



Titolo (subject)	PARA-001 / 2026		Rev. 0	
Parziale fuoriuscita dall'imbracatura	Data (issue date)	/07/2026		
Tipo di Attività: (operation type)	☐ SL	☐ IAD	☒ AFF	☐ Group
	☐ Tandem	☐ Coach	☐ other	
Destinatari: (addressed to)	- Aero Club d'ITALIA - Paracadutisti - Unione Italiana Paracadutisti (UIP) - Associazione Istruttori Paracadutisti (AIP)			

Premessa:

(preamble)

In considerazione dell'inconveniente occorso in data 06/09/2025 in Località Montecompatri (RM) presso l'Aviosuperficie "FLY Roma" durante un lancio AFF di III livello e che ha visto coinvolto un istruttore di paracadutismo, il rapporto finale d'indagine evidenzia, in merito alla dinamica dell'evento, che l'istruttore, dopo aver aperto regolarmente il paracadute, ha slacciato del tutto il nastro pettorale dell'imbracatura. Nel tentativo di avvicinarsi alla vela di un collega, è entrato in collisione con quest'ultima. L'impatto lo ha sbalzato fuori dalla parte superiore dell'imbracatura, causandone la caduta incontrollata e l'impatto fatale al suolo.

A conclusione dell'indagine, il team investigativo ha ritenuto di emettere le seguenti Safety Information volte a mitigare i rischi operativi connessi all'attività di "swoop" e alle manovre di avvicinamento a paracadute aperto.

Informativa di Sicurezza:

(Safety Information)

Una raccomandazione di sicurezza non costituisce di per sé una presunzione di colpa o un'attribuzione di responsabilità per un incidente, un inconveniente grave o un inconveniente.

All'Aero Club d'Italia

Ai paracadutisti

- Si raccomanda fortemente di mantenere il nastro pettorale correttamente allacciato in tutte le fasi operative del volo, in particolare in presenza di altri paracadutisti in fase di discesa a vela aperta.
Tale raccomandazione si applica anche ai lanci di paracadutisti impegnati in gare agonistiche o in preparazione di queste ultime, altresì in presenza di un nastro panciale aggiuntivo (Belly Band).
- La pratica dell'avvicinamento a paracadute aperto richiede un addestramento appropriato ed un'esperienza dedicata al tipo di manovra. Si raccomanda di conseguire un addestramento specifico prima di intraprendere manovre di aggancio a paracadute aperto con altri paracadutisti.

All'Unione Italiana Paracadutisti (UIP)

All'Associazione Istruttori Paracadutisti (AIP)

- Si raccomanda alle Organizzazioni di settore (UIP-AIP) di attuare una campagna di sensibilizzazione nei confronti dei paracadutisti con licenza, volta a evidenziare le criticità tecniche e i ridotti margini di errore connessi alle attività di avvicinamento e aggancio a paracadute aperto. L'iniziativa dovrebbe mirare a consolidare la consapevolezza che la titolarità della licenza deve essere supportata da un'esperienza adeguata, da uno specifico addestramento e da un'attenta pianificazione a terra delle manovre di volo

Si riporta qui di seguito il capitolo "Studi e Ricerche" della relazione finale d'indagine volto a chiarire le motivazioni che hanno indotto il team investigativo ad emettere la presente Safety Information.

TEST E RICERCHE

Il team investigativo ha condotto alcune ricerche in merito alla documentazione relativa ai dati di carico e le analisi geometrico-strutturali effettuate da alcuni tra i soggetti maggiormente autorevoli in materia.

Nell'ambito dell'ingegneria dei sistemi di paracadute, l'analisi del comportamento combinato tra Belly Band e nastro pettorale sganciato non è contenuta in un unico saggio accademico isolato, bensì all'interno dei Technical Briefs di UPT (United Parachute Technologies), nei verbali del Technical Committee della PIA (Parachute Industry Association) e nelle direttive di addestramento avanzato di Flight-1.

I risultati di dette analisi, relativi alle parti connesse all'incidente in esame, vengono di seguito riportati.

1. Analisi Aerodinamica e Prestazionale (Fattore Propulsivo)

Nel contesto del paracadutismo ad alte prestazioni (Canopy Piloting / Swoop), la pratica di modificare la configurazione del nastro pettorale dopo l'apertura della vela trova fondamento in precise dinamiche dei fluidi e della geometria alare.

Il costruttore di vele ad alte prestazioni JYRO (ex NZ Aerosports) convalida e suggerisce la manovra di allentamento (loosening) per i profili ad alta efficienza e cross-braced, in quanto incide direttamente sulle performance di volo.

1.1 Variazioni Geometriche del Profilo e Ottimizzazione del Flare

In base alle linee guida di classificazione del carico alare rilasciate nel JYRO Help Centre ("Choosing a canopy based on wing loading - Class 4 & Class 5 Guidelines"), l'allentamento del nastro pettorale è espressamente raccomandato per ottimizzare l'efficienza aerodinamica delle vele della classe High Performance (es. Crossfire 3, JFX 2) e Ultra High Performance (es. Leia, Petra).

I benefici fluidodinamici documentati si articolano in tre punti principali:

- **Riduzione dell'Arco Anedrale** (Diedro Negativo): Un nastro pettorale serrato costringe i tre-anelli e i relativi risers a rimanere vicini tra loro, accentuando la curvatura verso il basso della vela. Consentendo l'espansione laterale dei risers, la vela assume una forma geometricamente più piatta. Questo incremento della superficie proiettata sposta i vettori di portanza delle estremità alari verso una direzione più verticale, aumentando il rapporto di efficienza aerodinamica (*glide ratio*).

- **Riduzione della Resistenza Parassita** (*Spanwise Tension*): L'allargamento dei punti di ancoraggio superiori modifica la tensione lungo l'apertura alare, eliminando le micro-grinze e i cedimenti del tessuto sui teli inferiori (*bottom skin*). Alle velocità tipiche dello swoop (spesso superiori a 100 km/h), un profilo tessile più pulito riduce drasticamente la resistenza parassita.
- **Massimizzazione della Potenza di Frenata** (*Flare Power*): Come descritto nei protocolli operativi del *JYRO Flight Blog* ("*Flying Habits to Start for Highly Effective Canopy Pilots*"), l'assetto piatto e pulito permette alla vela di conservare una maggiore quantità di energia cinetica durante la fase di *plane out* (volo orizzontale rasoterra), traducendosi in una frenata finale nettamente più potente e duratura.

1.2 Incremento della Sensibilità dell'Harness Input

Liberando parzialmente il torace dal vincolo centripeto del pettorale (loosening), il centro di gravità del pilota può muoversi con maggiore libertà rispetto all'asse longitudinale del sistema. Questo incrementa drasticamente l'efficacia del pilotaggio tramite imbrago (harness input).

Il pilota è in grado di indurre virate ad alta precisione e mantenere la traiettoria durante la fase di approccio sfruttando esclusivamente i movimenti asimmetrici del bacino, evitando l'uso dei comandi o dei risers posteriori, azioni che deformerebbero il profilo alare provocando una perdita di velocità.

2. Analisi Strutturale, Biomeccanica e Cinematica del Cedimento (Fattore di Rischio)

Se l'allentamento controllato (loosening) offre comprovati vantaggi prestazionali, lo sgancio completo (unfastening) o la rimozione totale del nastro pettorale dalla fibbia introduce criticità strutturali severe.

L'assunto diffuso tra alcuni operatori, secondo cui la presenza di una Belly Band (Swoop Belt) addominale sia sufficiente a garantire il contenimento del corpo in caso di pettorale aperto, è smentito dalle specifiche ingegneristiche dei costruttori di imbraghi e dalle normative aeronautiche.

2.1 Destinazione d'Uso Ingegnistica della Belly Band

Secondo le specifiche di progetto rilasciate da **UPT** (United Parachute Technologies) per i sistemi della serie custom da competizione ("*UPT M-Series Custom Options and Ordering Specifications*"), la *Swoop Belt* (Belly Band) non è un dispositivo di ritenzione del paracadutista (*occupant restraint*), bensì uno stabilizzatore del contenitore:

"The optional Swoop Belt is designed to stabilize the container against the jumper's back during high-G harmonic carves and dynamic flight, preventing the rig from shifting or twisting independently of the torso."

La sua funzione è esclusivamente di natura ergonomica e aerodinamica: impedisce allo zaino di oscillare o subire torsioni indipendenti rispetto alla schiena del pilota sotto l'effetto delle intense forze centrifughe della virata.

2.2 Disparità Meccanica dei Materiali e Certificazione Aeronautica

La vulnerabilità strutturale di una configurazione a pettorale sganciato assistita da sola Belly Band risiede nella natura stessa dei componenti, analizzata alla luce degli standard internazionali della **PIA** (Parachute Industry Association) e della **FAA** (Federal Aviation Administration):

- **Mancanza di Certificazione TSO**: Ai sensi dello standard **PIA TS-100** e della normativa **FAA TSO-C23**, tutti i componenti del percorso di carico primario (*Primary Load Path*) deputati a trattenere il corpo durante le decelerazioni d'emergenza devono superare test dinamici fino a 15 G. I carichi di apertura devono essere scaricati esclusivamente sulla struttura principale dell'imbrago (cosciali, bretelle MLW

e nastro pettorale). Il nastro pettorale standard è rigidamente regolato dalla specifica **PIA-W-4088**, che impone l'uso di fettucce in Nylon *Type 7* o *Type 8* con carichi di rottura compresi tra 1.800 kg e 2.500 kg.

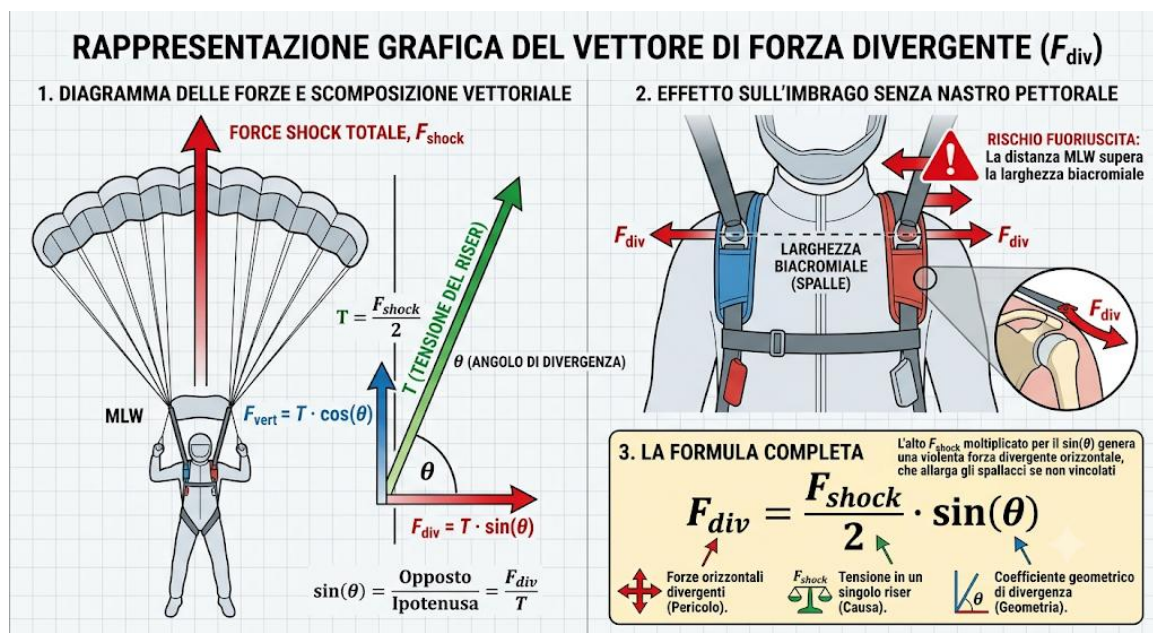
- **Cedimento Elastico Ausiliario:** Le Belly Band non sono componenti strutturali certificati TSO per il contenimento anticaduta. Spesso integrano porzioni in materiale elastico pesante o sistemi di chiusura rapidi non aeronautici. Sotto l'effetto di carichi dinamici elevati, la componente elastica della Belly Band subisce un allungamento longitudinale eccessivo ($\Delta L = \frac{F \cdot L_0}{E \cdot A}$)¹, permettendo lo spostamento del corpo.

2.3 Cinematica dell'Espulsione (Ejection Mechanics)

In caso di emergenza (es. collisione a bassa quota o malfunzionamento improvviso) che costringa il pilota a eseguire una procedura di sgancio (cutaway) e la conseguente attivazione della riserva a pettorale rimosso, la fisica del sistema determina la cinematica di espulsione attraverso le seguenti fasi consecutive:

- **Divergenza delle Bretelle Principali:** Lo shock d'apertura della riserva genera un violentissimo vettore di forza divergente ($F_{div} = \frac{F_{shock}}{2} \cdot \sin(\theta)$).² F_{shock} può raggiungere picchi di decine di kN (kiloNewton). Anche con un angolo θ relativamente piccolo, l'altissimo valore del carico moltiplicato per il seno dell'angolo genera una componente orizzontale estremamente violenta, che viene trasmessa dai risers alle bretelle principali dell'imbrago (*Main Lift Webs* - MLW). Senza il vincolo mediale e fisso del nastro pettorale all'altezza dello sterno, la distanza tra i due spallacci si espande istantaneamente, superando la larghezza biacromiale (delle spalle) del paracadutista.

Al contrario, il nastro pettorale allacciato interviene in questa equazione fungendo da vincolo strutturale: sviluppa una forza di reazione uguale e contraria annullandone gli effetti e impedendo l'allontanamento degli spallacci (MLW).



¹ F =(Forza/Carico); E =(Modulo di Young); A = (Area della sezione); L_0 =(Lunghezza iniziale); ΔL = (Variazione di lunghezza)

² F_{shock} =forza totale (verticale verso l'alto) generata dallo shock d'apertura del paracadute.

θ =Angolo di divergenza formato tra la linea verticale del corpo del paracadutista e l'inclinazione assunta dalla bretella tesa verso l'alto e l'esterno.

- **L'Effetto Cerniera (Low-Axis Pivot Effect):** La Belly Band, situata nella regione lombare-addominale (al di sotto del centro di gravità del torace), non può impedire l'allargamento degli spallacci. Privato del vincolo superiore, il busto del pilota subisce l'azione della forza d'inerzia che lo spinge in avanti e verso l'alto. La Belly Band cessa di operare come stabilizzatore dinamico dello zaino e si trasforma in un fulcro di rotazione (cerniera) attorno al quale il torso ruota liberamente.
- **Scalzamento e Separazione Totale:** Il busto scivola fuori dalla parte superiore dell'imbrago (*falling out of the top*). Il paracadutista si separa completamente dal sistema, il quale rimane vincolato unicamente ai cosciali ma privo del corpo dell'occupante.

2.4 Alterazione Spaziale dei Componenti d'Emergenza (Handle Displacement)

I protocolli addestrativi avanzati di scuole di riferimento internazionale come **Flight-1** (Moduli *Advanced Canopy Piloting 202/301*) evidenziano un ulteriore rischio operativo: l'allargamento dei MLW altera la posizione geometrica nominale delle maniglie di sgancio e della riserva.

In scenari di forte stress o deficit temporale, la memoria muscolare del pilota può fallire poiché le maniglie si trovano spostate lateralmente e verso l'esterno di diversi centimetri rispetto alla posizione standard provata a terra, aumentando la probabilità di mancata attivazione della riserva.

3. Matrice di Integrità e Valutazione del Rischio

In relazione a quanto sopra si può sintetizzare una analisi dei rischi secondo il seguente schema di integrità del sistema:

Configurazione dell'Imbrago	Livello di Contenimento del Corpo	Valutazione del Rischio di Espulsione (Ejection)
Pettorale allentato (<i>Loosened</i>) + Belly Band	Massimo (Configurazione corretta per lo Swoop)	Basso/Controllato: I risers si espandono lateralmente per l'efficienza aerodinamica, ma il pettorale (bloccato dal nodo d'arresto) garantisce la ritenzione strutturale superiore in caso di emergenza.
Pettorale sganciato completamente (<i>Unfastened</i>) + Solo Belly Band	Deficitario (Configurazione critica)	Elevato / Critico: In caso di cutaway, collisione o turbolenza severa, la geometria dell'imbrago si deforma. La Belly Band non impedisce l'allargamento degli spallacci e il corpo può scivolare fuori dall'alto.

Bibliografia:

1. **United Parachute Technologies (UPT)**, *Vector 3 Owner's Manual*, Sezione 4 e Avvertenze Generali sull'Imbrago. (obbligatorietà del pettorale inserito).
2. **United Parachute Technologies (UPT)**, *Vector 3 Owner's Manual (Latest Revision): Warning regarding Intentionally Misrouted Chest Straps and Harness Integrity*.
3. **United Parachute Technologies (UPT)**, *M-Series Product Configuration Sheets - The Swoop Belt Option*. (la Belly Band serve solo a stabilizzare il contenitore e non a trattenere il corpo).
4. **FAA TSO-C23 (Technical Standard Order)**, *Personnel Parachute Assemblies*. (prevede i test di carico solo sui percorsi primari dell'imbrago e non sugli accessori elastici o addominali come la Belly Band).
5. **FAA TSO-C23f (o versioni precedenti d/e)**: *Technical Standard Order for Personnel Parachute Assemblies*. (Regola i test d'impatto e l'espulsione del corpo).
6. **PIA TS-100**: *Standard for Parachute Personnel Harness-Container Assemblies*. Definisce i requisiti di gestione dei carichi della Parachute Industry Association.
7. **PIA TS-100 - Section 4.3** - (Fatigue and Environmental Testing / Structural Integrity)
8. **PIA-W-4088**: *Specification for Nylon Webbing*. Definisce la distinzione tra materiali strutturali (Type 7/8 del pettorale) e materiali accessori (Belly Band).
9. **Flight-1 (Moduli Advanced Canopy Piloting 201/202)** (evidenziano una severa criticità legata all'alterazione della geometria dell'imbrago. La dottrina Flight-1 evidenzia come lo spostamento laterale delle bretelle principali (Main Lift Webs), causato dall'allentamento o dallo sgancio del nastro pettorale, modifichi la posizione spaziale delle maniglie di emergenza (sgancio e riserva).
10. **JYRO** Official Web Site
11. **JYRO Flight Blog**: («Emergency Procedures: Staying out of the Danger Zone»)
12. **JYRO Flight Blog**: ("Flying Habits to Start for Highly Effective Canopy Pilots")

per eventuali contatti:

(for possible contact)

ENAC – Direzione Safety - Viale Castro Pretorio 118 - 00185 Roma

tel. +39 06 445961 - protocollo@pec.enac.gov.it

safety@enac.gov.it

I contenuti del presente documento, sebbene non siano obbligatori, sono pratiche raccomandate dall'ENAC

The contents of this document, although not mandatory, are recommended practices