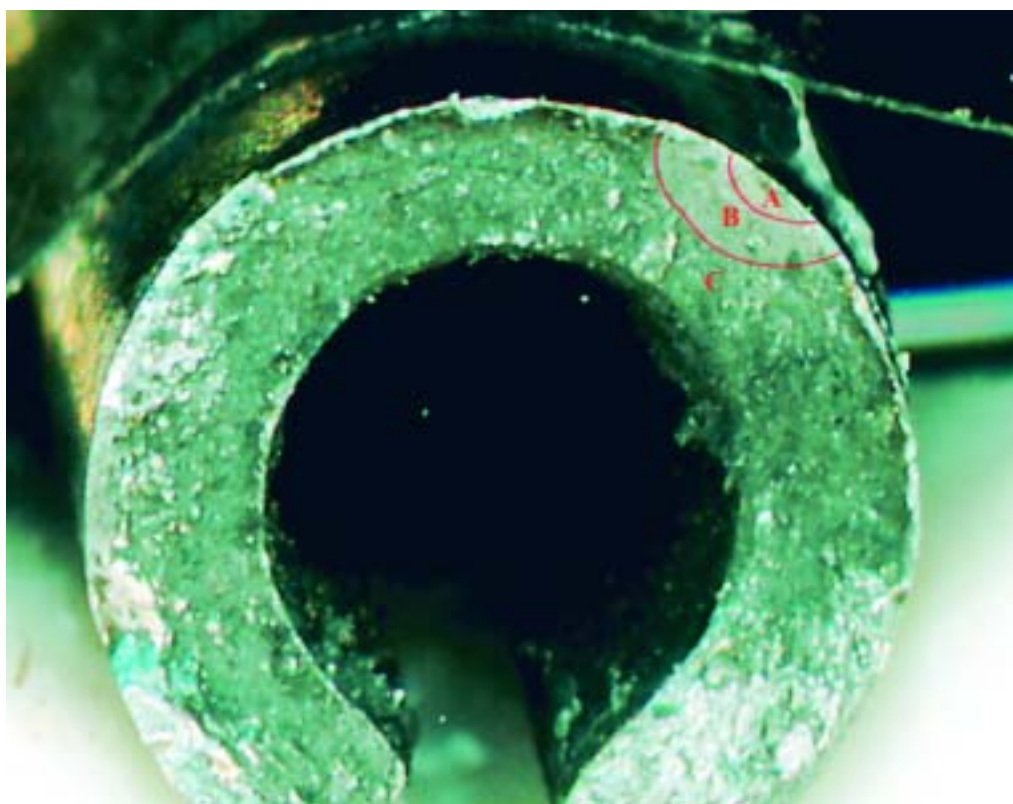
Dettaglio elementi ammortizzatore.

Foto 9



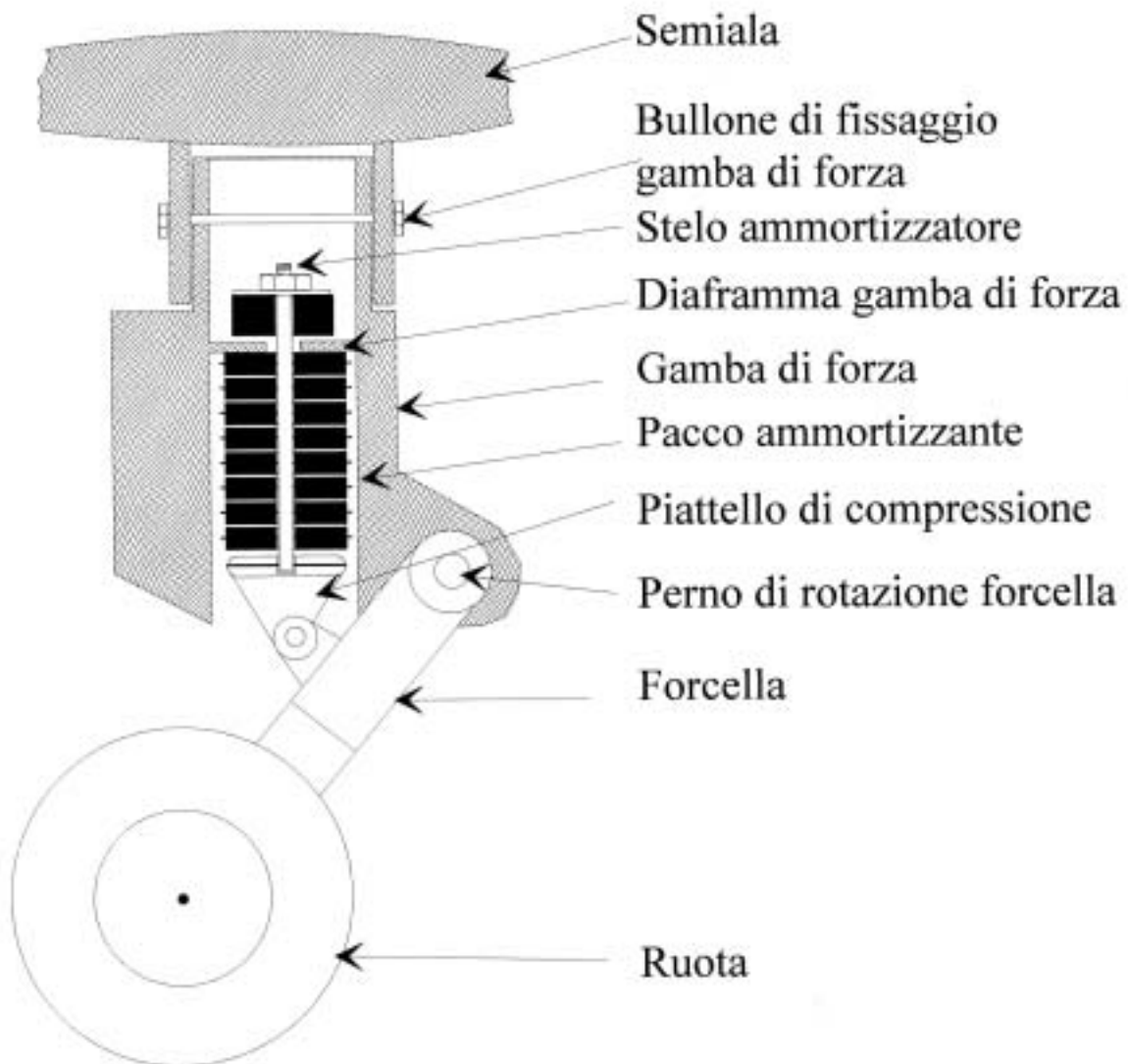
Spina elastica tranciata.

Foto 10

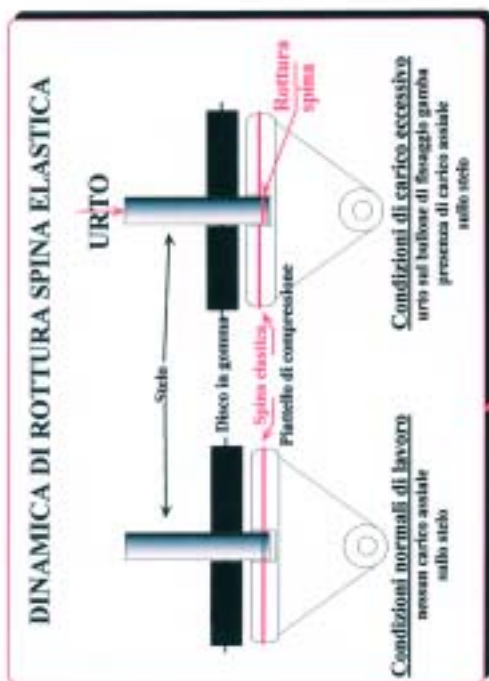


Sezione di rottura spina elastica.

VELIVOLO BEECH 23 SISTEMA AMMORTIZZANTE CARRELLO



FASI CEDIMENTO CARRELLO DURANTE L'ATTERRAGGIO



Direzione di avanzamento

Carrello durante il rimbalzo dopo atterraggio pesante

Carrello in condizioni di atterraggio pesante

Carrello in condizioni di carico normale

Deformazione bullone gamba di forza

Carrello dopo ricaduta al suolo

Pendolamento in avanti

