

## INCIDENTE aeromobile Beech 60, marche D-INAZ

<b>Tipo dell'aeromobile e marche</b>	Beech 60 Duke, marche D-INAZ.
<b>Data e ora</b>	26 aprile 2006, 11.31 UTC (13.31 ora locale).
<b>Località dell'evento</b>	Aeroporto di Grottaglie (TA).
<b>Descrizione dell'evento</b>	Atterraggio con carrello destro retratto.
<b>Esercente dell'aeromobile</b>	Persona fisica.
<b>Natura del volo</b>	Turistico.
<b>Persone a bordo</b>	Una (pilota).
<b>Danni a persone e cose</b>	Danneggiamento dell'ala destra, dell'elica destra e del motore destro dell'aeromobile. Danneggiamento di un tabellone segnaletico a bordo pista con rottura dei supporti al basamento. Nessun danno al pilota a bordo o a terzi.
<b>Informazioni relative al personale di volo</b>	Pilota: maschio, 69 anni, licenza di pilota privato di velivolo in corso di validità. Ultima visita medica di seconda classe effettuata in data 14 luglio 2005, in corso di validità. Abilitazioni: SE piston (land); ME piston (land); IR (ME),(SE) con scadenze 10 ottobre 2006. Ore di volo totali: 4343. Ore di volo negli ultimi 90gg: 25h 25', sul tipo 4h 13'. Ore di volo negli ultimi 15gg: 8h 06', sul tipo 1h 30'.
<b>Informazioni relative all'aeromobile ed al propulsore</b>	L'aeromobile D-INAZ è un bimotore ad elica costruito nel 1980 dalla Beech Aircraft Corporation U.S.A. con numero di serie P532, di struttura metallica, con ala bassa, cabina pressurizzata e carrello triciclo.

Numero massimo di passeggeri: 6.

Certificato di navigabilità rilasciato in data 10 gennaio 2000, in corso di validità.

Ore di volo totali cellula: 3594.

Ore effettuate dalla ultima ispezione annuale 8h 43'.

Ultima ispezione annuale effettuata in data 13 gennaio 2006.

Equipaggiato con 2 motori a pistoni Lycoming TIO-541-E1C4 e due eliche tripala a passo variabile tipo Hartzell HC-F3YR.

Entrambi i motori e relative eliche hanno accumulato 493h 43' totali ed 8h 43' dalla ultima ispezione annuale effettuata in data 13 gennaio 2006.

### **Informazioni sull'aeroporto**

Sull'aeroporto di Grottaglie (LIBG) sono in corso lavori di ammodernamento dei piazzali, delle infrastrutture e di allungamento della pista di volo. L'aeroporto viene quindi aperto all'attività di volo solo in determinati periodi o su richiesta per particolari esigenze.

Al momento dell'incidente l'aeroporto risultava regolarmente aperto al traffico civile.

### **Informazioni meteorologiche**

Condizioni CAVOK, vento calmo.

### **Altre informazioni**

L'investigatore incaricato ha effettuato l'esame dell'aeromobile dopo che esso era già stato rimosso dal luogo dell'incidente. L'esame degli impianti e della relativa documentazione tecnica è avvenuto in più fasi, a causa della laboriosità di smontaggio e complessità dei cinematismi del carrello.

Durante il primo esame era presente anche un tecnico della ditta che, in precedenza, aveva effettuato le operazioni di manutenzione sull'aeromobile.

### **Analisi**

*Storia del volo.*

Il giorno 26 aprile 2006, alle ore 10.00 UTC, l'aeromobile è decollato dall'aeroporto di Grottaglie diretto a Brindisi per un volo turistico.

Durante la fase di atterraggio sull'aeroporto di destinazione, al momento dell'estrazione del carrello, il pilota ha avvertito alcu-

ni rumori anomali connessi con la sequenza di estrazione; subito dopo il pilota constatava la mancata accensione della spia (colore verde) del carrello destro e la fuoriuscita del fusibile (*circuit breaker* - CB) dell'attuatore elettrico carrello.

Il pilota ha così deciso di interrompere la manovra di atterraggio e richiesto al controllo del traffico di effettuare una basso passaggio allo scopo di far verificare visivamente lo stato di estrazione del carrello. Ricevuta conferma della mancata fuoriuscita della gamba carrello destro, il pilota decideva di fare rientro all'aeroporto di partenza.

Durante il volo di ritorno il pilota reinsertiva il CB dell'attuatore elettrico ed effettuava la manovra di retrazione carrello, che avveniva regolarmente con regolari indicazioni di chiuso e bloccato. Al termine della sequenza, tuttavia, il CB fuoriusciva di nuovo.

In prossimità dell'aeroporto di Grottaglie, il pilota configurava l'aeromobile per il successivo atterraggio, procedendo alla estrazione del carrello. La manovra non avveniva, in quanto il CB fuoriusciva ("*popped out*") ancor prima dell'inizio della sequenza di estrazione.

Il pilota decideva di procedere quindi alla estrazione manuale del carrello, che avveniva con difficoltà, a causa della forte resistenza alla rotazione della manovella di azionamento.

Al termine della manovra, la spia relativa alla posizione del carrello destro continuava ad indicare gamba carrello destro non estratta, condizione questa confermata anche dal controllo visivo effettuato dal personale della Torre di controllo dell'aeroporto di Grottaglie.

Il pilota continuava il volo nei pressi dell'aeroporto al fine di consumare il carburante a bordo prima di dichiarare emergenza e procedere all'atterraggio.

Attivati i servizi di emergenza a terra, il pilota si portava all'atterraggio per pista 17, spegnendo i motori prima del contatto, che avveniva regolarmente sulla sola ruota sinistra e sul ruotino anteriore. Durante la decelerazione il pilota tentava di mantenere il

più a lungo possibile l'aeromobile in direzione dell'asse pista e con assetto livellato.

Al diminuire della velocità, l'ala destra si abbassava fino a strisciare sulla pista (foto n. 1) e l'aeromobile iniziava una graduale deviazione della traiettoria verso destra fino ad uscire di qualche metro oltre il bordo pista.

Durante la strisciata a terra, protrattasi per un tratto di circa 150 metri, l'ala tranciava due luci di pista prima di urtare anche un tabellone distanziometrico.

L'urto con il tabellone avveniva con il bordo di attacco della semiala destra a circa un metro dalla rispettiva estremità alare. Il tabellone veniva scardinato dai propri supporti a rottura prestabilita (foto n. 2), mentre l'aeromobile si arrestava in prossimità del basamento del tabellone stesso.

Nel corso dell'incidente non si sono verificati principi di incendio.

#### *Esame dell'aeromobile.*

L'esame dell'aeromobile, finalizzato principalmente ad individuare le cause della mancata fuoriuscita della gamba destra del carrello, ha evidenziato marcati danneggiamenti alla struttura alare, in particolare sul bordo di attacco con lacerazione del serbatoio in gomma alloggiato all'interno dell'ala stessa e del sistema pneumatico antighiaccio sul bordo di attacco (foto n. 3).

L'alettone destro, il flap destro e l'elica destra hanno evidenziato danneggiamenti da strisciata al suolo (foto n. 4 e n. 5).

Il carrello destro si presentava completamente represso e con i relativi portelloni perfettamente chiusi (foto n. 6).

Per poter rilevare lo stato dei cinematismi del carrello si è proceduto alla rimozione del portellone interno con scollegamento delle rispettive aste. Durante questa fase, prima ancora di poter esaminare lo stato e la posizione dei relativi cinematismi interni, la gamba del carrello si è sbloccata autonomamente, fuoriuscendo dal vano per circa un terzo della sua corsa totale, in quanto trattenuta dall'asta di comando. Messo in sicura tutto il sistema,

si è proceduto ad un esame più approfondito dei cinematismi, constatando quanto segue:

- la rottura e la deformazione della piastra di supporto degli interruttori (*microswitches*) di fine corsa posizionata sull'attuatore centrale (*gear box*);
- la deformazione del terminale di collegamento dell'asta di comando della gamba di forza carrello destro alla *gear box* (foto n. 7);
- l'assenza della frenatura di sicurezza sul terminale di regolazione del cavetto di posizionamento della leva di blocco "UP" (foto n. 8);
- il totale bloccaggio alla rotazione del cuscinetto "UP LOCK ROLLER" sul giunto a ginocchio della biella comando gamba di forza (foto n. 9);
- la quasi assenza di lubrificazione di tutti gli snodi dei cinematismi carrello; quelli della gamba sinistra erano ben lubrificati (foto n. 9 e n. 10).

#### *Esame della manutenzione effettuata.*

Il programma di manutenzione dell'aeromobile incidentato prevede l'effettuazione di ispezioni ogni 100h con operazioni ripetitive da effettuarsi sistematicamente ogni 100 ore di volo ed altre operazioni che, unitamente alle prime, devono essere invece effettuate nel corso della ispezione delle 100h successiva, ossia ad intervalli di 200 ore di volo.

Per il rinnovo del certificato di navigabilità le norme dello Stato di immatricolazione (Germania) prevedono comunque una ispezione annuale a prescindere dalle ore effettuate.

Dalla documentazione tecnico-manutentiva dell'aeromobile si è rilevato che, nel corso degli ultimi due anni, l'aeromobile è stato sottoposto a due ispezioni annuali e ad un intervento di manutenzione straordinaria finalizzato principalmente alla sostituzione di parti del sistema frenante e controlli per perdite di fluido (olio idraulico, olio motore, ecc.) dai motori.

Le ispezioni annuali, effettuate sempre dalla stessa ditta di manutenzione in data 27 ottobre 2004 ad ore velivolo 3495h ed in data 13 febbraio 2006 ad ore velivolo 3578h, sono state eseguite e registrate come 100h, pur avendo l'aeromobile effettuato solo 83 ore in tale intervallo di tempo.

Nel corso di almeno una delle due ispezioni, quindi, dovrebbero essere state effettuate anche le operazioni previste ogni due ispezioni delle 100h, per cui, oltre alle operazioni di verifica, controllo e lubrificazione, dovrebbero anche essere stati effettuati alcuni interventi di regolazione e taratura dei cinematismi del carrello ed in particolare del dispositivo di blocco del carrello "UP", così come previsto nel Manuale di manutenzione (Maintenance Manual) alla parte "*Scheduled Maintenance Checks*" alla voce "*uplock block adjustment*".

A conferma di quanto sopra, nel corso della ispezione annuale del 2004 è stato registrato, come lavoro straordinario, lo smontaggio, la pulizia e la lubrificazione del cuscinetto "UP LOCK ROLLER" del carrello destro, risultato poi bloccato dopo l'incidente. La straordinarietà di tale operazione deriva, molto probabilmente, dal fatto che il normale controllo per libertà di movimento previsto alla ispezione delle 100h ne aveva accertato il non perfetto funzionamento.

Anche nel corso della ispezione annuale effettuata nel 2006 è stato registrato, come lavoro straordinario, la regolazione del cavo di blocco carrello estratto ("DOWN"), che risultava essere allentato, di cui, però, non si ha evidenza se relativo al carrello destro o sinistro.

Per quanto accertato, nel corso delle ultime 98 ore prima dell'incidente, l'impianto carrello ha subito almeno due interventi di controllo e regolazione da parte della ditta di manutenzione incaricata.

#### *Descrizione dell'impianto carrello.*

L'impianto carrello dell'aeromobile Beech 60 Duke è costituito da tre gambe di forza messe in movimento da apposite aste, azionate

da un attuatore meccanico (*gear box*), azionato da un motore elettrico per il normale funzionamento e da una manovella meccanica per il funzionamento in emergenza (Allegato “B”, fig. 1).

Le aste del carrello principale agiscono su di un braccio mobile costituito da tubazioni saldate e provvisto di un “giunto a ginocchio” al quale si collega una biella collegata alla gamba di forza. Il movimento in avanti ed indietro delle aste provoca il piegamento del giunto a ginocchio e di conseguenza il trascinarsi della gamba così come illustrato nello schema di funzionamento della fig. 2 in Allegato “B”.

Al fine di evitare rientri o fuoriuscite accidentali del carrello, al cinematismo descritto è stato aggiunto un sistema di blocco “UP” e blocco “DOWN” costituito da alcune leve mobili e snodate che, all’occasione, vanno ad impegnare il giunto a ginocchio impedendone così eventuali movimenti accidentali. Il posizionamento di dette leve sul giunto a ginocchio è comandato da un cavo in acciaio, di cui una estremità si dirama ad “Y” con due terminali. Un terminale è collegato alla leva di blocco “UP”, mentre l’altro è collegato al sistema di leve del blocco “DOWN” (fig. 3 e 4 in Allegato “B”).

In funzione della posizione della gamba carrello, i due terminali si tendono alternativamente, posizionando le rispettive leve sul punto di blocco del giunto a ginocchio costituito dal cuscinetto “UP LOCK ROLLER”.

Il cuscinetto, ruotando liberamente durante l’inserimento o la rimozione del blocco, riduce gli sforzi da attrito indotti da eventuali interferenze delle estremità delle leve di blocco con il cuscinetto stesso.

In condizioni normali di carrello bloccato, le estremità delle leve “UP LOCK” e “DOWN LOCK” non vengono a contatto o in interferenza con il cuscinetto “UP LOCK ROLLER”, ma sono distanziate da esso da un minimo di 0,010 ad un massimo di 0,020 pollici, così come previsto dal Manuale di manutenzione (fig. 1 in Allegato “B”).

Lo spostamento delle leve dalle rispettive posizioni di blocco avviene a seguito dell'allentamento del cavetto di acciaio, per cui le molle richiamano le leve dalle rispettive posizioni di blocco.

Il cavetto di acciaio viene comandato dal movimento del portellone interno, per cui quando il portellone è in apertura, indipendentemente dalla posizione del carrello, il cavetto si allenta eliminando la relativa condizione di blocco.

Quando invece il portellone si chiude, indipendentemente dalla posizione del carrello, il cavetto viene messo in tensione, per cui la leva impegnata ("DOWN" oppure "UP") viene posizionata nella rispettiva posizione di blocco.

In sintesi, la condizione di blocco "DOWN" e blocco "UP" si ottiene solo con portellone interno chiuso, così come la condizione di sblocco si ottiene solo con portellone aperto.

Per quanto descritto appare evidente come la complessità e la criticità di un simile sistema di azionamento del carrello richieda un rigoroso rispetto delle regolazioni e tarature, nonché una costante e corretta lubrificazione di tutte le parti in movimento relativo, per assicurare il loro perfetto sincronismo.

Una tale pregiudiziale di funzionamento diventa ancora più determinante se riferita ai cinematismi della gamba destra che, a differenza di quelli di sinistra, sono anche costantemente investiti dal flusso dei gas di scarico provenienti dal motore destro, con conseguente deposito di residui carboniosi e temperature più elevate che, accelerando il degrado del grasso lubrificante, facilitano l'insorgere di fenomeni corrosivi e di grippaggio delle parti in movimento.

#### *Tipologia e genesi dei danneggiamenti riscontrati sul carrello.*

Per il caso in questione, al momento dell'inizio della sequenza di estrazione carrello, la gamba di forza destra ha mantenuto la sua condizione di blocco "UP".

L'azione esercitata dall'attuatore sull'asta di comando, non trovando sfogo nel movimento della gamba, ha deformato il termi-



nale di collegamento dell'asta stessa che, interferendo con la piastra dei *microswitch* sulla *gear box*, ne ha causato lo scardinamento e quindi l'alterazione dei fine corsa elettrici.

L'attuatore, quindi, dopo aver oltrepassato il punto di maggiore resistenza determinato dell'asta bloccata e non essendo più attivi i fine corsa elettrici, ha continuato la sua rotazione fino al blocco meccanico interno.

L'arresto del motore dovuto alla resistenza del blocco meccanico ha comportato un anomalo assorbimento di energia elettrica, con conseguente attivazione del CB di protezione.

L'anomalo indurimento della manovella di azionamento riscontrato dal pilota durante l'estrazione manuale del carrello è stato determinato dall'asta di comando carrello destro che, non potendo avanzare, contrastava con il movimento dell'attuatore.

*Condizioni di mancata rimozione del blocco "UP LOCK".*

Viste le modalità di funzionamento dei cinematismi carrello, la natura e la sequenza dei danneggiamenti rilevati, lo stato di scarsa lubrificazione degli stessi e il totale blocco alla rotazione del cuscinetto "UP LOCK ROLLER", si può dedurre che il mancato sblocco della gamba carrello destra sia stato determinato dal mancato spostamento della leva "UP LOCK" dalla sua condizione di blocco.

Infatti, la condizione di blocco della leva prevede il suo posizionamento sotto il cuscinetto senza però alcun contatto con esso, per cui una eventuale interferenza, unitamente ad una difficoltà di rotazione del cuscinetto, può senz'altro rendere difficoltoso o addirittura impedire lo spostamento della leva da sotto il cuscinetto stesso.

La condizione di interferenza tra il cuscinetto e la leva di blocco, oltre che da cause accidentali, può essere stata determinata, soprattutto, da una errata regolazione dei giochi e distanze relative tra le parti in movimento. Non è stato possibile effettuare una verifica oggettiva di eventuali alterazioni preesistenti sulle

regolazioni dei cinematismi carrello a causa dei danni riportati dalla struttura alare e dalle aste di comando.

Possibili cause della mancata rimozione della condizione di blocco possono essere individuate nella difficoltà di scorrimento del cavo nella sua guaina o in difficoltà di movimento della leva di blocco per grippaggio del proprio perno di rotazione.

Il controllo effettuato in merito non ha rilevato alcuna anomalia.

Ulteriore possibile causa della mancata rimozione della condizione di blocco può derivare anche da una eccessiva tensione del cavetto di blocco.

Infatti, in condizioni normali di taratura, il cavetto mantiene la leva di blocco sotto il cuscinetto, contrastando la forza della molla di richiamo. Il cavo, allentandosi al primo movimento del portellone, consente alla molla di rimuovere la leva da sotto il cuscinetto ancor prima del movimento della gamba e quindi del cuscinetto stesso.

Nel caso in cui la tensione del cavetto fosse eccessiva, la molla richiama la leva con ritardo, per cui il cuscinetto entra in contrasto con la estremità della leva, impedendone il successivo movimento.

Sul terminale di blocco “UP” del cavetto è stata riscontrata la mancanza della frenatura sul dispositivo di regolazione della tensione, per cui non si esclude una possibile alterazione della tensione del cavetto stesso.

Il cuscinetto “UP LOCK ROLLER” era stato sottoposto a smontaggio, pulizia e ingrassaggio nel corso della penultima ispezione annuale avvenuta 16 mesi prima e dovrebbe aver subito anche un controllo per libertà di movimento nel corso dell’ultima ispezione annuale effettuata solo due mesi prima dell’incidente.

Dalla penultima ispezione al momento dell’incidente il cuscinetto aveva accumulato meno delle 100 ore di volo previste tra un controllo ed il successivo, per cui si ritiene che, già nel corso

della penultima ispezione, un più attento controllo del suo stato ne avrebbe sicuramente suggerito la sostituzione anziché la sola operazione di pulizia ed ingrassaggio.

**Causa identificata o probabile**

Sulla base delle evidenze accertate la causa dell'incidente è da attribuirsi alla mancata fuoriuscita della gamba carrello destro, determinata da una persistente condizione di blocco "UP" durante la fase di estrazione.

Alla luce di quanto evidenziato circa la criticità di funzionamento dei cinematismi carrello e sulla base di quanto riscontrato in sede di inchiesta (mancata sostituzione del cuscinetto "UP LOCK ROLLER" nel corso della penultima ispezione annuale; scarsa lubrificazione dei punti di rotazione dei cinematismi; assenza della frenatura di sicurezza sul terminale di regolazione del cavetto "UP LOCK") si ritiene, quale fattore causale principale dell'incidente, una non ottimale esecuzione delle operazioni di manutenzione effettuate sull'aeromobile nel corso degli ultimi interventi manutentivi.

**Raccomandazioni di sicurezza**

Vista la causa dell'incidente ed il relativo fattore causale, non si ritiene necessario emettere particolari raccomandazioni di sicurezza.

Si ritiene comunque opportuno sensibilizzare:

- il personale addetto alla manutenzione a porre particolare attenzione sugli interventi da effettuarsi su meccanismi complessi e particolarmente critici in termini di regolazioni e tarature;
- il personale addetto alla assicurazione di qualità delle ditte di manutenzione affinché attuino tutte le procedure di verifica e controllo per garantire il massimo livello di affidabilità delle operazioni effettuate.

**ALLEGATO A:**

documentazione fotografica.

**ALLEGATO B:**

schemi dei cinematismi del carrello di atterraggio.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8

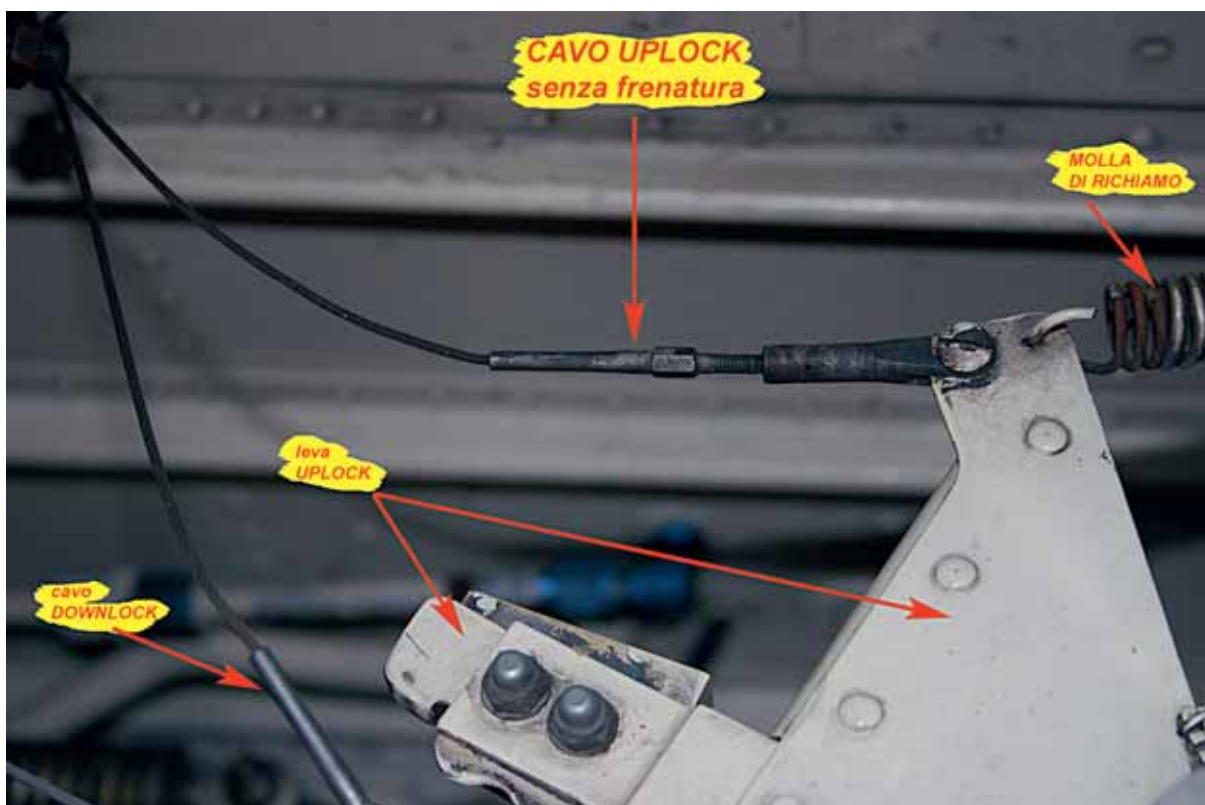


Foto 9

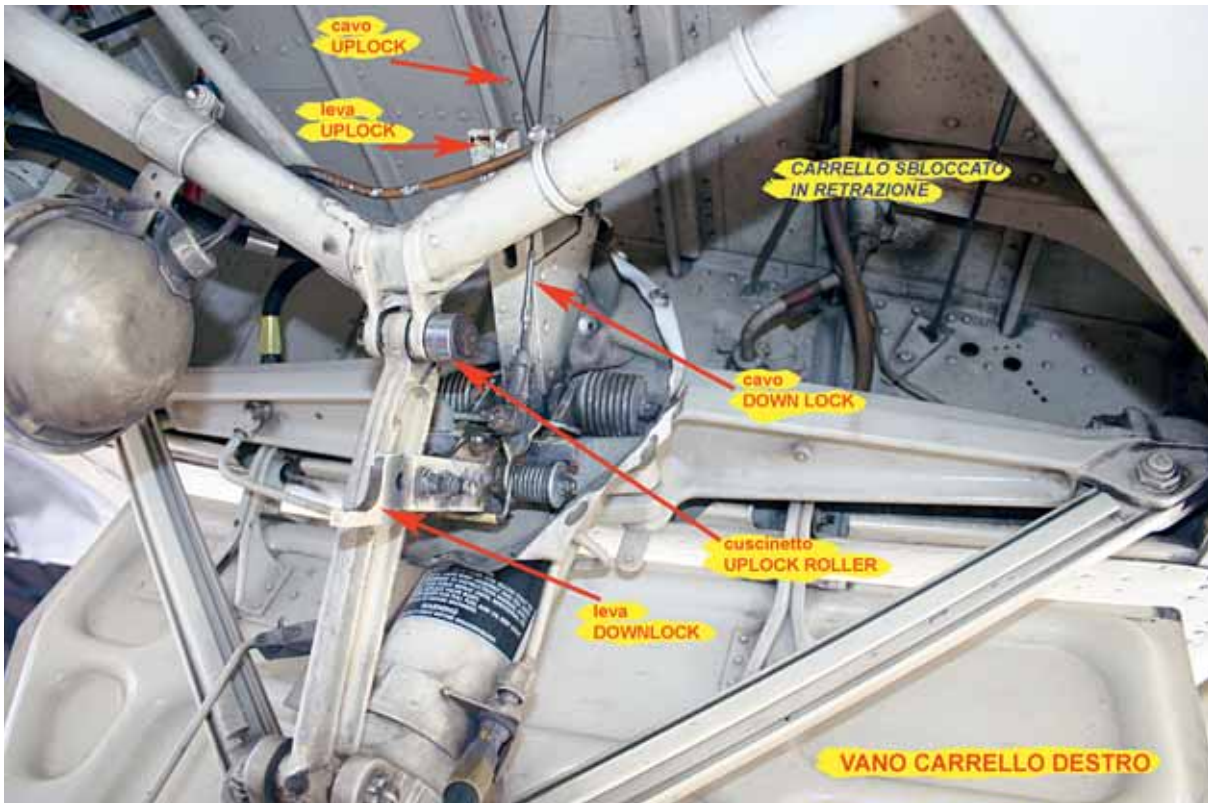


Foto 10

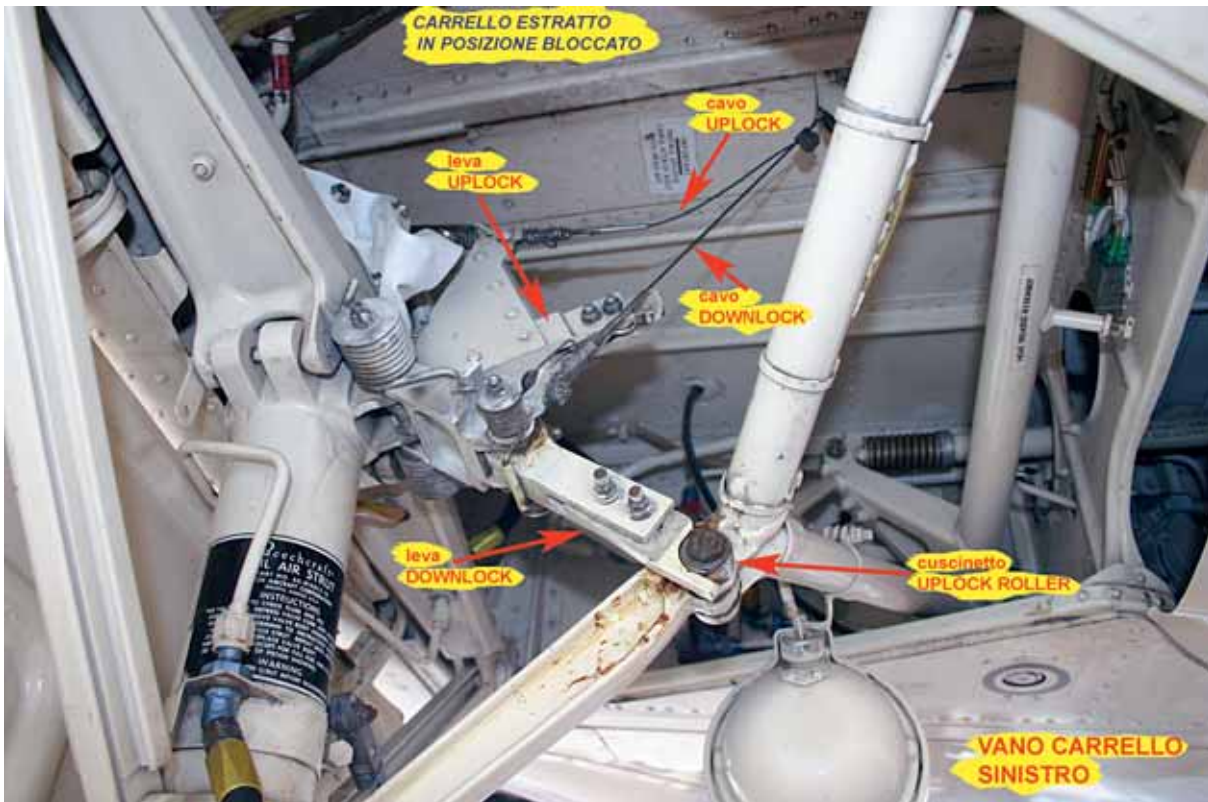
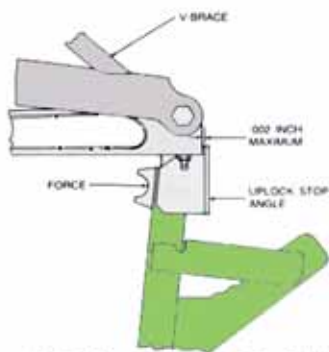
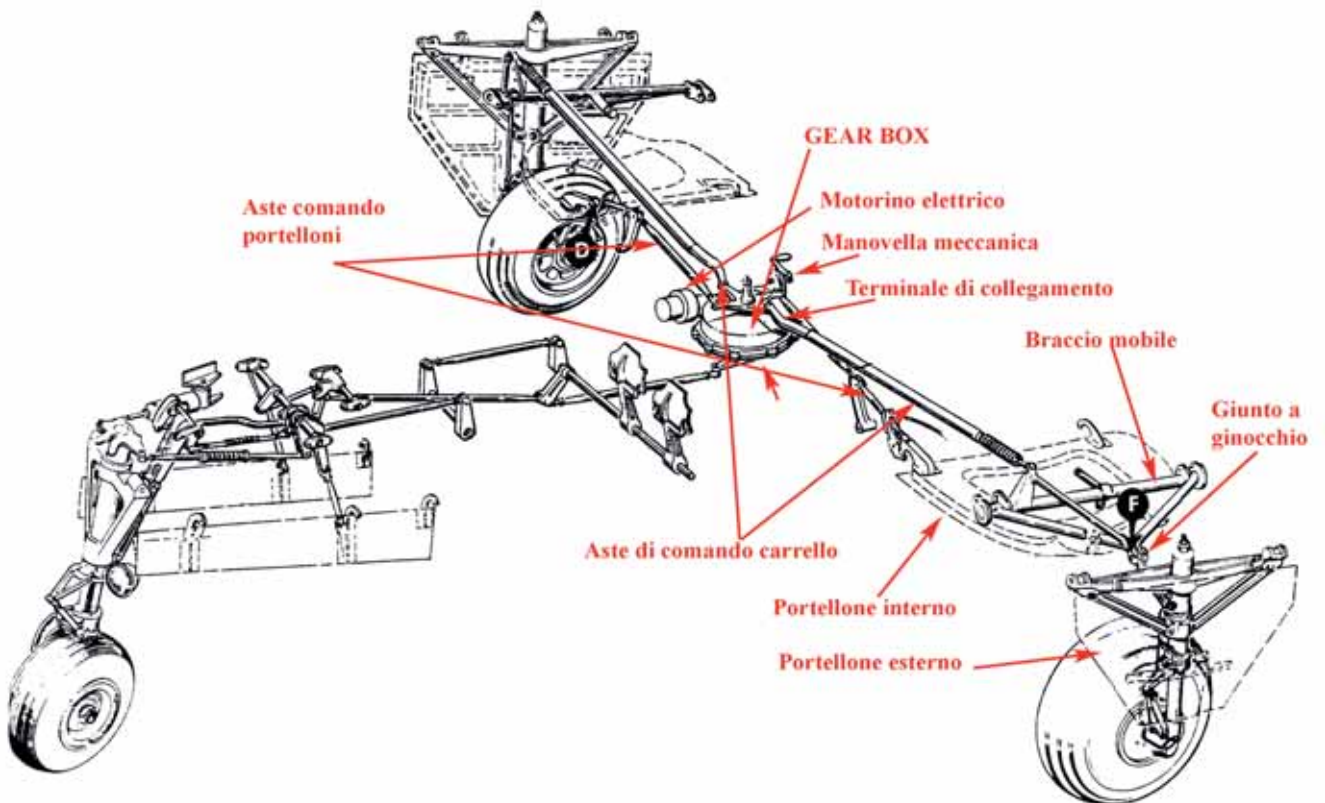


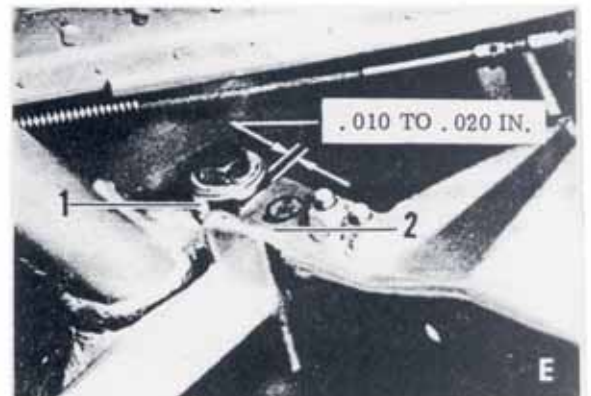


Fig. 1

**IMPIANTO CARRELLO**

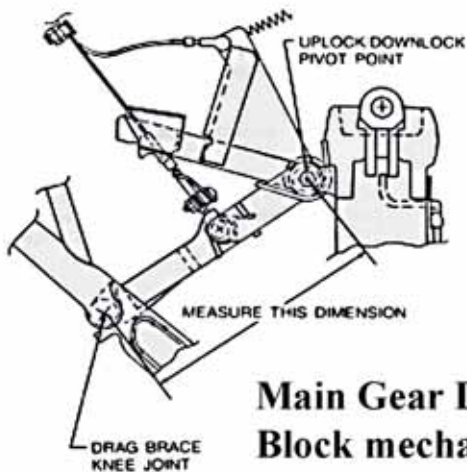


**Main Gear Uplock**  
Cable tension

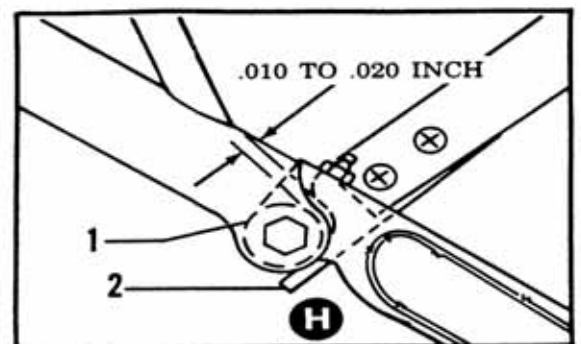


**MAIN GEAR UPLOCK**

1. Uplock Roller
2. Uplock Block



**Main Gear Downlock**  
Block mechanism



**MAIN GEAR DOWNLOCK**

1. Roller
2. Downlock Block

Fig. 2

**CINEMATISMI AZIONAMENTO CARRELLO PRINCIPALE**  
**SCHEMA DI PRINCIPIO**  
 (Main gear retract mechanism)

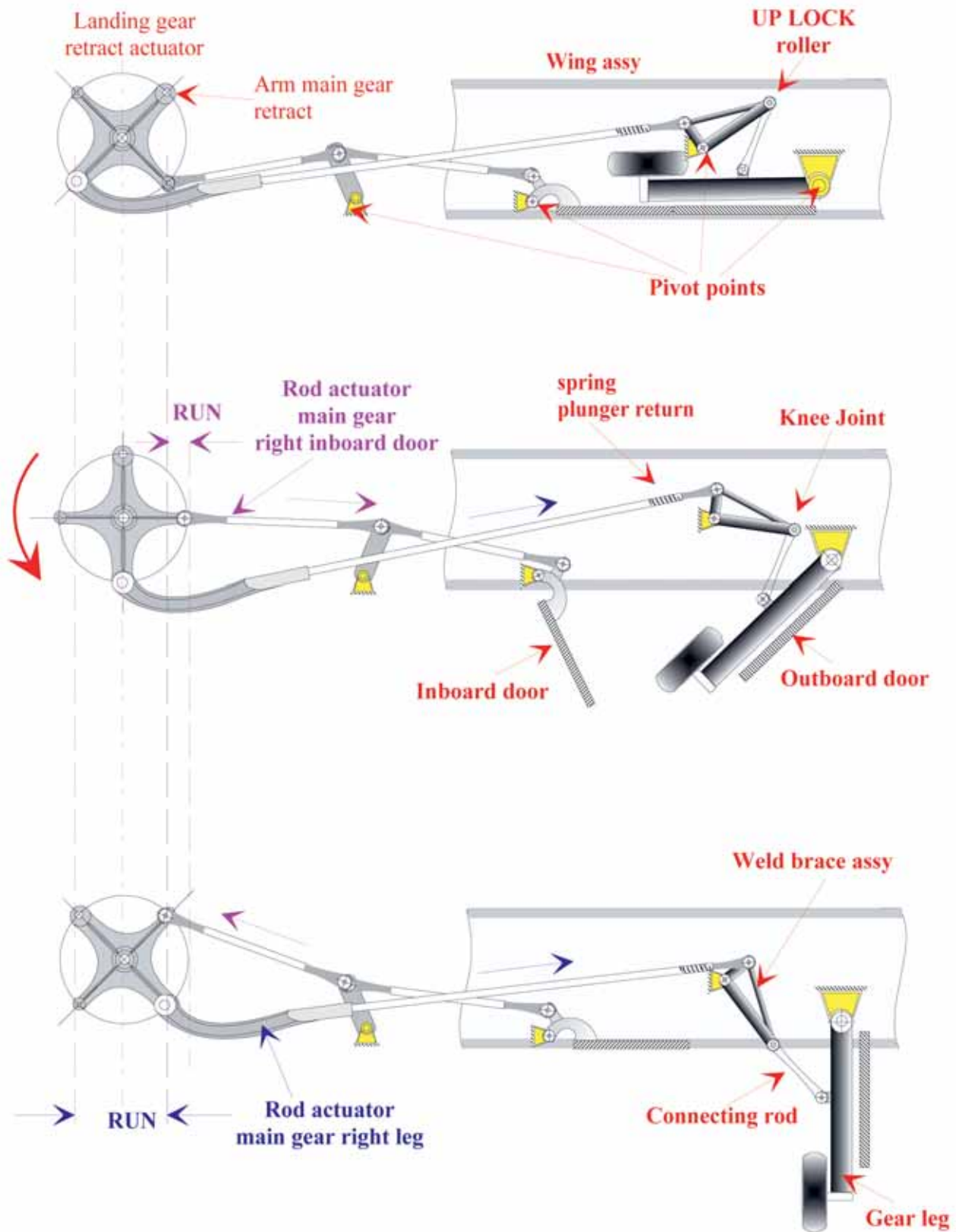
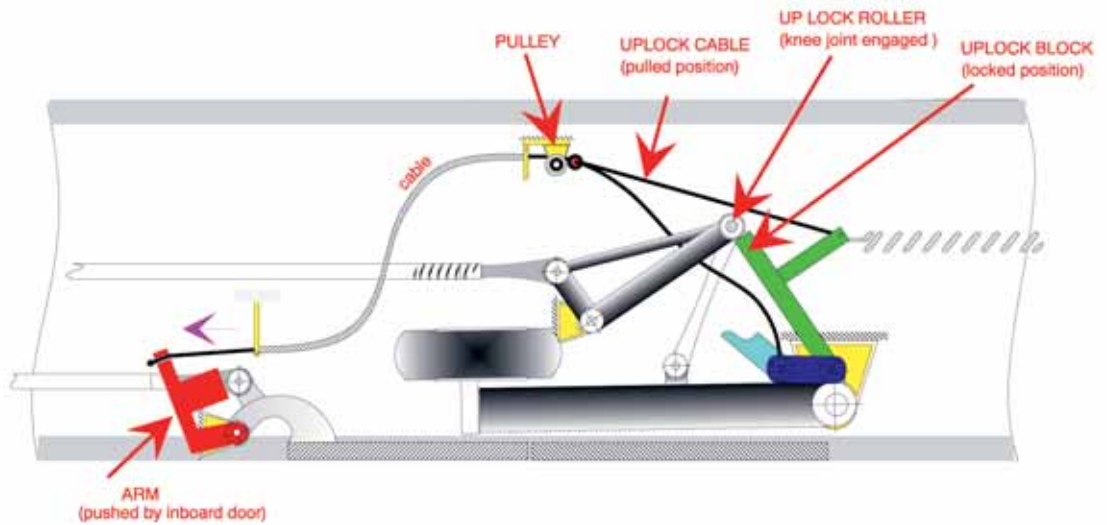


Fig. 3

### CINEMATISMI DI CARRELLO BLOCCATO "UP" SCHEMA DI PRINCIPIO

(Main gear "UP LOCK" mechanism)



### SEQUENZA DI SBLOCCO

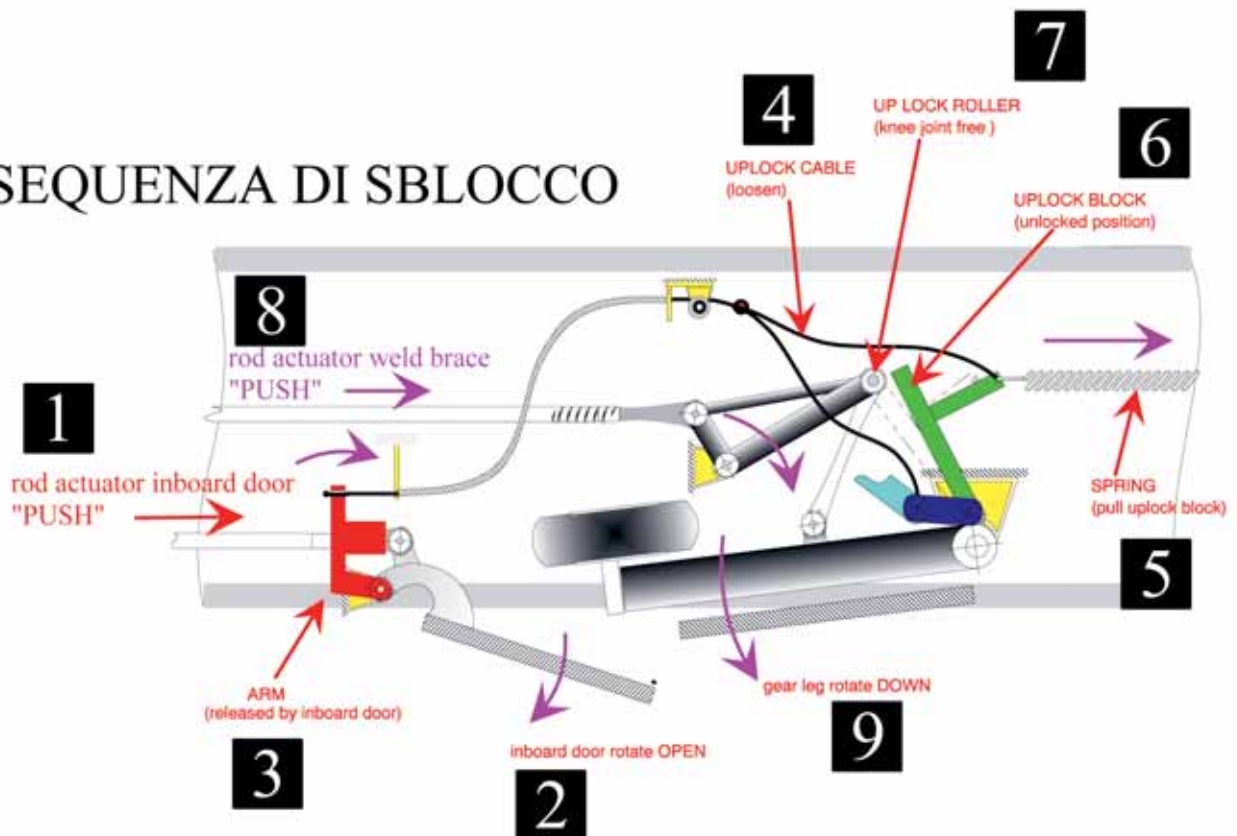
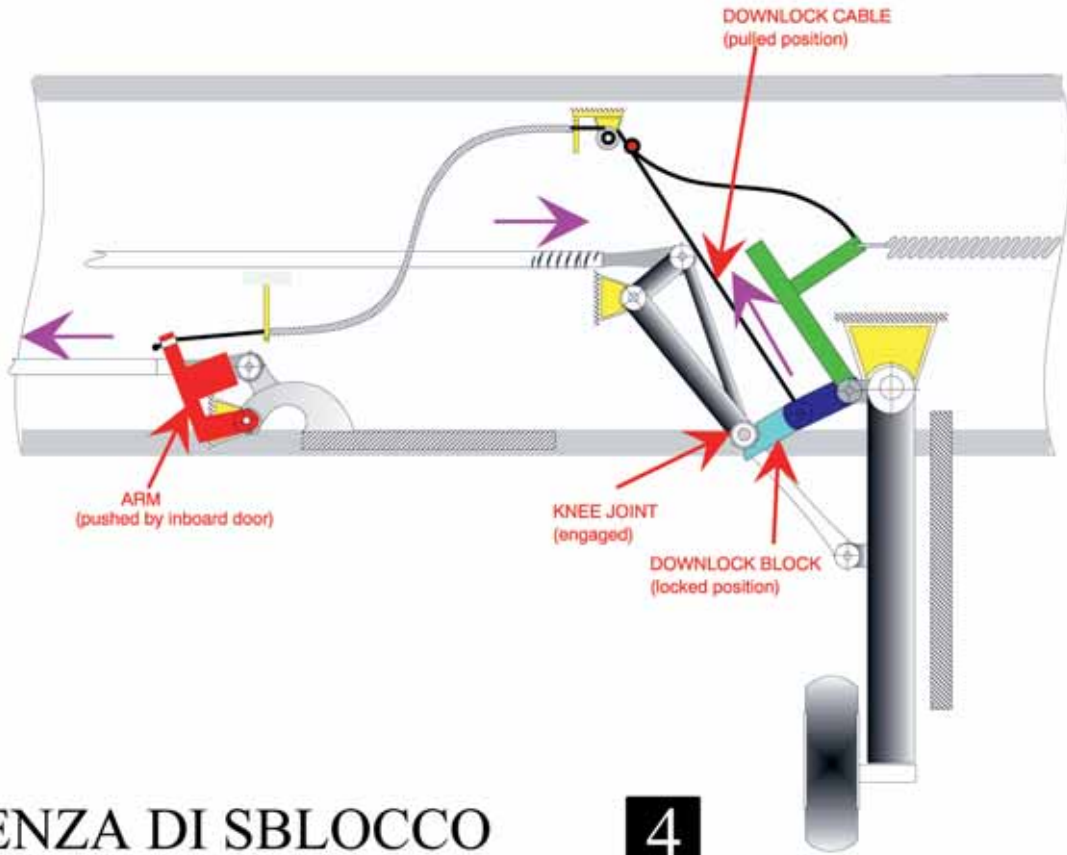


Fig. 4

## CINEMATISMI DI CARRELLO BLOCCATO "DOWN" SCHEMA DI PRINCIPIO

(Main gear "DOWN LOCK" mechanism)



## SEQUENZA DI SBLOCCO

