

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aeromobile
Mini Gazelle marche di identificazione I-C768,
in Castione Andevenno (SO),
21 agosto 2021

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV), istituita con il decreto legislativo 25 febbraio 1999 n. 66, si identifica con l'autorità investigativa per la sicurezza dell'aviazione civile dello Stato italiano, di cui all'art. 4 del regolamento UE n. 996/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 ottobre 2010. **Essa conduce, in modo indipendente, le inchieste di sicurezza.**

Ogni incidente e ogni inconveniente grave occorso ad un aeromobile dell'aviazione civile è sottoposto ad inchiesta di sicurezza, nei limiti previsti dal combinato disposto di cui ai paragrafi 1, 4 e 5 dell'art. 5 del regolamento UE n. 996/2010.

Per inchiesta di sicurezza si intende un insieme di operazioni comprendente la raccolta e l'analisi dei dati, l'elaborazione delle conclusioni, la determinazione della causa e/o di fattori concorrenti e, ove opportuno, la formulazione di raccomandazioni di sicurezza.

L'unico obiettivo dell'inchiesta di sicurezza consiste nel prevenire futuri incidenti e inconvenienti, non nell'attribuire colpe o responsabilità (art. 1, paragrafo 1, regolamento UE n. 996/2010). Essa, conseguentemente, è condotta indipendentemente e separatamente da inchieste (come, ad esempio, quella dell'autorità giudiziaria) finalizzate all'accertamento di colpe o responsabilità.

L'inchiesta di sicurezza è condotta in conformità con quanto previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con il decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561) e dal regolamento UE n. 996/2010.

Ogni inchiesta di sicurezza si conclude con una relazione redatta in forma appropriata al tipo e alla gravità dell'incidente o dell'inconveniente grave. Essa può contenere, ove opportuno, raccomandazioni di sicurezza, che consistono in una proposta formulata a fini di prevenzione.

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 (art. 17, paragrafo 3, regolamento UE n. 996/2010).

La relazione garantisce l'anonimato di coloro che siano stati coinvolti nell'incidente o nell'inconveniente grave (art. 16, paragrafo 2, regolamento UE n. 996/2010).

GLOSSARIO

ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.

KT: Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.

LMA: licenza di manutentore aeronautico.

MTOW: Maximum Take Off Weight, peso massimo al decollo.

NM: Nautical Miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).

S/N: Serial Number.

UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.

VDS: volo da diporto o sportivo (ad es. deltaplani, ultraleggeri, parapendio, ecc.), consiste nell'attività di volo effettuata con apparecchi VDS per scopi ricreativi, diportistici o sportivi, senza fini di lucro.

Tutti gli orari riportati nella presente relazione d'inchiesta, se non diversamente specificato, sono espressi in **ora UTC**, che, alla data dell'evento, corrispondeva all'ora locale meno due ore.

INCIDENTE

aeromobile Mini Gazelle marche I-C768

Tipo dell'aeromobile e marche	Elicottero anfibo autocostruito (VDS) Mini Gazelle marche I-C768.
Data e ora	21 agosto 2021, 08.30' UTC circa.
Luogo dell'evento	Campo di mais nelle vicinanze del "Percorso Valtellina" a Castione di Andevenno (SO), in punto di coordinate 46°9'41,4"N e 9°48'51,7"E, ad una altitudine di 950 piedi circa.
Descrizione dell'evento	Il pilota, dopo aver prelevato, a Caiolo (SO), l'elicottero dalla ditta di manutenzione presso cui era stato sottoposto ad un intervento di riparazione (sostituzione di un vetro trasparente dell'abitacolo), decollava dalla piazzola di rifornimento carburante, per fare rientro a Bareggio (MI), località dove l'elicottero era abitualmente rimessato. Dopo avere effettuato una virata a sinistra di circa 180°, l'elicottero precipitava al suolo, a circa 450 m di distanza dal punto dal quale era decollato. Il pilota usciva autonomamente dall'elicottero ed all'arrivo dei soccorsi veniva trasportato all'ospedale. L'elicottero subiva danni ingenti.
Esercente dell'aeromobile	Persona fisica.
Natura del volo	Volo da diporto o sportivo.
Persone a bordo	Una: pilota.
Danni all'aeromobile	Ingenti.
Altri danni	Il pilota ha riportato lesioni gravi.
Informazioni relative al personale di volo	Pilota: 49 anni di età, di nazionalità italiana. In possesso di attestato di idoneità condotta apparecchi VDS, classi elicottero VDS biposto e multiassi biposto. Visita medica in corso di validità.
Informazioni relative all'aeromobile ed al propulsore	Il Mini Gazelle elicottero anfibo autocostruito (VDS) marche di identificazione I-C768 (foto 1) ¹ risulta costruito nel 2017, come da documentazione fornita dall'Aero Club d'Italia. Non è un VDS avanzato, ma basico. Si tratta sostanzialmente di un elicottero derivato dal Robinson R22, del quale mantiene sistemi e motore (un Lycoming O-320 B2C, S/N L-15323-39 A, da 160 CV, derateizzato a 120 CV); il trasparente dell'abitacolo (bulbo) è invece quello di un elicottero SA 341 Gazelle opportunamente adattato. Dal certificato di identificazione rilasciato dall'Aero

¹ Tutte le foto e le figure richiamate sono riportate nell'allegato "A" alla presente relazione.

Club d'Italia risulta che l'I-C768 avesse un MTOW di 495 kg; al momento dell'incidente, l'aeromobile non era equipaggiato con i galleggianti.

Il pilota coinvolto nell'incidente ne era divenuto proprietario nel giugno 2021.

Informazioni meteorologiche

Le condizioni meteorologiche erano caratterizzate da ottima visibilità, assenza di copertura nuvolosa e calma di vento.

Altre informazioni

Esame del luogo dell'incidente e del relitto

L'elicottero è precipitato in un campo di mais situato a Nord del fiume Adda, in coordinate 46°9'41,4"N e 9°48'51,7"E, a circa 450 m dal punto di decollo (foto 2), ad una altitudine di circa 950 piedi. Nelle immediate vicinanze del punto di impatto sono presenti file di alberi (sia a Nord, sia a Sud), la ferrovia, la strada statale, un centro commerciale (a Nord) e il fiume Adda (a Sud).

L'elicottero presentava ingenti danni da impatto, in particolare a carico delle parti rotanti, della parte frontale dell'abitacolo e dei pattini (foto 3 e 4).

Il relitto, adagiato al suolo sul lato sinistro, si presentava completo di tutte le parti, ad eccezione delle pale del rotore di coda, i cui frammenti venivano rinvenuti circa 20 m ad Est rispetto al punto di arresto finale.

Le due pale del rotore principale erano piegate, ma ancora vincolate agli organi di trasmissione del moto e prive di deformazioni o danni ai bordi di attacco. I *teeter stop* presentavano danni tali da evidenziare il contatto del rotore (*hub/rotor blade*) sul *mast*. Le cinghie di trasmissione erano integre e in sede. L'albero di trasmissione del rotore di coda non presentava deformazioni sulla flangia di unione con la presa di moto.

Dalle tracce rinvenute al suolo è possibile affermare che l'elicottero abbia preso contatto con il suolo con assetto cabrato, come evidenziato dai frammenti del rotore di coda, individuati, come già detto, circa 20 m ad Est rispetto al punto di arresto. Dopo il contatto della parte posteriore, l'elicottero ha toccato il suolo con il pattino sinistro, e, facendo perno sul muso, si è capovolto, arrestandosi con un orientamento opposto alla direzione originaria di volo (prua rivolta verso Est). Non sono stati rinvenuti segni di contatto dell'elicottero con ostacoli presenti in loco (alberi, linea ferroviaria).

A Caiolo, nel punto ove l'elicottero, prima di decollare, è stato rifornito e ha messo in moto, è stata rinvenuta una pozza di olio di grosse dimensioni (foto 5), di circa 1 metro e mezzo di diametro; segni della chiazza in questione erano ancora presenti all'atto del sopralluogo operativo effettuato dall'ANSV.

Il sopralluogo operativo da parte dell'ANSV aveva inizio nel tardo pomeriggio del giorno dell'incidente (ore 19.30' locali) e terminava alle ore 21.30', al sopraggiungere del buio. L'elicottero veniva sottoposto a sequestro probatorio e affidato in

custodia giudiziale ad una persona fisica, che lo avrebbe custodito, a Caiolo, in un hangar della ditta presso la quale l'elicottero stesso era stato portato dal relativo proprietario per i citati interventi di riparazione.

Indagine sul motore

Una volta dissequestrato il relitto, l'ANSV, con la collaborazione di personale tecnico specializzato, provvedeva a separare il motore Lycoming 0-320-B2C L-15323-39 A dal relitto dell'elicottero, per successive indagini. In tale fase è stato possibile osservare come tutta la parte sinistra della baia motore e del lato sinistro della paratia parafiamma fossero imbrattati da residui di olio lubrificante (foto 7).

Le tubazioni di mandata e di ritorno apparivano integre senza segni di perdite o trafileamenti. Il tappo per il rifornimento dell'olio appariva in sede e bloccato e non si rilevava alcun trafileamento. La valvola per lo svuotamento rapido era in sede e chiusa. Il tappo per lo svuotamento della coppa dell'olio era in sede e frenato.

Il motore, valutato nelle sue condizioni generali esterne, non presentava anomalie e le poche deformazioni presenti erano imputabili al contatto con il suolo.

Successivamente, il propulsore è stato smontato nelle sue minime componenti, per gli ulteriori esami.

Si osservavano residui terrosi all'interno dell'ugello e del connettore del sensore della pressione dell'olio (foto 8 e 9).

La candela inferiore del cilindro n. 3 è risultata non serrata ed è stato possibile svitarla a mano.

L'ispezione boroscopica all'interno dei cilindri rivelava condizioni normali delle canne dei cilindri, delle valvole di aspirazione e di scarico.

Una volta rimossi i magneti, si evidenziava la presenza all'interno del motore di residui metallici.

La pompa dell'olio risultava in normali condizioni di funzionamento.

Tutte le tubazioni del sistema lubrificante sono state sottoposte a prove di tenuta in pressione, senza riscontrare difettosità.

All'interno della coppa era presente olio lubrificante solo in quantità residuale, ovvero al di sotto del livello minimo al quale il pescante della pompa dell'olio era in grado di attingere (quantità non pescabile). Nella coppa si rinvenivano residui riconducibili alle bronzine.

Una volta rimossi i cilindri e separati i semi carter, si riscontrava la separazione dell'accoppiamento albero motore-biella del cilindro n. 3, a seguito del cedimento di uno dei due bulloni della testa di biella.

La biella del cilindro n. 3, separata dall'albero motore e incastrata tra un semi carter e lo stesso albero motore, impediva, di fatto, la rotazione di quest'ultimo.

Testimonianze

Pilota

Egli ha rappresentato quanto segue.

L'elicottero era stato portato presso la ditta di manutenzione in data 5 agosto 2021, da Bareggio a Caiolo, per la sostituzione del vetro anteriore destro dell'abitacolo, che si era rotto nel mese di giugno, quando l'elicottero era stato interessato dal flusso di un altro elicottero sempre a Bareggio.

Egli ha inoltre riferito di aver chiesto al personale della predetta ditta di effettuare, oltre ai lavori sul vetro in questione, anche i seguenti, relativi alla meccanica dell'elicottero: controllare i magneti, controllare la portiera destra e sinistra, controllare la tenuta stagna del soffitto, controllare gli aghi del motore e del rotore che si sganciassero alla chiusura della manetta, collegare il girodirezionale e il transponder. Di tali ulteriori richieste che avrebbe avanzato, il pilota ha fornito all'ANSV la documentazione in suo possesso.

Ha pure riferito (fornendo anche in questo caso all'ANSV la relativa documentazione) che, in data 11 agosto 2021, gli venivano trasmesse da personale della predetta ditta alcune foto dell'elicottero con il vetro smontato e che facevano anche ritenere che sull'aeromobile in questione fossero stati avviati i controlli/lavorazioni che aveva richiesto in via aggiuntiva. Una delle fotografie, in particolare, riprendeva i dettagli del lato sinistro del motore, sul quale sarebbe stata in corso la regolazione del magnete (foto 6).

In data 21 agosto 2021, terminati i lavori, si recava presso la ditta di manutenzione per prendere in consegna l'elicottero: insieme al «carroziere lì presente» procedeva a spostare l'aeromobile sul piazzale. Premendo, in sede di controlli prevolo, i vari pulsanti test, rilevava che la spia *MR chip* non si accendeva, per cui chiedeva spiegazioni ad un istruttore lì presente, il quale si prestava a verificare il funzionamento della lampadina, sostituendola; il problema, però, non veniva risolto e l'istruttore riteneva che probabilmente si trattasse di un falso contatto, ma che era una cosa che si sarebbe dovuta vedere in seguito. Conclusi i controlli esterni e interni dell'elicottero, non avendo riscontrato alcuna anomalia, avviava il motore, decollava e, dopo qualche secondo di *hovering*, effettuava una virata di 180°. Mentre saliva notava valori anomali di MAP; giunto a circa 50 m di altezza, quando aveva una velocità di circa 50 nodi, il motore si arrestava. Effettuava quindi un'autorotazione, impattando il suolo.

Tecnico aeronautico

L'ANSV ha anche audito, alcuni mesi dopo l'incidente, il tecnico aeronautico, in possesso di LMA, che materialmente avrebbe condotto gli interventi sull'I-C768. Dall'audizione in questione sarebbe emerso un quadro difficile da decifrare sui lavori effettivamente richiesti e condotti, in quanto il tecnico ha riferito

di non ricordare, oppure ha dato risposte condizionate dal dubbio. Egli ha riferito che il pilota proprietario aveva portato in ditta l'elicottero per la sostituzione del vetro danneggiato. L'intervento di sostituzione si era rivelato complesso, per il fatto che l'elicottero non era un R22 standard. Dopo la sostituzione in questione, l'elicottero avrebbe dovuto subire, presso la medesima ditta, un intervento di verniciatura.

In ordine alle lavorazioni di tipo meccanico, non escludeva del tutto la possibilità di aver controllato un magnete. Ha altresì ammesso che, probabilmente, in ordine alla effettuazione delle lavorazioni sull'I-C768, potrebbe esserci stato «un qui pro quo», ossia una serie di «disguidi», anche perché nello stesso periodo c'era pure la necessità di finire i lavori su un elicottero certificato.

A seguito della specifica richiesta dell'ANSV di riferire sulle modalità di effettuazione della fasatura dei magneti, il tecnico rispondeva che era necessario rimuovere le candele, ammettendo, inoltre, che la rimozione della tubazione del sensore della pressione dell'olio dall'ugello posto nelle immediate vicinanze del magnete sinistro avrebbe potuto agevolare l'accesso al magnete stesso con la chiave per l'allentamento dei dadi. Ha anche ipotizzato che, se le candele, come rilevato dall'ANSV, erano state rinvenute «molli», il lavoro, probabilmente, non era stato terminato. Ha aggiunto, infine, che il giorno in cui ha avuto luogo il ritiro dell'aeromobile da parte del pilota proprietario lui non era in servizio.

Manuale di volo

Come già anticipato, l'I-C768 era un elicottero derivato dal Robinson R22, del quale manteneva sistemi e motore, ancorché il trasparente dell'abitacolo (bulbo) fosse invece quello di un elicottero SA 341 Gazelle opportunamente adattato. Per cui la documentazione esaminata dall'ANSV coincide con quella dell'originario elicottero di riferimento.

Sistema di lubrificazione del motore

Il sistema di lubrificazione del motore è del tipo a carter umido a pressione. I cuscinetti principali, i cuscinetti della biella, i cuscinetti dell'albero a camme, le punterie delle valvole, le aste di spinta e la puleggia dell'albero motore vengono lubrificati mediante raccoglitori d'olio e spruzzatori. La pompa dell'olio, situata nell'alloggiamento degli accessori, aspira l'olio attraverso un passaggio forato dal filtro di aspirazione dell'olio situato nella coppa.

La capacità della coppa dell'olio (*oil sump*) è di 8 U.S. Quarts (circa 7,6 litri). Le pressioni di esercizio sono le seguenti: *Maximum* 90 psi; *Minimum* 60 psi; *Idling* 25 psi.

L'impianto di lubrificazione del motore ha un sistema di avviso per bassa pressione, che determina l'accensione di una spia rossa "OIL" sul pannello centrale del cruscotto quando la pressione sia

inferiore a 30 psi. È presente un indicatore analogico (OIL PRESS), che indica la pressione del sistema da 0 a 100 psi. Infine è presente un indicatore temperatura dell'olio (OIL TEMP). Il sensore che rileva la pressione dell'olio e determina l'accensione della spia in cabina in caso di bassa pressione è raffigurato in foto 10. La spia di bassa pressione e gli indicatori di pressione e temperatura olio motore sono raffigurati in foto 11.

Robinson R22 Normal Procedures

Per quanto attiene le verifiche da effettuare prima del volo e durante l'avviamento si è fatto riferimento a quanto previsto dal *Manuale di volo* del Robinson R22, in considerazione, come già precisato, della sostanziale corrispondenza dei sistemi e del motore dell'elicottero autocostruito coinvolto nell'incidente.

Durante i controlli prevolo prima dell'accensione del motore è previsto che il pilota controlli, tra le altre luci di avviso, quella di indicazione di bassa pressione dell'olio lubrificante accesa. In tale fase è previsto effettuare il test delle spie di avviso (*warning light test*), per verificare che siano tutte funzionanti.

È quindi previsto che il pilota controlli, nel giro esterno, le condizioni generali del motore.

Alla messa in moto è previsto che il pilota controlli l'incremento della indicazione della pressione dell'olio motore ad un minimo di 25 psi entro 30 secondi dall'avviamento.

All'applicazione della potenza per la prova motore (*engine run up*) è previsto che si verifichi che tutte le spie di avviso siano spente.

Il *Manuale di volo*, nella sezione 4 "*Normal Procedures*", per la fase "*Daily or Preflight Checks*" prevede quanto segue (figura 1):

1. Cowl doors

Battery switch > ON

Oil pressure and alternator lights > ON

Warning light test switches > Push to test

[*omissis*]

7. Engine Left side

Engine oil > 4-6 qt

Oil filter (if installed) > Secure, no leaks

[*omissis*]

Engine general condition > Check

Il *Manuale di volo*, nella sezione 4 "*Normal Procedures*", per la fase "*Starting Engine and Run Up*" prevede, dopo la messa in moto, quanto segue (figura 2):

- Oil pressure within 30 seconds > 25 psi minimum

[*omissis*]

- Governor On, increase throttle > RPM 102-104%

- Warning lights > Out

Il *Manuale di volo*, nella sezione 4 "*Normal Procedures*", per la fase "*Take off Procedure*" prevede quanto segue (figura 3):

3. Check gages in green and adjust carb heat if required

A bordo dell'elicottero è stata rinvenuta una copia del *Manuale*

di volo del R22 (*R22 Pilot's Operating Handbook*) ed alcune liste di controlli scritte a stampa in italiano, plastificate e non ufficiali.

Analisi

Dinamica dell'evento

In base agli elementi raccolti in fase di sopralluogo operativo e alle testimonianze acquisite è stato possibile ricostruire la dinamica dell'evento.

L'elicottero VDS basico Mini Gazelle, sostanzialmente un Robinson R22 modificato, veniva condotto dal proprietario presso una ditta di manutenzione il 5 agosto 2021 per la sostituzione di un vetro del trasparente dell'abitacolo. Nei giorni successivi il proprietario dell'elicottero avrebbe chiesto alla predetta ditta che venissero effettuati degli ulteriori lavori, tra cui il controllo dei magneti. Dalla documentazione acquisita agli atti dell'ANSV (in particolare, da una foto) si evincerebbe l'effettuazione di una lavorazione sul magnete sinistro, ancorché le dichiarazioni rilasciate dal personale della predetta ditta non siano, al riguardo, del tutto assertive.

In data 21 agosto, di sabato, giorno di chiusura della ditta di manutenzione in questione, il proprietario dell'elicottero si recava presso quest'ultima per ritirare, dopo essersi fatto aprire l'hangar, l'aeromobile. Fatto il rifornimento di carburante, procedeva ai controlli previsti, tra cui il test, con esito negativo, del *MR chip* (la relativa lampada non si accendeva). Neppure dopo la sostituzione della lampada il test dava esito positivo. Il pilota, quindi, metteva in moto e decollava alla volta di Bareggio. Dopo qualche secondo di *hovering* effettuava una virata a sinistra di 180° per procedere verso Ovest. In salita notava valori di MAP anomali e a 50 m di altezza, a circa 50 nodi di velocità, il motore si arrestava. L'elicottero impattava il suolo, riportando danni ingenti. Il pilota abbandonava l'elicottero autonomamente, per poi venire ricoverato in ospedale con gravi lesioni, una volta giunti i soccorsi. Sulla piazzola dove era avvenuto il rifornimento di carburante era rimasta una estesa chiazza d'olio motore.

Fattore tecnico

Gli accertamenti condotti hanno evidenziato che il motore è stato interessato da una avaria meccanica catastrofica, che ha causato il grippaggio del medesimo, a seguito del cedimento del bullone della testa di biella, con separazione della biella del cilindro n. 3 dall'albero motore. La sostanziale assenza di olio lubrificante nella coppa del motore, la presenza della copiosa quantità di olio a terra in corrispondenza del punto ove è avvenuta la messa in moto e i distintivi segni di surriscaldamento rinvenuti all'interno del motore sono concordi nell'indicare, come causa del grippaggio, una mancata lubrificazione dello stesso.

Più nel dettaglio, la mancata lubrificazione ha infatti provocato il surriscaldamento dell'assieme relativo alle bielle e all'albero motore, interessando maggiormente l'accoppiamento biella-albero motore relativo al cilindro n. 3. Il surriscaldamento ha

provocato il degrado delle caratteristiche meccaniche del materiale costituente il bullone di giunzione della testa di biella, che ha quindi ceduto, provocando la separazione del cappello dalla testa di biella e di quest'ultima dall'albero motore. La biella, non più solidale con l'albero motore, ha interferito con la rotazione dello stesso albero motore, posizionandosi tra quest'ultimo e un semi carter, determinando, di fatto, il grippaggio del motore. La mancata lubrificazione è stata causata dalla fuoriuscita dall'impianto, a partire dalla fase di messa in moto, di tutto l'olio lubrificante dell'impianto, fino al limite della possibilità di pescaggio.

In sede di indagine sul motore tutte le tubazioni del sistema lubrificante sono state sottoposte a prove di tenuta in pressione senza rilevare anomalie. Tutti i tappi di rifornimento e scarico del sistema lubrificante erano correttamente serrati e non evidenziavano perdite.

Da una foto che il personale della ditta di manutenzione avrebbe trasmesso al pilota proprietario dell'elicottero, relativa alla messa in fase del magnete sinistro, si ricaverrebbero le seguenti informazioni (foto 6 e ingrandimento in foto 12): una torcia elettrica posizionata, lo strumento per la sincronizzazione dei magneti (*magneto synchronizer*) collegato, le due candele inferiori disinserite dai due cilindri di sinistra. Inoltre, in virtù dell'orientamento della tubazione del sensore della pressione dell'olio nella predetta fotografia 12, non convergente al punto di previsto innesto nel motore, questa risulterebbe essere stata scollegata dall'orificio dell'*accessory housing assembly*.

Da quanto è stato possibile apprendere dal tecnico manutentore in sede di audizione, l'intervento di regolazione del magnete prevederebbe che i relativi dadi di serraggio vengano allentati, al fine di poterlo mettere in fase. Per allentare i dadi di fissaggio verrebbe utilizzata una chiave, che, per quanto concerne il magnete sinistro, potrebbe essere impedita nel movimento dalla tubazione del sensore della pressione dell'olio. Per evitare di provocare danni alla tubazione con la chiave e per poter agire più agevolmente con la medesima, la tubazione potrebbe, pertanto, venire rimossa.

Tutta la baia motore con la paratia parafiamma lato sinistro era imbrattata di olio, in corrispondenza dell'orificio ove si innesta il tubo del sensore di pressione. Con la tubazione del sensore di pressione dell'olio rimossa, alla messa in moto del motore la pompa dell'olio entra in funzione e provoca la fuoriuscita di tutto l'olio presente nell'impianto e nella coppa fino al livello minimo al quale il pescante è in grado di attingere.

A questo punto, alla luce di quanto sopra descritto e basandosi principalmente su alcune evidenze significative, comprese le dichiarazioni rilasciate dal tecnico manutentore, si potrebbe ragionevolmente ipotizzare che, avviato il motore e pressurizzato il sistema di lubrificazione, l'olio lubrificante, a causa della mancata riconnessione della predetta tubazione, sia stato espulso

al di fuori del motore, formando la chiazza d'olio rinvenuta sulla piazzola e imbrattando copiosamente la paratia parafiamma del vano motore lato sinistro, nonché gli accessori e i componenti ivi presenti. Tale ipotesi sulla condizione della tubazione del sensore di pressione dell'olio potrebbe anche spiegare il fatto per cui, una volta separata quest'ultima, in sede di indagine motore, dal sensore di pressione, sia stata rilevata la presenza di terra all'interno dell'ugello e del connettore; l'esposizione al terriccio in seguito al contatto con il suolo, avvenuto proprio sul lato sinistro dell'elicottero, avrebbe potuto ragionevolmente verificarsi soltanto se la tubazione fosse stata scollegata. Quindi, ancorché alcune evidenze acquisite in sede di indagine sul motore non siano del tutto congruenti con le altre più significative evidenze acquisite, l'ipotesi prevalente parrebbe essere quella di un mancato completamento delle lavorazioni richieste e dei relativi conseguenti controlli, per cui l'elicottero sarebbe andato in volo con la tubazione del sensore della pressione dell'olio ancora scollegata. La tesi di un mancato completamento dei lavori parrebbe essere avvalorata anche dalla condizione di mancato serraggio della candela inferiore del cilindro n. 3, che, sempre sulla base della menzionata fotografia, risulterebbe essere stata rimossa (insieme a quella del cilindro n. 1) nel corso dell'intervento per la messa in fase del magnete sinistro. Tutto ciò parrebbe essere anche in linea con quanto dichiarato dal tecnico manutentore, il quale ha ammesso che, in ordine alla effettuazione delle lavorazioni sull'I-C768, potrebbe esserci stato «un qui pro quo», anche perché nello stesso periodo c'era pure la necessità di finire i lavori su un altro elicottero. Una condizione di tubazione del sensore della pressione dell'olio scollegata comporta che il sensore rilevi la pressione ambiente e quindi il sistema di avviso (spia rossa OIL) rimanga acceso con l'indicatore della pressione (OIL PRESS) a zero, indicazione a seguito della quale il motore dovrebbe essere immediatamente spento.

Fattore umano

L'evento è caratterizzato da una significativa componente di fattore umano, sia per quanto attiene all'aspetto tecnico-manutentivo, sia per quanto attiene agli aspetti di pilotaggio, segnatamente a quelli del controllo delle condizioni esterne dell'elicottero (in particolare, del motore) e del corretto funzionamento del motore stesso (relativamente, soprattutto, alle indicazioni inerenti alla pressione dell'olio e alla spia di avviso bassa pressione).

Per quanto attiene all'aspetto tecnico-manutentivo, sarebbero emerse delle criticità, forse anche conseguenza del fatto che, trattandosi di un apparecchio VDS, non sarebbe stata apparentemente seguita (in quanto non prevista dalla normativa vigente) la procedura (anche documentale) che viene messa in atto per gli aeromobili certificati.

Si ricorda, al riguardo, che per gli apparecchi VDS basici (non avanzati), come l'elicottero I-C768, non esiste, a livello normativo, alcuna specifica disposizione in tema di manutenzione. L'art. 3 (Responsabilità per la condotta dei voli), commi 1 e 2, del decreto del Presidente della Repubblica n. 133/2010 pone infatti genericamente in capo al pilota dell'apparecchio VDS l'accertamento dell'efficienza dell'apparecchio VDS e degli equipaggiamenti necessari per la tipologia di volo che intenda effettuare.

Per quanto attiene all'ambito di pertinenza del pilota, questi era in possesso delle qualifiche aeronautiche previste per operare sull'elicottero in questione, sebbene si ritenga che, avendo acquisito la proprietà dell'I-C768 da poco tempo, avesse verosimilmente una esperienza limitata sullo stesso.

Il livello di attenzione dedicato ai controlli dell'elicottero (in sede di controlli prevolo esterni, avviamento del motore e prova motore) non parrebbe essere stato adeguato, tenuto soprattutto conto che l'elicottero era appena stato sottoposto ad un intervento tecnico.

La verifica della spia dell'olio e delle relative indicazioni di pressione è un controllo previsto, che deve essere effettuato sempre e comunque in più occasioni, dalla fase prevolo alla messa in moto, alla prova motore, al decollo e durante i controlli periodici nel corso del volo.

Esperienza limitata e probabile pressione autoindotta ad effettuare il ritiro dell'elicottero per il rientro potrebbero avere influito sulla mancata presa di coscienza, da parte del pilota, che l'elicottero non era in condizione di efficienza e di sicurezza. A supportare l'ipotesi testé avanzata parrebbe richiamabile anche la decisione di andare in volo senza una positiva indicazione del test *MR chip*, che avrebbe richiesto un intervento tecnico manutentivo per la completa risoluzione del problema, al fine di andare in volo in sicurezza.

Cause

L'incidente è attribuibile all'arresto del motore dell'elicottero poco dopo il decollo, a causa del grippaggio dello stesso per mancanza di lubrificazione. Ancorché il quadro generale derivante dalle evidenze acquisite presenti delle incongruenze, l'ipotesi ragionevolmente più plausibile, alla luce, in particolare, di alcune evidenze significative, parrebbe essere che l'incidente sia stato innescato:

- da un intervento manutentivo non completato, per cui l'elicottero sarebbe andato in volo con la tubazione del sensore della pressione dell'olio ancora scollegata;
- dalla effettuazione, da parte del pilota, di controlli non sufficientemente approfonditi all'atto del ritiro dell'elicottero, in particolare in sede di ispezione prevolo e di avviamento del motore.

Raccomandazioni di sicurezza

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV non ritiene necessario formulare raccomandazioni di sicurezza.

Elenco allegati

Allegato "A":

documentazione fotografica

Nei documenti riprodotti in allegato è salvaguardato l'anonimato delle persone coinvolte nell'evento, in ossequio alle disposizioni dell'ordinamento vigente in materia di inchieste di sicurezza.



Foto 1: l'elicottero VDS basico anfibio Mini Gazelle, marche di identificazione I-C768. Nella configurazione dell'incidente non erano installati i galleggianti.

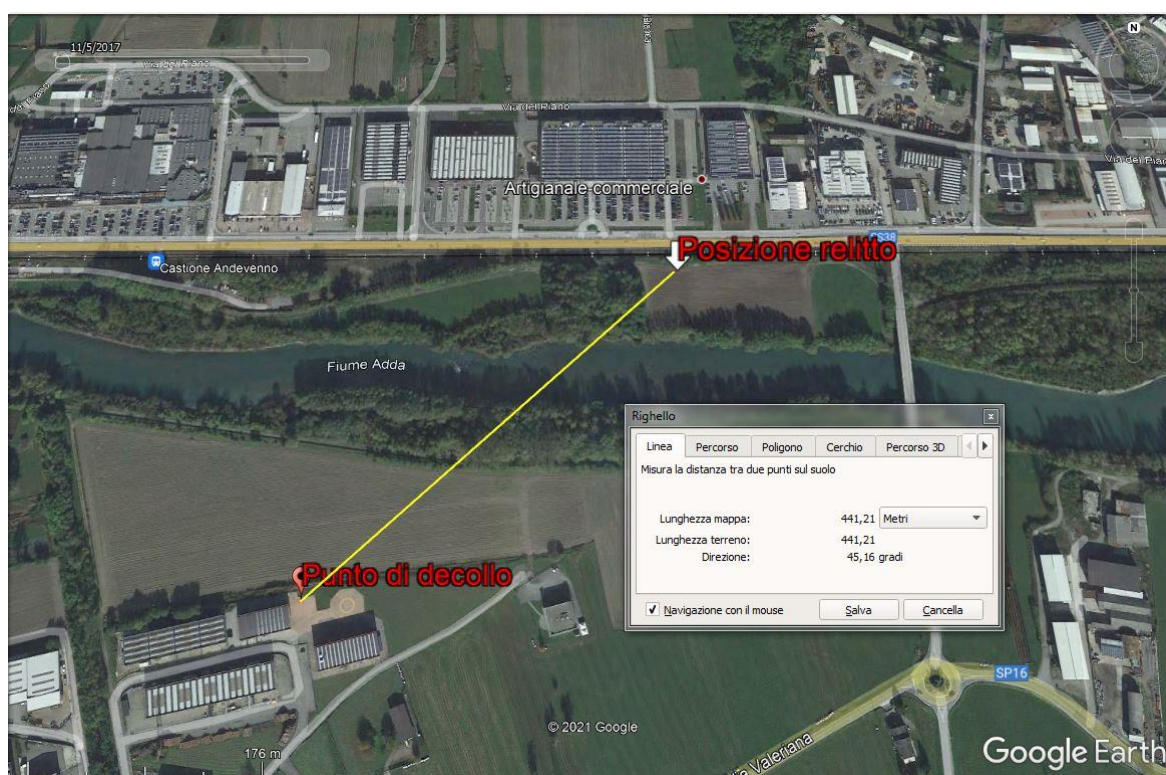


Foto 2: trasposizione, su Google Earth, della posizione del relitto rispetto al punto di decollo (circa 450 m in direzione 045°).



Foto 3: vista dall'alto del punto di impatto.



Foto 4: vista del relitto, adagiato sul lato sinistro e orientato su una prua Est.



Foto 5: pozza di olio in corrispondenza del punto di messa in moto (piazzola rifornimento).

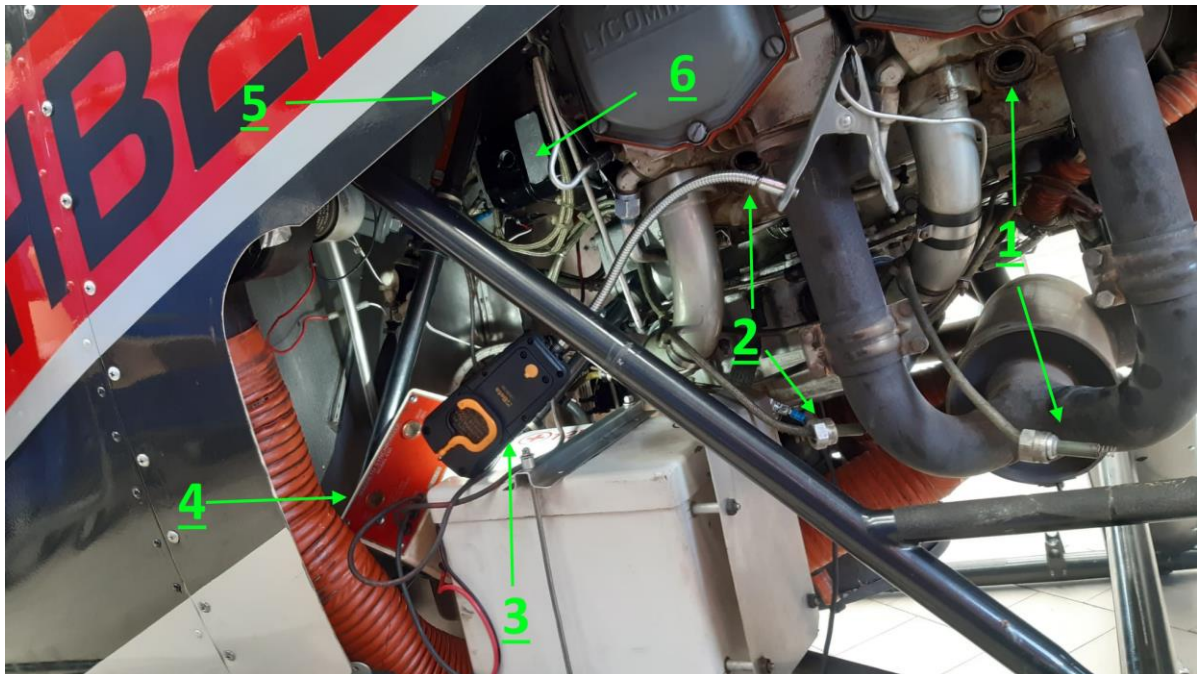


Foto 6: fotografia che sarebbe stata inviata dal tecnico manutentore al pilota proprietario dell'I-C768, relativa alla lavorazione che evidenzia particolari del lato sinistro dell'elicottero. In particolare: 1. candela cilindro n. 1 rimossa; 2. candela cilindro n. 3 rimossa; 3. torcia elettrica in posizione; 4. *magneto synchronizer*; 5. tubazione sensore pressione olio; 6. magnete sinistro.

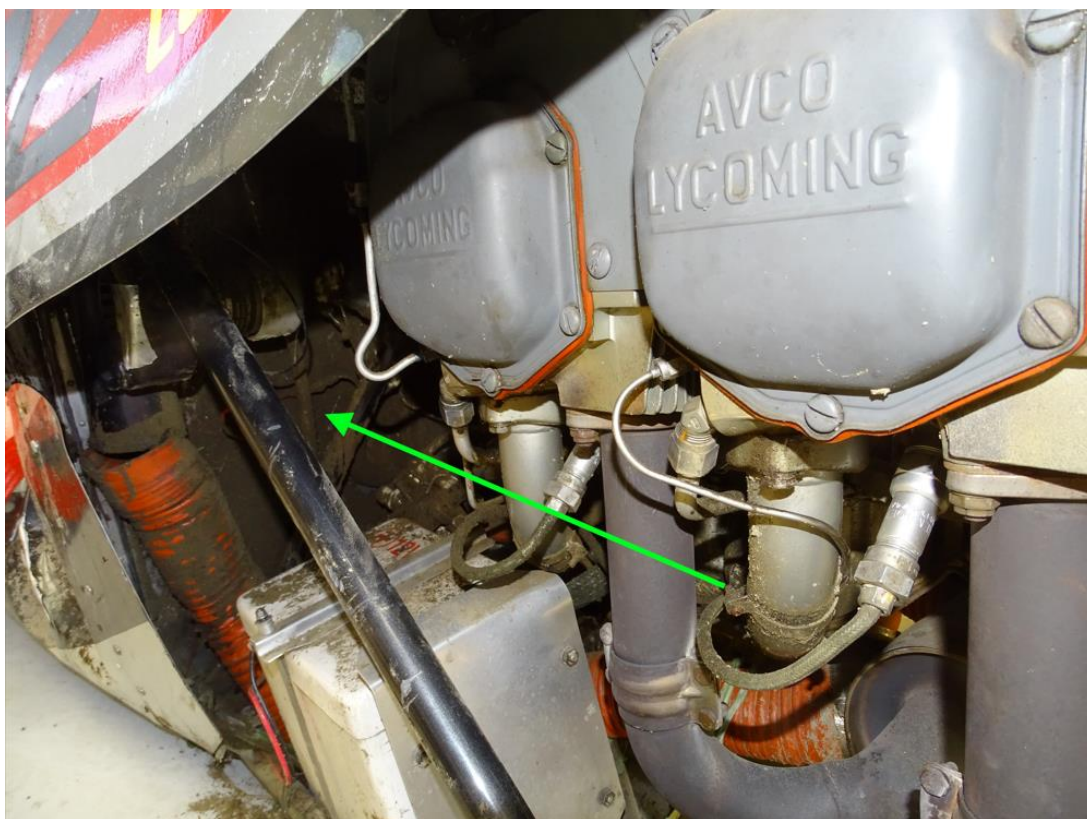


Foto 7: dettaglio della parte sinistra della paratia parafiamma imbrattata di olio lubrificante, al quale si è amalgamata la terra del luogo di impatto.



Foto 8: dettaglio del punto di attacco della tubazione del sensore della pressione dell'olio con presenza di terriccio nell'ugello.



Foto 9: dettaglio del connettore della tubazione del sensore della pressione dell'olio con presenza di terriccio all'interno.



Foto 10: il sensore della pressione dell'impianto lubrificazione motore e relativa tubazione.



Foto 11: 1. spia bassa pressione olio lubrificazione motore (OIL); 2. indicatore pressione dell’olio (OIL PRESS); 3. indicatore temperatura dell’olio (OIL TEMP).

**ROBINSON
R22 SERIES**

**SECTION 4
NORMAL PROCEDURES**

DAILY OR PREFLIGHT CHECKS (cont’d)

1. Cowl Doors

- Battery switch ON
- Oil pressure and alternator lights ON**
- Warning light test switches Push to test**
- EMU (if installed) Check status
- Fuel quantity Check gages
- Battery switch OFF

Figura 1: *Preflight Checks* (estratto dal *R22 Pilot’s Operating Handbook*).

ROBINSON SECTION 4
R22 SERIES NORMAL PROCEDURES

STARTING ENGINE AND RUN-UP

Throttle twists for priming	As required
Throttle	Closed
Battery, strobe switches	ON
Area	Clear
Ignition switch	Start, then Both
Starter-On light	Out
Set engine RPM	50 to 60%
Clutch switch	Engaged
Blades turning	Less than 5 seconds
Alternator switch	ON
Oil pressure within 30 seconds	25 psi minimum
Avionics, headsets	ON
Audio alert (if equipped)	Test
Wait for clutch light out	Circuit breakers
Warm-up RPM	70 to 75%
Engine gages	Green
Mag drop at 75% RPM	7% max in 2 seconds
Carb heat	CAT rise/drop, set as required
Sprag clutch check	Needles split
Doors (if installed)	Closed and latched
Limit MAP chart	Check
Cyclic/collective friction	OFF
Governor On, increase throttle	RPM 102-104%
Warning lights	Out
Lift collective slightly, reduce RPM	Horn/light at 97%

Figura 2: *Starting Engine and Run Up* (estratto dal *R22 Pilot's Operating Handbook*).

ROBINSON SECTION 4
R22 SERIES NORMAL PROCEDURES

TAKEOFF PROCEDURE

1. Verify doors latched, governor ON, and RPM stabilized at 102 to 104%.
2. Clear area. Slowly raise collective until aircraft is light on skids. Reposition cyclic as required for equilibrium, then gently lift aircraft into hover.
3. Check gages in green and adjust carb heat if required.
4. Lower nose and accelerate to climb speed following profile shown by height-velocity diagram in Section 5. If RPM drops below 102%, lower collective.

Figura 3: *Takeoff Procedure* (estratto dal *R22 Pilot's Operating Handbook*).



Foto 12: ingrandimento della precedente fotografia 6, che sarebbe stata inviata dal tecnico manutentore al pilota proprietario dell'I-C768; nell'ovale è evidenziato l'andamento della tubazione di connessione del sensore della pressione dell'impianto di lubrificazione rispetto al punto di innesto nel motore indicato dalla freccia.